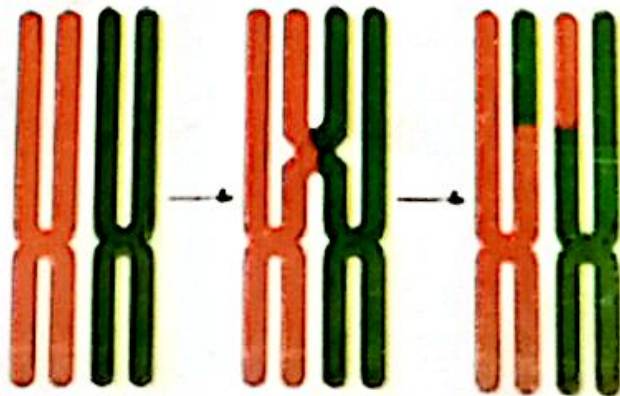


COLLECTION CROSSING-OVER



T^{les} D & C

Sciences de la Vie et de la Terre



1^{ère} Edition - Mars 2019



COLLECTION " CROSSING-OVER "

1^{ère} Edition

AUTEURS :

ALLAHKABIR SIANBEI Master en Biotechnologies Végétales
Charles MADALI Master en Sciences de la Vie et de la Terre
MAHAMAT KYAL YOUMA Maîtrise en Sciences Biologiques
MOSSIMADJI KOUMINGAYE Maîtrise en Sciences Biologiques

Sous la supervision de :

Monsieur **TOGLENGAR DAINRO NDOH**, Assistant à l'Université en Biologie.

Sciences de la Vie et de la Terre Terminales D et C

Toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est formellement interdite

Ce livre est agréé par le Centre National des Curricula (Tchad)

N° 409/PR/MENPC/SEENPC/CNC/2019 du 02 Juillet 2019

Contacts :

(00235) 60 60 04 09 / 66 05 62 76 / 66 44 43 53 / 66 50 01 59
Crossingover193@gmail.com

Edité par CREA STUDIO Yaoundé, en Mars 2019

DEDICACE

Ce livre est dédié à tous ceux qui nous ont connus comme étant : leurs fils, élèves, collègues, professeurs et collègues.

PREFACE

Ce livre, collection « **CROSSING-OVER** » est conçu et confectionné pour permettre d'atteindre les objectifs pédagogiques fixés par le programme officiel des classes de Terminales D et C, en Sciences de la Vie et de la Terre (S.V.T) au Tchad. Cette collection est dénommée « **CROSSING-OVER** » car le crossing-over est un phénomène d'échange des segments équivalents des deux chromosomes homologues à la prophase de la première division de méiose, qui contribue au brassage chromosomique (à la diversité génétique). Ce nom a été proposé pour démontrer le brassage de nos connaissances en SVT pour sortir un livre consistant et de qualité inégalable. Il met à la disposition des enseignants et des apprenants :

- un bref rappel sur la *cytologie* et des cours de *10 chapitres au programme*, illustrés par des nombreux documents ;
- *des sujets du baccalauréat série D de 2000 à 2020 suivis des corrigés* (premières séries et deuxièmes séries d'épreuves écrites) ;
- *quelques sujets du baccalauréat série C suivis des corrigés* ;
- *19 sujets des concours du supérieur suivis des corrigés* ;
- *187 exercices supplémentaires suivis corrigés* ;
- *le documentaire* contenant des explications de quelques phénomènes biologiques ;
- *la liste de 147 noms courants et scientifiques des plantes* ;
- *le lexique* pour permettre aux apprenants de mieux maîtriser les définitions des concepts biologiques.

L'exploitation judicieuse de ce document renforcera les capacités de l'apprenant dans son savoir, son savoir-être et son savoir-faire pour affronter avec succès, toutes sortes d'évaluations des niveaux terminales D et C : baccalauréat et tests d'entrée dans les grandes écoles et facultés.

Il est souhaitable que l'utilisateur de cet ouvrage, traite d'abord lui-même les exercices avant de confronter ses réponses à celles que proposent les auteurs.

Ce modeste livre a été spécialement conçu et écrit pour vous. C'est à vous donc d'en faire bon usage, et de faire en sorte que les fruits tiennent la promesse des fleurs.

Vos suggestions et critiques nous permettront d'améliorer les prochaines éditions.

SOMMAIRE

RAPPEL SUR LA CYTOLOGIE : Anatomie et physiologie de la cellule.....

PREMIERE PARTIE : INFORMATION GENETIQUE

CHAPITRE 1 : Localisation et nature de l'information génétique.....

CHAPITRE 2 : Expression de l'information génétique.....

CHAPITRE 3 : Transmission de l'information génétique.....

CHAPITRE 4 : Brassage de l'information génétique.....

DEUXIEME PARTIE : REPRODUCTION ET HEREDITE

CHAPITRE 5 : Aspects biologiques et cytologiques de la reproduction chez les spermaphytes.....

CHAPITRE 6 : Multiplication végétative.....

CHAPITRE 7 : Reproduction humaine.....

CHAPITRE 8 : Génétique et hérédité humaine.....

TROISIEME PARTIE : COMMUNICATION DANS L'ORGANISME

CHAPITRE 9 : Communication nerveuse.....

CHAPITRE 10 : Intégration neurohormonale.....

QUATRIEME PARTIE : SUPPLEMENTS

Sujets du baccalauréat séries C et D.....

Sujets des concours du supérieur.....

Exercices supplémentaires.....

Documentaire scientifique.....

Liste des noms usuels et scientifiques des plantes.....

Lexique.....

Bibliographie.....

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA CELLULE

INTRODUCTION

La cytologie est une partie de la biologie qui étudie la structure et les fonctions de la cellule. La cellule est l'unité biologique, structurelle et fonctionnelle de tous les êtres vivants connus. C'est la plus petite unité vivante capable de se reproduire de façon autonome. L'existence des cellules a été découverte en 1665 par le naturaliste anglais **Robert Hooke**, à l'aide d'un microscope primitif.

De nombreux êtres vivants ne sont constitués que d'une seule cellule (organismes unicellulaires) comme les Bactéries, les Archées et la plupart des Protistes. D'autres sont constitués de plusieurs cellules : ce sont des organismes pluricellulaires comme les plantes et les animaux. Les animaux unicellulaires sont des Protozoaires et les animaux pluricellulaires des Métazoaires. Les végétaux unicellulaires sont appelés des Protophytes et les végétaux pluricellulaires, des Métaphytes. Le corps humain en compte ainsi de l'ordre de 10^{14} cellules et est colonisé par un nombre de 1 à 10 fois plus grand de bactéries.

1. Principales structures cellulaires

Fondamentalement, une cellule est constituée d'une membrane plasmique et d'un cytoplasme formé d'une solution aqueuse (cytosol) dans laquelle se trouvent des nombreux organites et des biomolécules (protéines et acides aminés). On distingue deux types fondamentaux de cellules : les cellules procaryotes (cellules dépourvues de noyau et presque jamais d'organites membranés) et les cellules eucaryotes (caractérisées par la présence d'un noyau et généralement d'organites dans leurs cellules).

Document 1 : Comparaison entre cellule procaryote et cellule eucaryote

Caractéristiques spécifiques	Cellule eucaryote	Cellule procaryote	caractéristiques communes
Paroi	Paroi pectocellulosique (cellule végétale)	Paroi glycoprotéique	ADN, ribosomes, cytosol composé d'eau, des sels minéraux, de gaz respiratoires et des molécules organiques.
Noyau	Présent	Absent	
Cytosquelette	Présent	Absent	
Organites cellulaires	Nombreux organites cellulaires	Pas d'organites subcellulaires	
Mode de division	par mitose et méiose	Par scissiparité	
Taille	Grande	Petite	

Document 2 : Comparaison entre cellule végétale et cellule animale

Caractéristiques spécifiques	Cellule animale	Cellule végétale	Caractéristiques communes
Forme	sphérique	géométrique	Membrane plasmique, noyau, mitochondrie, appareil de Golgi, réticulum endoplasmique etc, cytosol composé d'eau, des sels minéraux, des gaz et des inclusions diverses.
Vacuole	Petite	Très développée	
Paroi	Absente	Présente (paroi pectocellulosique)	
Centrosome	Présent	Absent	
Chloroplaste	Absent	Présent	
Métabolisme	hétérotrophe	Autotrophe si chloroplaste	

2. Ultrastructures cellulaires ou éléments constitutifs d'une cellule

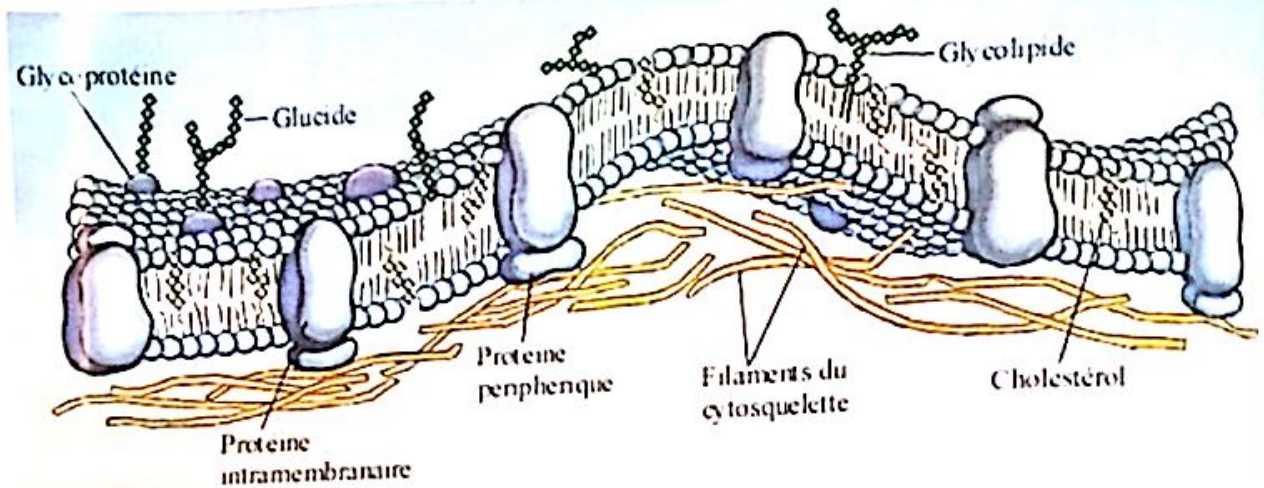
2.1. Éléments fondamentaux

Toutes les cellules, qu'il s'agisse d'une cellule procaryote ou d'une cellule eucaryote, possèdent une membrane plasmique qui les enveloppe.

- Membrane plasmique (membrane cellulaire ou plasmalemme)

C'est la membrane qui délimite une cellule, elle sépare le cytoplasme du milieu extérieur, et est constituée de deux feuillets (couches) : l'une de nature protéique, l'autre de nature lipidique.

Rôle de la membrane plasmique : Elle assure les échanges entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire, elle sert à l'adhérence des cellules entre elles (jonction intercellulaire). En outre, elle sert à la communication intercellulaire via les signaux chimiques et protège la cellule.



Document 3: Membrane plasmique ou plasmalemme

- Paroi pectocellulosique (squelettique) chez les végétaux

C'est un bord cellulaire ou membrane constituée de la cellulose et des glucides complexes (pectines).

Rôle de la paroi pectocellulosique : elle assure le soutien mécanique et la protection de la cellule végétale.

NB : Les éléments constitutifs de la paroi squelettique sont : la lamelle moyenne ou lamelle médiane, couche contenant essentiellement des composés pectiques, dérivant du phragmoplaste lors de la cytokinèse (à la télophase) ; de la paroi primaire, son élaboration se fait de la cellule vers la lamelle moyenne, elle est constituée de cellulose, de pectine, d'eau, de protéines, d'ions et de protéines riches en hydroxyproline (HRGP).

- Cytoplasme

Le cytoplasme (chez les Eucaryotes) désigne une région cellulaire comprise entre la membrane plasmique et le noyau. Il est formé du hyaloplasme ou cytosol (liquide ou milieu aqueux dans lequel baignent les organites) et des organites cellulaires.

Rôle du cytoplasme : c'est un milieu dans lequel se déroulent la plupart des réactions biochimiques (notamment la synthèse des protéines).

- Cytosquelette

Il est constitué (chez les Eucaryotes) des microfilaments, des filaments intermédiaires et des microtubules.

Rôle du cytosquelette : il assure le maintien de la forme et de l'architecture interne de la cellule. En outre, il intervient également dans les mouvements des organites cellulaires.

- Matériel génétique

Le matériel génétique des cellules est constitué d'ADN (Acide DésoxyriboNucléique), séquence nucléotidique portant toute l'information génétique (génotype) d'une cellule. Cet ADN est transcrit en ARN (Acide RiboNucléique), un autre type d'acide nucléique, qui assure diverses fonctions : transport de l'information génétique de l'ADN vers les ribosomes sous forme d'ARN messager, et traduction de l'ARN messager en protéines sous forme à la fois de l'ARN de transfert et d'ARN ribosomique (ou ribosomal).

2.2. Organites cellulaires

- Noyau

C'est l'organite le plus gros et visible de cellules eucaryotes. Il a une forme sphérique et est situé au centre de la cellule. Il est formé de l'enveloppe nucléaire, du nucléole et de la chromatine.

Rôle du noyau : le noyau est le siège de l'information génétique et de la division cellulaire.

- Enveloppe nucléaire ou membrane nucléaire

C'est une double membrane biologique de 35 nm d'épaisseur, délimitant les contours du noyau. Elle est pourvue des pores (en continuité avec le réticulum endoplasmique) qui permettent le contrôle des échanges entre le cytoplasme et le nucléoplasme.

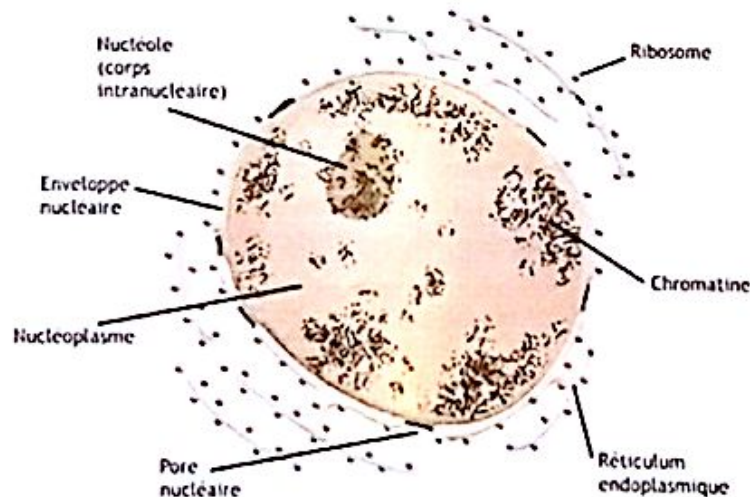
- Nucléole

Le nucléole est un constituant du noyau des cellules eucaryotes.

Rôle du nucléole : le nucléole est le lieu de synthèse des ARN et de l'assemblage des ribosomes.

- Chromatine (ADN + protéines)

La chromatine est constituée de l'association de l'ADN et de protéines de type histone. C'est le constituant principal des chromosomes des eucaryotes. La chromatine désigne également l'état invisible des chromosomes sous forme des filaments dans la cellule, en interphase.



Document 4 : Noyau

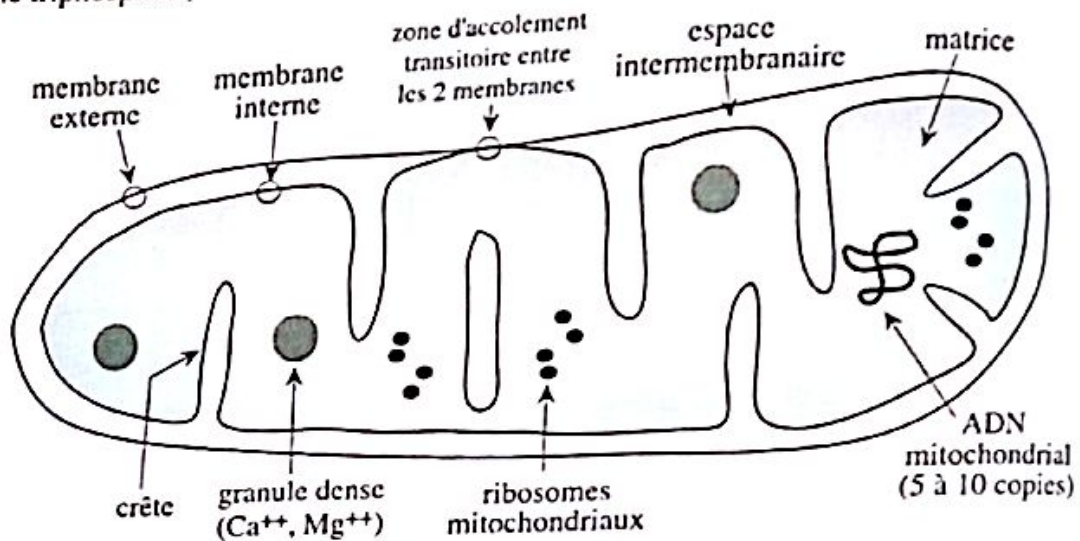
NB : on distingue deux types de chromatines :

- **Euchromatine** : chromatine lâche dont la forme moins condensée où l'ADN est accessible et de pouvoir la traduire. Elle sert à l'expression des gènes ;
- **Hétérochromatine** : chromatine dense donc une forme plus condensée qui ne permet pas l'accessibilité à l'ADN.

- **Mitochondrie (Kolliker en 1857)**

C'est une microstructure présente dans le cytoplasme de toutes les cellules de la plupart des eucaryotes. L'ensemble des mitochondries dans une cellule constitue le **chondriome**.

Rôle de la mitochondrie : la mitochondrie est le siège de la production énergétique sous forme d'adénosine triphosphate et de la respiration cellulaire. C'est la centrale énergétique de la cellule.

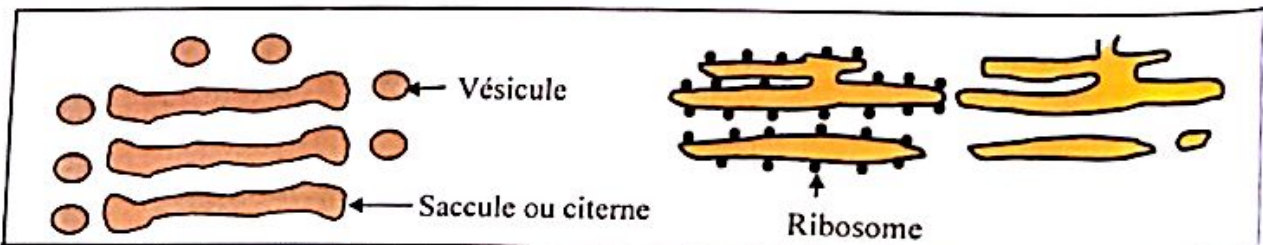


Document 5 : Mitochondrie (diamètre = 0,5 à 1 μm)

- **Appareil de Golgi ou dictyosome (Camillo Golgi en 1898)**

L'appareil de Golgi est un organite cellulaire constitué d'un réseau membranaire avec des empilements appelés dictyosomes, formé des saccules membranaires (complexe de Golgi) et du bourgeonnement et détachement des vésicules aplaties aux extrémités (vésicules de Golgi).

Rôle de l'appareil de Golgi : il assure la maturation et l'exportation des protéines fabriquées au niveau du réticulum endoplasmique ; il synthétise et secrète certaines substances (hormones et enzymes) et enfin il participe à l'élaboration de l'acrosome des spermatozoïdes (lors de la différenciation).



Document 6 : Appareil de Golgi, réticulum endoplasmique rugueux et réticulum endoplasmique lisse (de gauche à droite)

- Réticulum endoplasmique granuleux (rugueux) ou ergastoplasme

L'ergastoplasme est constitué des structures tubulaires situées près du noyau ayant des ribosomes liés à celles-ci.

Rôle de l'ergastoplasme : il est le siège de la synthèse de protéines et est le site de stockage des protéines synthétisées.

- Réticulum endoplasmique lisse

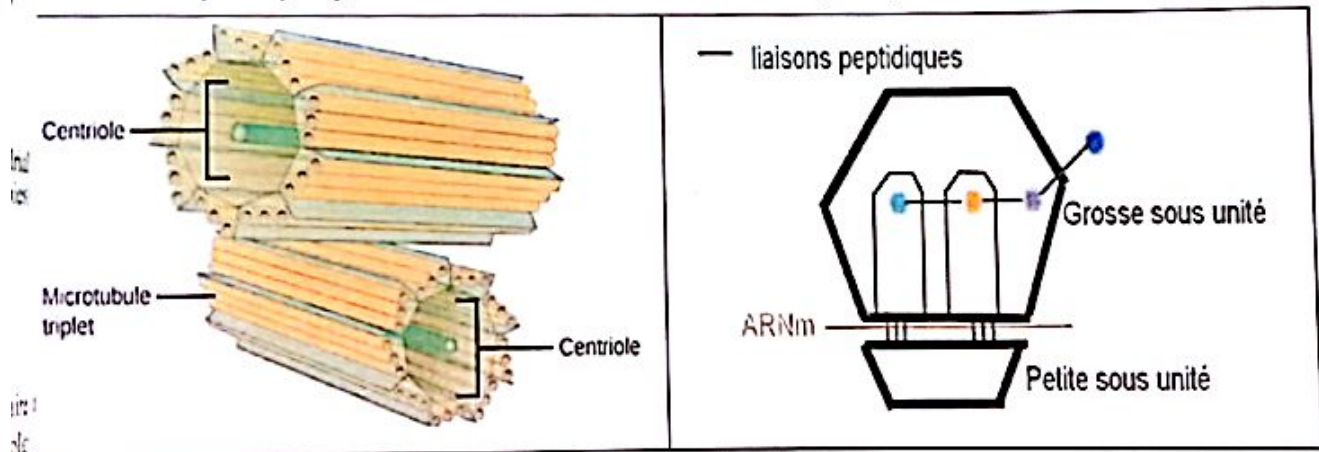
C'est un réseau de membranes, non couvert des ribosomes.

Rôle du réticulum endoplasmique lisse : il est responsable de la synthèse des lipides (cholestérol et phospholipides) et des hormones stéroïdes (sexuelles).

- Centrosome (deux centrioles)

Le centrosome est formé de deux centrioles, qui se séparent lors de la division cellulaire et contribuent à la formation du fuseau mitotique. Le centriole est une structure cellulaire constituée de neuf triplets inclinés de microtubules, entourés par un certain nombre de protéines collectivement appelées matrice pericentriolaire de MAP (microtubule associated protein).

Rôle du centrosome : le centriole intervient dans la division cellulaire en formant les asters et le fuseau de division. Il participe également à la formation des cils et du flagelle (éléments locomoteurs).



Document 7 : Centrosome (à gauche) et ribosome (à droite)

- Vacuole

La vacuole est un organe très développée dans les cellules végétales. C'est un compartiment délimité par une membrane (tonoplaste), contenant d'eau et diverses molécules inorganiques et organiques telles que des enzymes. La vacuole, dans la cellule végétale est aussi désignée sous le terme de vésicule.

Rôle de la vacuole : son rôle est dévolu au stockage de l'eau et des molécules telles que certains pigments, des glucides et des lipides. Elle permet le maintien de l'équilibre hydrique et la régulation des grandes fonctions physiologiques de la cellule (PH, concentrations ioniques, pression osmotique...)

- Lysosome

C'est un organe cellulaire de 0,2 à 0,5 μm , présent dans le cytosol de toutes les cellules eucaryotes. Il provient de l'appareil de Golgi et contient des enzymes.

Rôle du lysosome : il a pour fonction d'effectuer la digestion intracellulaire ou extracellulaire grâce aux enzymes qu'il contient, et il détruit les substances étrangères ainsi que les organites qui arrivent à la fin de leur existence.

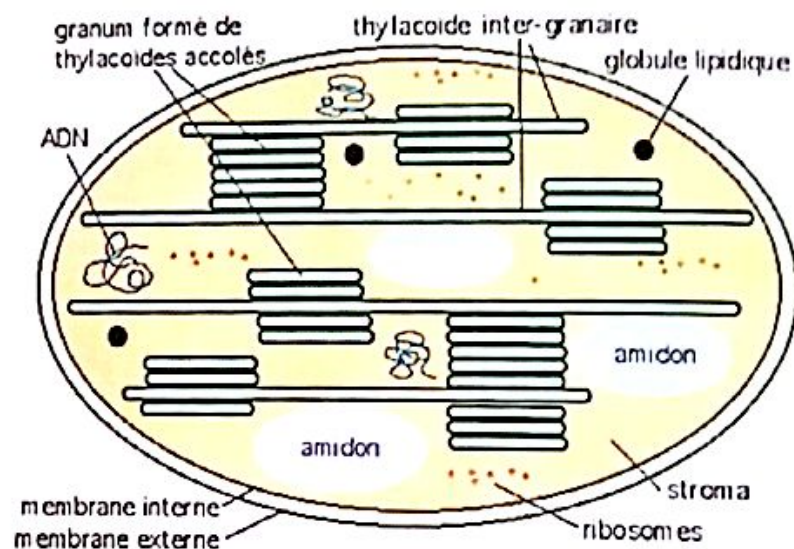
- Plastes

Le plaste est un organe présent dans les cellules des eucaryotes chlorophylliens (plantes). Le chloroplaste est le plaste le plus commun. Suivant la cellule, les plastes peuvent se spécialiser pour accomplir certaines fonctions :

Chloroplaste : il est le siège de la photosynthèse.

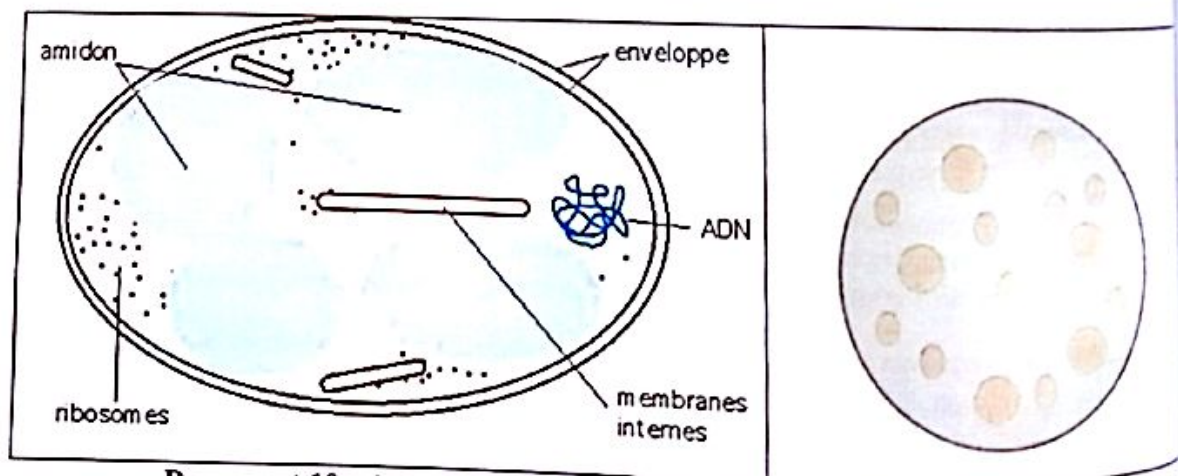
Document 8 : Comparaison entre mitochondrie et chloroplaste

Mitochondrie	Points communs	chloroplaste
Membrane interne à plis simples	Membrane double (membrane externe et membrane interne plissée), Protéines enchâssées dans la membrane interne	Membrane interne à plis complexes
Insensible à la lumière		Sensible à la lumière
Libère de l'énergie sous forme d'ATP et site de la respiration		Emmagasine de l'énergie sous forme de glucose et site de la photosynthèse
Présente dans les cellules eucaryotes (animale et végétale)		Présent dans les cellules eucaryotes végétales
Petite structure		Grande structure



Document 9 : Chloroplaste (diamètre = 2 à 3 μm)

Amyloplaste ou leucoplaste : il joue un rôle dans le stockage d'amidon.



Document 10 : Amyloplaste (à gauche), chromoplaste (à droite)

Chromoplaste : ils donnent la couleur aux fruits.

- Peroxysome

C'est une organelle du cytoplasme, entouré par une membrane simple, ne contenant ni matériel génétique, ni de ribosomes. Il contient des enzymes (oxydases) et provient du réticulum endoplasmique rugueux.

Rôles du péroxysome : il intervient dans le métabolisme des acides gras et des acides aminés. Il neutralise aussi les substances toxiques ou nuisibles. **NB :** L'absence des péroxysomes dans les cellules d'une personne entraîne la mort prématurée dès le bas âge.

- Glyoxysome : il assure la dégradation des lipides.
- Ribosome ou corps de Pallade (découvert par Pallade en 1958)

C'est un complexe ribonucléoprotéique (composé des protéines et d'ARN) présent dans les cellules eucaryotes. Il est constitué de deux sous-unités, une petite qui « lit » l'ARNm et une plus grosse qui se charge de la polymérisation des acides aminés.

Rôle du ribosome : il est le siège de la synthèse des protéines.

- Plasmodesme ou pore ou ponctuation
C'est le canal traversant la paroi cellulaire.

Rôles du plasmodesme : il relie les membranes plasmiques et les cytoplasmes des cellules adjacentes et permet les échanges entre les cellules. Le plasmodesme est une continuité cytoplasmique.

- Desmosome ou hémidesmosome
Le desmosome est une région où la membrane plasmique d'une cellule adhère à une cellule adjacente.

Rôles du desmosome : c'est une jonction qui assure la solidité mécanique du tissu. Il permet la transmission des signaux intracellulaires et la communication intercellulaire.

2. Structures extracellulaires

- Flagelle : long et fixé à la surface de la cellule, c'est un organite essentiel à la mobilité cellulaire.
- Cils : courts, fixés à la surface de la cellule. Tout comme le flagelle, ils sont constitués de neuf paires demicrotubules entourant un dixième. Ce sont des éléments locomoteurs. Ils créent un courant unidirectionnel qui déplace les substances à la surface de la cellule.
- Fimbriae ou pili : ils se présentent comme des cils à la surface de la bactérie.
Rôle des pili : les pili contiennent une protéine appelée piline et interviennent dans le processus d'adhérence cellulaire.
- Capsule : C'est une excroissance gélatineuse présente chez la bactérie.

NB : Les organites cellulaires sont regroupés en fonction de leurs rôles au sein de la cellule en :

- Organites de synthèse cellulaire : réticulum endoplasmique, ribosome, appareil de Golgi.
- Organites énergétiques : mitochondries.
- Organites de dégradation : Peroxysome et lysosome.
- Organites de conservation et du maintien du matériel génétique : noyau et cytosquelette.
- Organites de photosynthèse : chloroplastes.

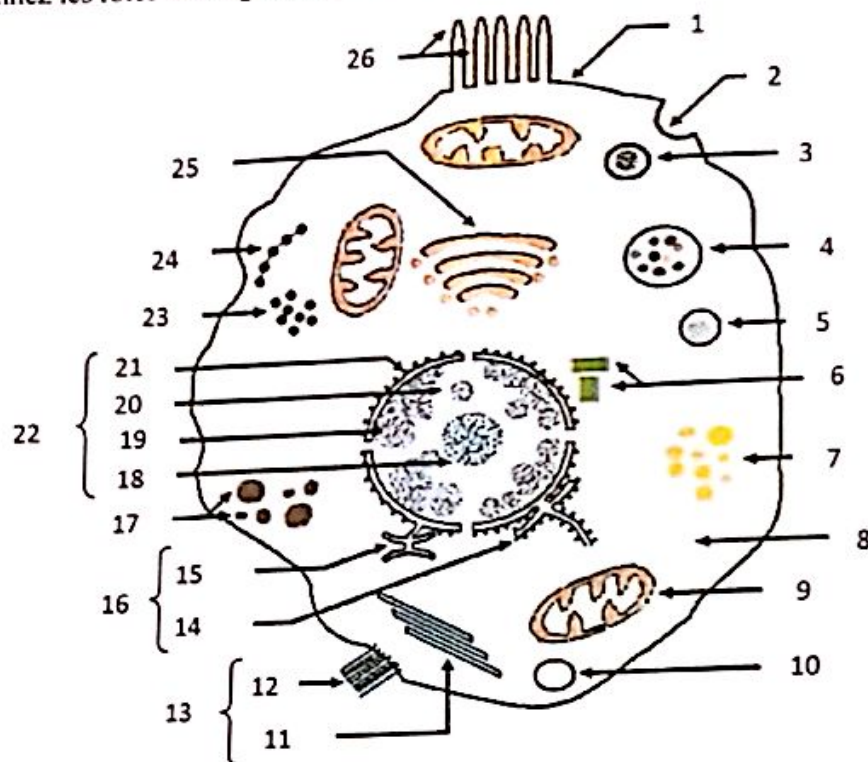
Définition de quelques concepts :

- Osmose : c'est le passage de l'eau du milieu moins concentré vers le milieu plus concentré à travers une membrane perméable.
- Endocytose : c'est le processus de transport des molécules ou des particules vers l'intérieur de la cellule par déformation de la membrane cellulaire et formation d'une vacuole. (Endocytose = phagocytose + pinocytose).
- Exocytose : c'est la fusion d'une vésicule membranaire, dérivée des saccules golgiennes avec la membrane plasmique, puis libération de son contenu dans le milieu extracellulaire.

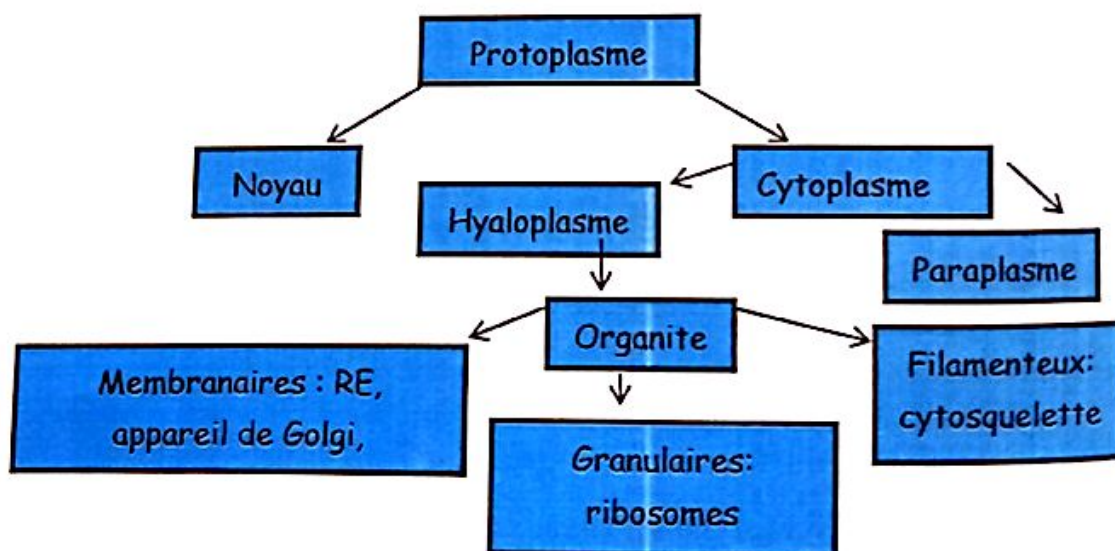
EXERCICE

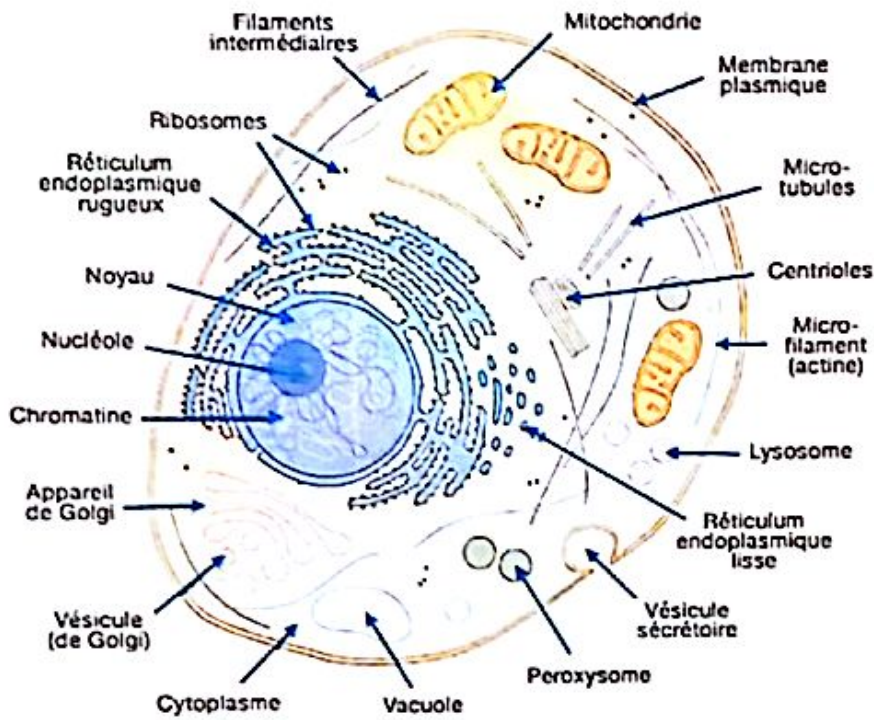
La cellule est l'unité anatomique et physiologique des êtres vivants. Le document ci-dessous représente un type de cellule observée au microscope électronique.

- 1) Définir les termes : ADN, ARN, Nucléosome, Nucléotide, codon et glyoxysome.
- 2) Comment appelle-t-on les végétaux n'ayant qu'une seule cellule ?
- 3) Comment appelle-t-on les animaux ayant plusieurs cellules ?
- 4) De quel type de cellule s'agit-il ? Pourquoi ?
- 5) Donnez une annotation complète de ce document en utilisant les numéros.
- 6) Donnez les rôles des organites 16 et 25.

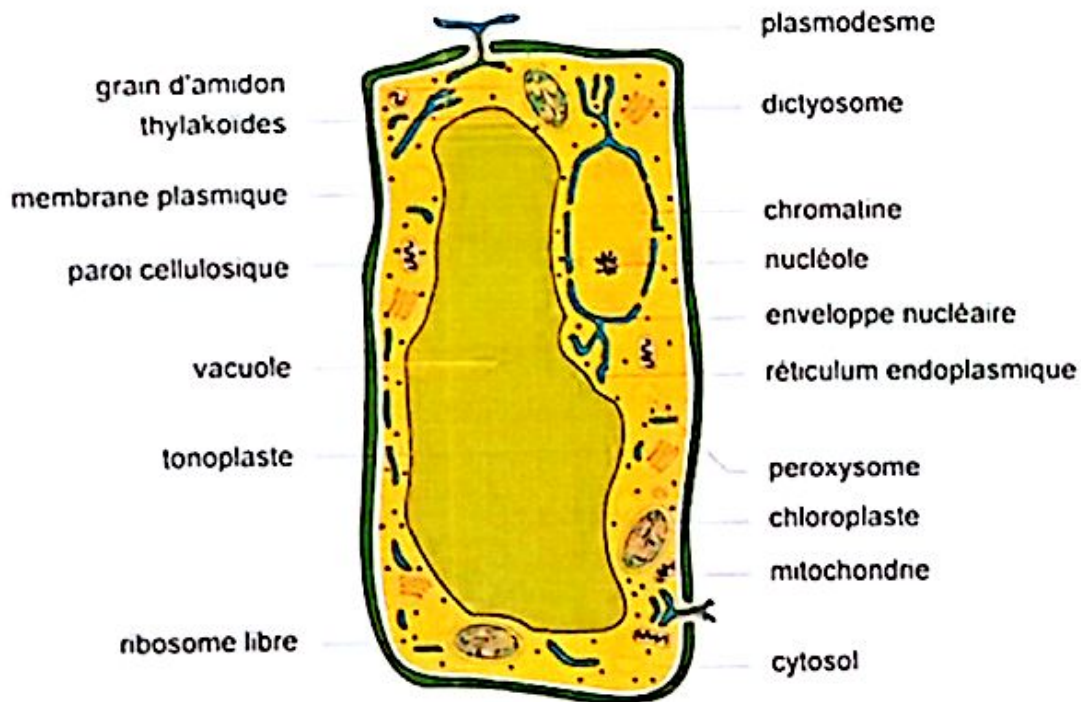


Document 11: Organigramme cellulaire





Document 12 : Ultrastructure d'une cellule animale



Document 13 : Ultrastructure d'une cellule végétale

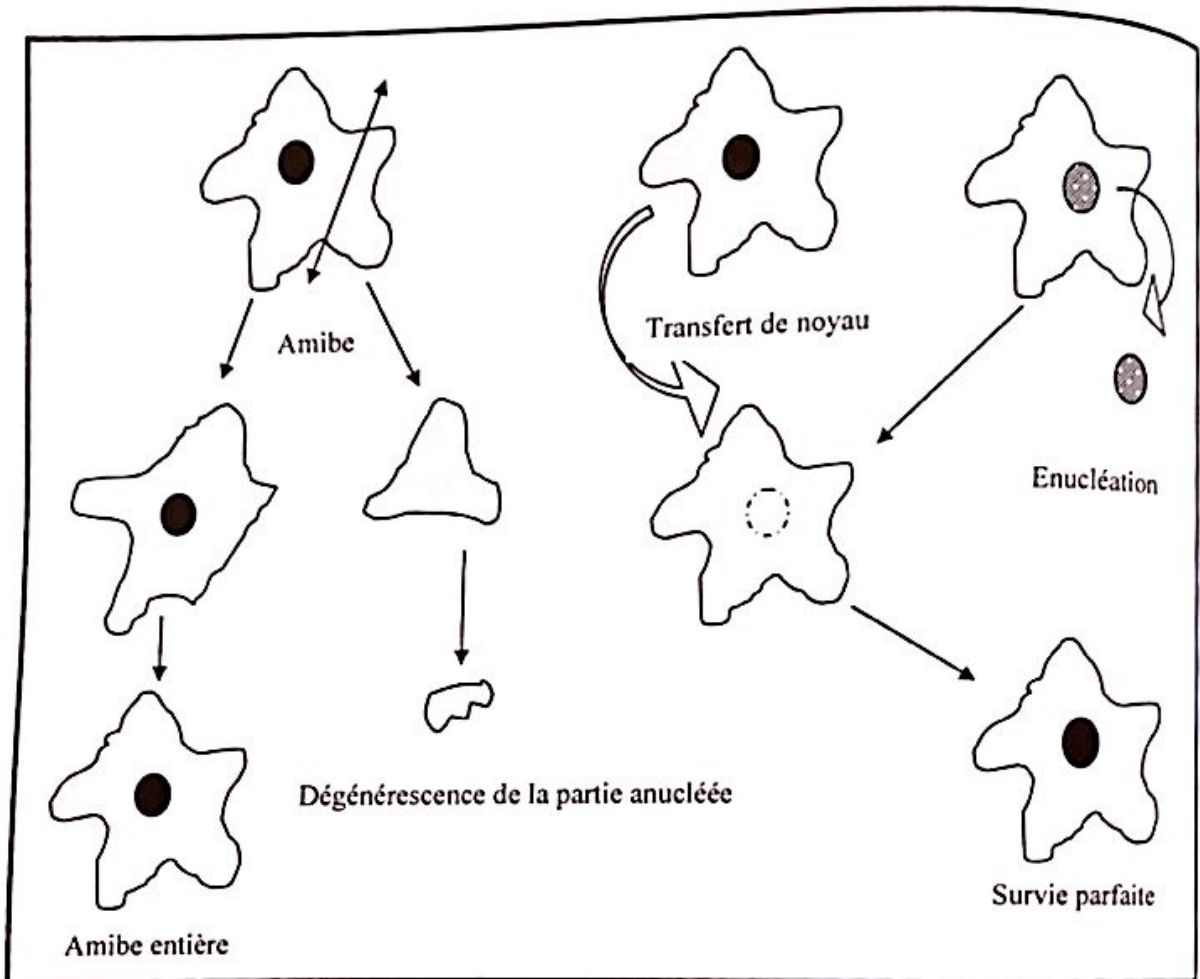
CHAPITRE 1 : LOCALISATION ET NATURE DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

INTRODUCTION

Une cellule est capable de maintenir ses caractéristiques morphologiques et fonctionnelles grâce à l'information génétique contenue dans son noyau.

L'information génétique est un ensemble des informations codées permettant de réaliser et de maintenir les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles de l'individu.

1. Localisation cellulaire de l'information génétique



Document 1 : Expériences de microchirurgie chez l'amibe

- Une cellule amputée d'une partie de son volume cytoplasmique mais, qui conserve son noyau, peut synthétiser la partie manquante et ainsi se régénérer. Cette cellule peut se reproduire. Cette expérience prouve que toutes ses fonctions sont normales.
- Une cellule anucléée ne survit que quelques jours, sans pouvoir ni se diviser : le noyau est l'organite majeur de la vie cellulaire.
- La greffe, par transfert d'un noyau d'une cellule à une autre préalablement anucléée, permet la survie parfaite de la cellule receveuse.

En réalité, une condition importante doit être remplie : la cellule donneuse (du noyau) et la cellule receveuse doivent être de la même espèce. Dans le cas contraire, bien que la cellule receveuse survive un certain temps, elle ne se divise pas. Donc, non seulement le noyau dirige

fonctionnement cellulaire, mais et surtout il détient « un pouvoir » qui définit l'espèce et la distingue des autres.

NB : L'information génétique est située au niveau des chromosomes contenus dans le noyau (plus précisément dans la chromatine).

2. Structure et propriétés de l'ADN

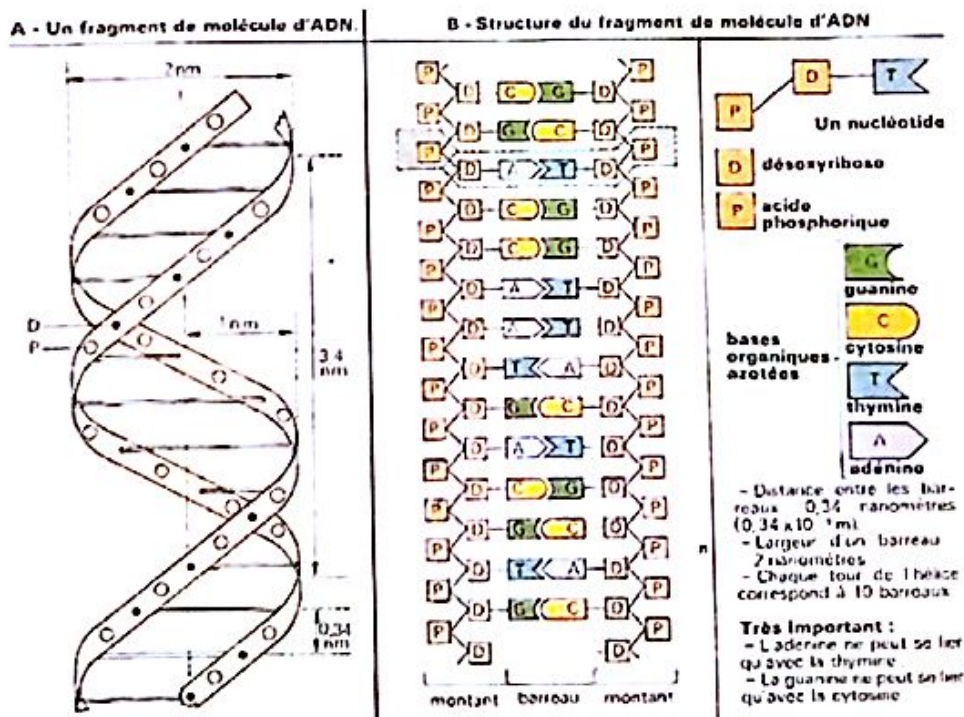
2.1. Organisation de la molécule de l'ADN

L'ADN est le dépositaire du matériel génétique. L'ADN est formé par deux chaînes polynucléotidiques antiparallèles, reliées par des ponts hydrogènes entre les bases azotées : on dit que l'ADN est bicaténaire. Il a une double fonction : assure sa propre répliation (base de l'hérédité) et synthétise des différentes protéines cellulaires.

L'ADN donne par hydrolyse enzymatique les constituants suivants :

- de l'acide phosphorique ou phosphate (H_3PO_4) ;
- un sucre appelé désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$) ;
- les bases azotées de deux types : bases puriques (Adénine (A) et guanine (G)) et bases pyrimidiques (Thymine (T) et Cytosine (C)).

James Watson et Francis Crick (1953) ont montré que la molécule d'ADN (2 nm de largeur) a la forme d'une double hélice, ayant de nombreux tours de spires et que les deux brins polynucléotidiques sont unis entre eux par des liaisons hydrogènes (fragiles) associant les bases deux à deux : l'adénine à la thymine (A - T), la cytosine à la guanine (C - G). L'unité de base de l'ADN est le nucléotide (molécule formée d'un acide phosphorique, d'un sucre et d'une base azotée). La combinaison d'une base azotée et d'un sucre est appelé nucléoside. La liaison entre l'acide phosphorique d'un nucléotide et le sucre du nucléotide suivant est qualifiée de liaison covalente (solide).



Document 2 : Structure de l'ADN

NB : Il existe quatre types de nucléotides et quatre types de nucléosides différents par la nature de la base azotée dans l'ADN :

- Nucléotides : Nucléotide à adénine, nucléotide à thymine, nucléotide à cytosine et nucléotide à guanine. (Nucléotide = base azotée + sucre + acide phosphorique).
- Nucléosides : Nucléoside à adénine, nucléoside à thymine, nucléoside à cytosine et nucléoside à guanine. (Nucléoside = base azotée + sucre).
- Masse d'un nucléotide = 300g/mol
- Distance entre deux nucléotides = 0,34nm
- Liaison de Vander Valls : c'est une liaison qui unit une base azotée avec un sucre

Formules :

- Longueur d'un fragment d'ADN : $L = 0,34\text{nm} \times \text{nombre de nucléotides dans un brin}$
- Masse molaire du fragment d'ADN : $M = 300\text{g/mol} \times \text{nombre de nucléotides dans les 4 brins}$.

2.2. L'ADN constitue un langage génétique

La molécule d'ADN est en quelques sortes de « mots » écrits dans un langage à quatre lettres (A, T, C et G). Chaque molécule d'ADN renferme donc un ensemble de messages (les gènes). Un gène correspond à une portion de la molécule d'ADN caractérisée par une suite de nucléotides placés dans un ordre bien précis (séquence), cette séquence sera traduite par la cellule en un élément caractéregénétique (protéine). Un gène est une molécule intervenant dans la construction, le renouvellement et le fonctionnement d'une cellule.

2.3. ADN, constituant essentiel des chromosomes

L'ADN est une macromolécule associée à des protéines. Cette molécule est constituée de deux brins enroulés en une double hélice. La coloration des chromosomes avec le réactif de Feulgen permet de mettre en évidence la présence d'ADN, nous laisse apercevoir que l'ADN est le constituant majeur des chromosomes. Les chromosomes sont en fait de l'ADN condensé. Bref, l'information génétique héréditaire est portée par l'ADN.

3. Particularités des bases azotées de l'ADN

Des analyses quantitatives réalisées sur les molécules de l'ADN purifiées montrent que les molécules d'adénine et de thymine sont à un nombre équitable, de même que les molécules de cytosine et guanine (selon Chargaff), ce qui donne les rapports ci-après :

- $\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = \frac{A+G}{C+T} = 1$: ce rapport est identique à toutes les espèces.
- $\frac{A}{G} = \frac{T}{C} = \frac{A+T}{G+C}$: ce rapport varie considérablement selon les espèces, entre 0,4 à 2,6.

Exemples : chez l'homme, ce rapport est de 1,40 ; chez le bœuf, il est de 1,30 ; chez la bactérie, il est de 0,97.

CONCLUSION

L'ADN est le support de l'information génétique. Il est localisé dans le noyau chez les cellules eucaryotes, dans le cytoplasme chez les cellules Procaryotes.

NB : Chez les Procaryotes, l'ADN est circulaire et libre dans le cytoplasme tandis que chez les Eucaryotes, il est linéaire et contenu dans les chromosomes.

CHAPITRE 2 : EXPRESSION DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

INTRODUCTION

Chaque individu présente un ensemble de caractères qui correspondent à son phénotype. Ces caractères sont le produit de l'expression du matériel génétique puis qu'ils sont transmissibles à travers les générations. L'expression de ces caractères revient à la présence des protéines spécifiques (c'est-à-dire un arrangement spécifique des acides aminés).

Formule d'un acide aminé : $H_2N - CHR - COOH$

On appelle expression de l'information génétique, l'ensemble des mécanismes aboutissant à la synthèse de protéine à partir de l'information contenue dans le gène. La synthèse de protéines se réalise en deux étapes : la transcription et la traduction.

I. La transcription

La transcription est un mécanisme de synthèse de l'ARN à partir de la région codante de l'ADN. Elle se déroule dans le noyau chez les cellules eucaryotes.

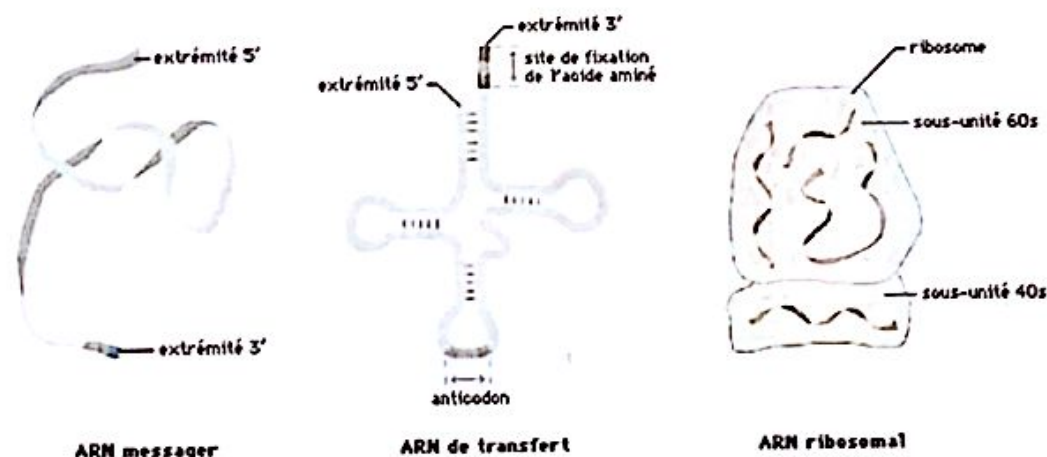
1. Structure de l'ARN

L'ARN est une macromolécule constituée d'une seule séquence de nucléotides (c'est-à-dire qu'elle a une structure monocaténaire). Ses constituants chimiques sont :

- l'acide phosphorique ou phosphate (H_3PO_4) ;
- un sucre appelé ribose ($C_5H_{10}O_5$) ;
- les bases azotées de deux types : bases puriques (Adénine (A) et guanine (G)) et bases pyrimidiques (Uracile (U) et Cytosine (C)).

Il existe trois types d'ARN qui assurent des fonctions différentes dans les cellules :

- ARN messager (ARNm) : il contient de l'information nécessaire à la synthèse d'une protéine et assure le transfert de l'information génétique du noyau au cytoplasme.
- ARN de transfert (ARNt) : c'est un adaptateur entre le codon (de l'ARNm) et l'acide aminé correspondant.
- ARN ribosomal ou ribosomique (ARNr) : il constitue avec les protéines, le ribosome et participe à la traduction.



Document 1 : Les acides ribonucléiques (ARN)

NB : l'ADN a pour synonyme acide thymonucléique ; L'ARN a pour synonyme acide zymonucléique.

2. Quelques tests chimiques permettant de localiser les acides nucléiques (ADN et ARN)
- 2.2. Test de Feulgen (1924, chimiste et médecin allemand)

Il permet de localiser uniquement l'ADN. Après hydrolyse partielle de l'ADN, le nucléole et cytoplasme restent incolores. Cette coloration spécifique de l'ADN confirme sa localisation dans le noyau.

2.3. Test de Brachet

C'est une technique permettant de mettre en évidence et de localiser les acides nucléiques (ADN et ARN) dans la cellule. On colore la cellule avec un mélange de colorants : le vert de méthyle colore l'ADN en vert et la pyronine qui colore l'ARN en rose ou rouge. On confronte des cellules témoins colorées avec des cellules traitées préalablement par une enzyme digérant respectivement l'ADNase ou l'ARNase. La comparaison des cellules ainsi traitées permet de localiser l'ADN et l'ARN.

Retenons que l'ADN est localisé dans le noyau, l'ARN dans le nucléole et le cytoplasme.

Les récentes découvertes ont fait mention de l'ADN dans les mitochondries et les chloroplastes (leur a valu le qualificatif des organites autonomes).

EXERCICE 1

Feulgen, en étudiant les constituants de la cellule, a mis en évidence une substance indispensable à la cellule.

- 1) De quelle substance s'agit-il ? comment a-t-il procédé ?
- 2) a. Voici la séquence (S) d'un de brins d'une molécule double d'ADN : TAGTUAUTC
Pensez-vous que cette séquence soit correcte ? si oui, reproduisez-la et si non, corrigez-la.
b. Etablissez la structure complète de chaîne double de ce fragment.
- 3) Comment cette substance participe-t-elle à la vie de la cellule ?

SOLUTION

- 1) Il s'agit de l'ADN. Il a procédé en colorant la cellule avec du réactif de Schiff, qui colore l'ADN en violet.
- 2) a. cette séquence est incorrecte. La séquence correcte est la suivante : TAGTTATTCAGT
b. structure complète de l'ADN :

$$\begin{array}{l} \text{TAGTTATTCAGT} \\ \text{ATCAATAAGTCA} \end{array}$$
- 3) L'ADN est le support de l'information génétique.

Document 2 : Etude comparative entre ADN et ARN

Caractéristiques spécifiques	ADN	ARN	Caractéristiques communes
Structure générale	Bicaténaire	Monocaténaire	ADN et ARN sont des acides nucléiques formés des nucléotides. H_3PO_4 , bases azotées (A, C et G)
Localisation dans la cellule eucaryote	Noyau	Cytoplasme et nucléole	
Taille et durée de vie	grandes	Courtes	
Fonction	Support de l'hérédité	Synthèse des protéines	
Types d'ADN et d'ARN	1 seul type	3 types : ARNm, ARNt et ARNr	
Bases azotées	A, C, G et T	A, C, G et U	
Sucre	Désoxyribose	Ribose	

3. Mécanisme de la transcription

La transcription correspond à la synthèse des molécules d'ARNm à partir du brin transcrit d'ADN. Elle a lieu dans le noyau. Le complexe enzymatique (ARN polymérase) joue un rôle indispensable dans la transcription. Lors de la transcription d'un gène, la molécule de l'ADN « s'ouvre » au niveau de ce gène, par rupture des liaisons hydrogènes entre les bases azotées complémentaires de deux brins.

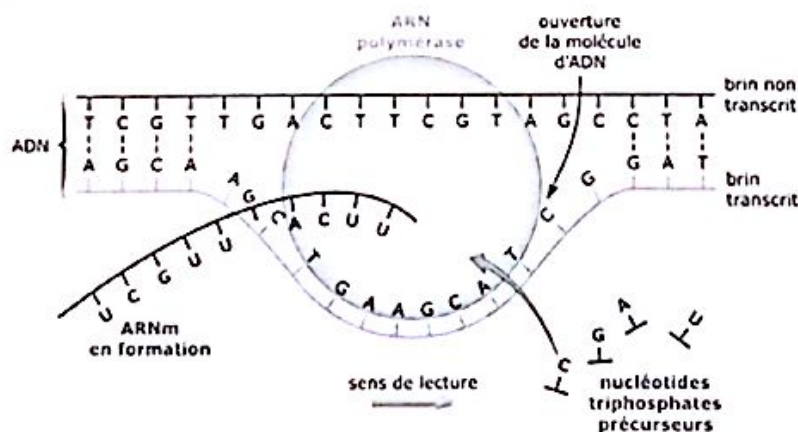
La synthèse de la molécule d'ARNm s'effectue au contact d'un de deux brins de l'ADN, appelé **brin transcrit**, par assemblage des nucléotides libres dans le noyau suivant un ordre précis imposé par la complémentarité des bases entre l'ARNm et le brin transcrit de l'ADN.

Les règles d'appariement des bases de l'ARNm et du brin transcrit d'ADN sont pratiquement similaires à celles qui régissent l'appariement de deux brins d'ADN. La différence réside dans le fait que le nucléotide à base uracile de l'ARNm s'apparie avec le nucléotide à base adénine de l'ADN. Lorsqu'une molécule d'ARNm est formée, elle se sépare de l'ADN et quitte le noyau par les pores présents au niveau de la membrane nucléaire. L'ARN polymérase reconnaît sur l'ADN les séquences de nucléotides qui signalent le début et la fin de la transcription. La synthèse d'ARN consomme de l'énergie.

Document 3 : Complémentarité ou appariement des bases azotées

ADN-ADN	ADN-ARNm	ARN-ARN
A-T	A-U	A-U
T-A	T-A	U-A
C-G	C-G	C-G
G-C	G-C	G-C

REMARQUE IMPORTANTE : à partir du brin non transcrit (ou codant), en remplaçant la thymine par l'uracile, on peut retrouver la séquence de l'ARNm. En revanche, pour obtenir l'ARNt, on se sert du brin transcrit et en remplaçant tout simplement la thymine par l'uracile.



Document 4 : Mécanisme de la transcription de l'ADN en ARNm

REMARQUES IMPORTANTES : Synonymes des brins de l'ADN

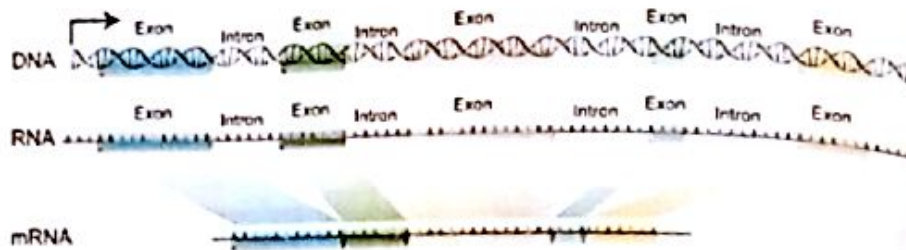
- **Brin transcrit :** brin matrice, brin non codant, brin anti sens, brin négatif, brin patron, brin gauche, brin fonctionnel, brin informatique.
- **Brin non transcrit :** brin non matrice, brin codant, brin sens, brin positif, brin droit.

NB : Brin transcrit : c'est le brin de l'ADN servant de matrice à la synthèse de l'ARNm.

Brin non transcrit : c'est le de brin de l'ADN qui diffère de la séquence d'ARNm par les thymines.

Exons : Ils correspondent aux séquences codantes et se trouvent sous forme complémentaires dans l'ARNm exporté vers le cytoplasme.

Introns : Ils correspondent à des séquences non codantes, insérées entre les exons et qui n'ont pas de complémentaires dans l'ARNm utilisé pour la synthèse protéique. Pour ce fait, le gène eucaryote est ainsi dit morcelé ou en mosaïque.



Document 5 : Séquence d'un gène

II. Traduction

La traduction est la synthèse de protéine à partir de l'ARNm. Elle a lieu dans le cytoplasme.

1. Le code génétique

Le code génétique désigne la correspondance entre la séquence des nucléotides de l'ARNm et la séquence des acides aminés protéinogènes. Dans le monde vivant, on dénombre quatre (4) types de nucléotides d'ARNm et vingt (20) acides aminés. Ce code a été mis en place à la suite d'un raisonnement mathématique qui a été confirmé par l'expérimentation.

- Si on fait correspondre à un nucléotide un acide aminé ($4^1 = 4$), on n'obtient pas un arrangement satisfaisant puis qu'une protéine ne renfermera au maximum que 4 acides aminés différents. Ce n'est pas le cas dans la nature.
- De même un arrangement qui fait correspondre deux (2) nucléotides à un (1) acide aminé n'est pas également satisfaisant ($4^2 = 16$).
- Gamow (en 1954) a conclu que chaque triplet de nucléotides appelé codon code pour un acide aminé donné ($4^3 = 64$).

Exemples : GUU code pour la valine (Val) ; UCU code pour la sérine (Ser) ; AAA code pour la lysine (Lys) ; GGU code pour la glycine (Gly).

On compte 64 codons différents parmi lesquels 61 désignent les acides aminés, 3 commandent l'arrêt de la synthèse protéique et sont appelés *codons stop* ou *codons non-sens* (UAA, UAG et UGA).

Caractéristiques ou propriétés du code génétique

Le code génétique possède cinq (5) propriétés :

- Le code génétique est *universel* (à quelques exceptions près) : car il est unique chez tous les êtres vivants ;
- Le code génétique est *redondant* ou *dégénéré* : car les codons différents peuvent coder pour le même acide aminé. Ces codons sont qualifiés de codons synonymes. Exemples : CCL, CCA, CCG codent pour un seul acide aminé (la proline).

NB : Parmi les 61 codons, le codon AUG qui code pour la *méthionine*, est le codon initiateur qui débute la synthèse de toute protéine.

- Le code génétique est *non chevauchant* : c'est-à-dire qu'un nucléotide n'appartient qu'à un seul codon et la lecture se fait codon par codon.
- Le code génétique est *non ponctué* : car chaque nucléotide de la chaîne appartient obligatoirement à un codon.
- Le code génétique possède *trois codons* qui ne définissent aucun acide aminé et sont appelés *codons stop* (UAA, UAG et UGA).

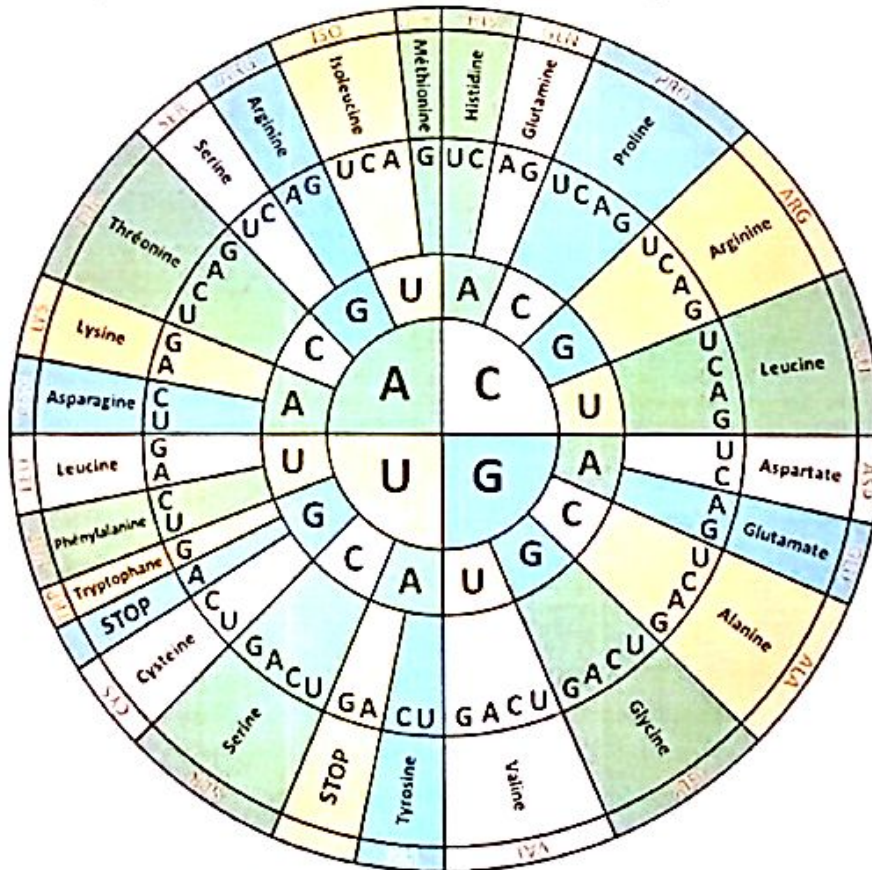
EXERCICE 2

Voici un fragment de molécule d'ADN : $\begin{cases} 3' \text{ TAAGGACTC } 5' \\ 5' \text{ ATTCCTGAG } 3' \end{cases}$

- 1) Combien de paires de nucléotides trouve-t-on dans ce fragment d'ADN ?
- 2) Qu'appelle-t-on brin transcrit et pourquoi cette précision ?
- 3) Qu'est-ce qu'un codon ? Combien y en a-t-il sur la chaîne sens ? Déterminez-les
- 4) Au niveau de l'ADN et de l'ARN, l'unité de la chaîne est appelé nucléotide. Combien y a-t-il des types de nucléotides ? Citez-les.
- 5) Donner les différences entre les deux types d'acides nucléiques.

SOLUTION

- 1) On trouve 9 paires de nucléotides.
- 2) Brin transcrit : c'est l'un de brins de l'ADN qui sert de matrice à la synthèse de l'ARNm. Cette précision parce qu'il est synthétisé par la transcription de l'ADN.
- 3) **Codon** : c'est un triplet de nucléotides de l'ADN ou de l'ARN. Il y a 3 codons sur la chaîne sens ; ce sont : *ATT, CCT, GAG*
- 4) Il y en 5 types de nucléotides ; ce sont : nucléotide à adénine, nucléotide à thymine, nucléotide à cytosine, nucléotide à guanine et nucléotide à uracile.
- 5) Faites une étude comparative entre l'ADN et l'ARN (confer cours).



Document 6 : Code génétique

2. Mécanisme de la traduction

La traduction de l'ARNm en protéine se fait en trois phases successives :

- La phase d'initiation

Elle est caractérisée par la fixation d'un ribosome au niveau du premier codon de l'ARNm qui est toujours AUG (codant pour la méthionine). La fixation du ribosome déclenche la synthèse protéique.

- La phase d'élongation

L'élongation du polypeptide se fait par déplacement relatif du ribosome et de l'ARNm. Chaque incorporation d'un nouvel acide aminé au précédent par une liaison peptidique.

- La phase de terminaison

En face d'un codon non-sens, et comme il n'existe aucun ARNt capable de reconnaître ce codon, la synthèse s'arrête par libération de la chaîne peptidique et détachement de deux sous-unités du ribosome. L'acide aminé initiateur ne fait pas partie de la protéine synthétisée, il sera également libéré.

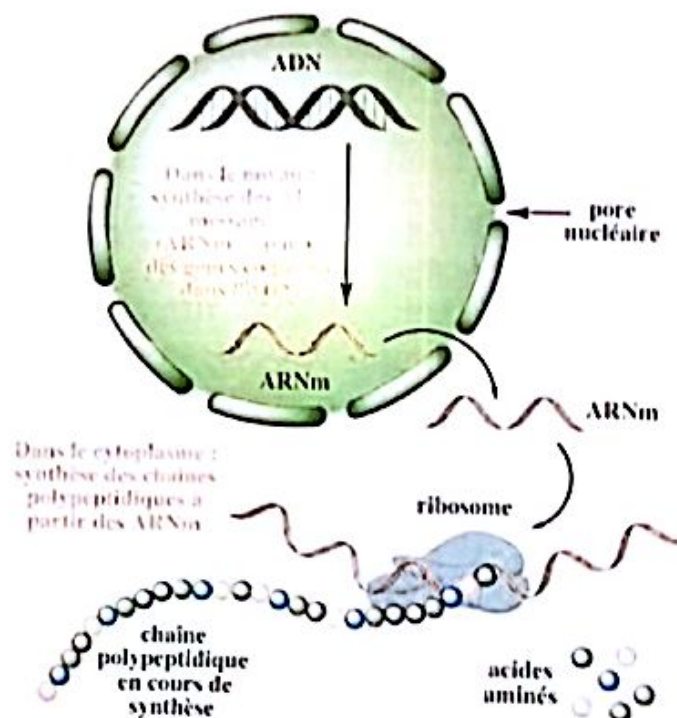
NB : On dit que l'ADN fait l'ARN : parce que l'ARNm est synthétisé par transcription à partir de l'ADN. On dit que l'ARN fait la protéine : parce que l'assemblage des acides aminés pour la synthèse des protéines se fait selon les codons de l'ARNm.

Codon : c'est le triplet des nucléotides de l'ARNm

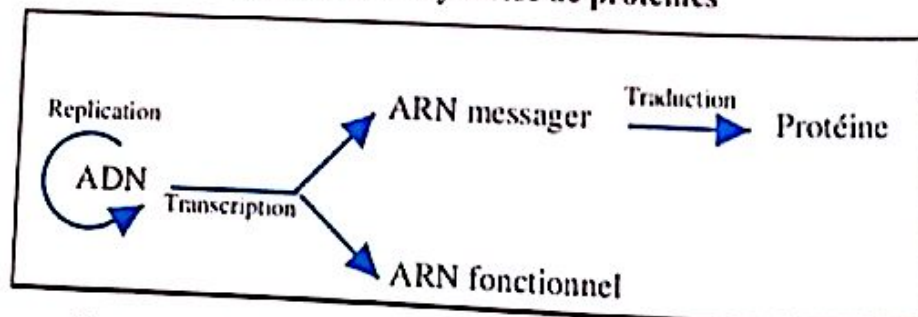
Codon non-sens : c'est le codon qui à la suite d'une mutation est devenu un codon stop.

Codon faux-sens : c'est le codon qui spécifie à la suite d'une mutation à un acide aminé différent celui qui était présent avant la mutation.

Codon stop : c'est l'un des trois codons (UAA, UAG, UGA) qui n'a pas de correspondance en ARNt dont la présence arrête la synthèse protéique.



Document 7 : Synthèse de protéines



Document 8 : Le dogme central de la biologie moléculaire

CONCLUSION

La synthèse protéique se déroule en deux étapes : la transcription (dans le noyau), qui à partir du brin transcrit de l'ADN produit une série de copies éphémères d'ARNm ; la traduction (dans le cytoplasme), au cours de laquelle l'information portée par l'ARN est décodée et traduite en séquence d'acides aminés. Cette étape décisive est réalisée au niveau des ribosomes, ateliers de synthèse contenant l'équipement enzymatique indispensable.

Rémarques : Un seul ARNm peut être lu par plusieurs ribosomes en même temps pour former ce qu'on appelle un polysome (chez l'homme, 5 à 20 ribosomes à la fois). *Si dans un exercice, on donne un seul brin d'ADN et qu'on n'indique pas la nature de ce brin, il s'agit d'un brin transcrit.*

CHAPITRE 3 : TRANSMISSION CONFORME DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

INTRODUCTION

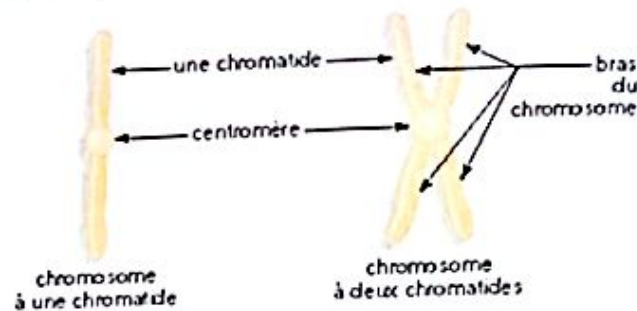
Chaque cellule fille hérite de la totalité de l'information de la cellule mère. La théorie (formulée par Jacob Schleiden et Theodor Schwann) expose que tous les êtres vivants sont constitués d'une ou de plusieurs cellules, que les cellules sont les unités fondamentales de toutes les formes biologiques, qu'elles dérivent toujours d'autres cellules préexistantes, et qu'elles transmettent l'information génétique nécessaire à leur fonctionnement ainsi qu'à la transmission de l'information aux générations des cellules suivantes.

La transmission intégrale de l'information génétique se fait au cours des processus complémentaires de réplication (copie de l'information génétique selon un processus semi-conservatif) et de division par mitose (division à l'identique d'une cellule mère en deux cellules filles).

1. Les chromosomes

1. Structure et composition d'un chromosome

Chromosome : c'est une structure moléculaire de la cellule constituée d'une longue molécule d'ADN support des gènes. Chez les eucaryotes, l'ADN est associé à des protéines spécifiques appelées histones.



Document 1 : Chromosomes

NB : Le chromosome à une chromatide est aussi qualifié de chromosome monochromatidien anaphasique.

Chromatide : c'est le produit de la duplication d'un chromosome. Une chromatide ne contient qu'une seule molécule d'ADN. Concernant le chromosome dupliqué, les chromatides sont qualifiés de chromatides sœurs, parce qu'elles possèdent des molécules d'ADN identiques.

Chromosomes homologues : ce sont des chromosomes identiques par la taille et la forme, portant les mêmes gènes sur les mêmes emplacements ou loci ; mais qui n'ont pas obligatoirement les mêmes allèles.

2. Nombre de chromosomes d'une espèce

Le nombre de chromosomes est appelé la garniture chromosomique. Il varie d'une espèce à l'autre, mais reste constant au sein d'une espèce.

Pour une espèce diploïde (organismes qui possèdent des paires de chromosomes homologues), la garniture chromosomique est exprimée par $2n$ (n étant le nombre de paires de chromosomes).

Les cellules haploïdes (cellules qui possèdent un seul jeu de chromosomes homologues) possèdent n chromosomes.

Exemples : Homme : $2n = 46$; Drosophile : $2n = 8$; Pois : $2n = 14$; Maïs : $2n = 20$; Gombo : $2n = 130$; Spermatozoïde humain : $n = 23$; Ovule humain : $n = 23$

Chez l'homme, les cellules somatiques (cellules du pancréas, du rein, du cœur ...) sont diploïdes, contre, les cellules germinales (spermatozoïdes et ovules) sont haploïdes.

3. Caryotype

C'est le nombre et la forme des chromosomes d'une cellule rangés en paires et par ordre décroissant.

Les trois principaux critères permettant de réaliser un caryotype sont : la taille des chromosomes, l'indice centromérique ($IC = \frac{p}{p+q}$) et les bandes de coloration. Le caryotype se réalise sur les cellules nucléées capables de se multiplier *in vitro* comme par exemple les lymphocytes T (du sang veineux).

Le caryotype est réalisé à la métaphase de la mitose, car à cet stade, les chromosomes sont plus condensés et visibles. Pour la réalisation du caryotype, les cellules sont bloquées à la métaphase par la colchicine, soumises à un choc hypotonique pour disperser les chromosomes, fixées par un mélange alcool-acide acétique puis étalées sur lame en cas de culture en suspension.

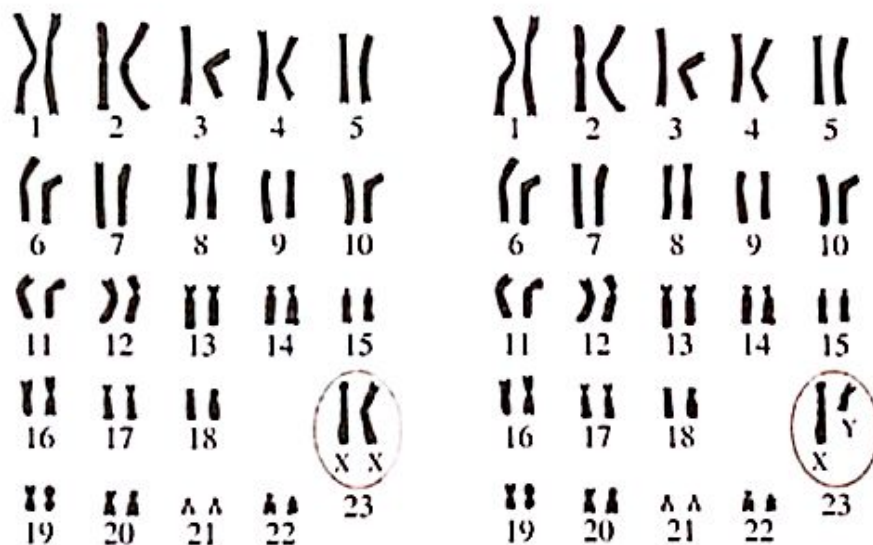
Les mitoses sont capturées sur un logiciel analyseur d'images et les chromosomes sont alors classés par paire.

4. La formule chromosomique

Elle correspond à la notation du résultat d'un caryotype et s'écrit de deux manières différentes :

- le nombre de chromosomes, les gonosomes présents ;
- $2n =$ nombre d'autosomes + les gonosomes.

Les gonosomes ou hétérochromosomes ou chromosomes sexuels sont des chromosomes appartenant à une paire responsable de la détermination du sexe, XX pour la femme et XY pour l'homme. La formule chromosomique s'écrit de la manière suivante : pour l'homme : $46, XY$ ou $2n = 44A + XY$; pour la femme : $46, XX$ ou $2n = 44A + XX$; pour le spermatozoïde : $23, X$ ou $n = 22A + X$; $23, Y$ ou $n = 22A + Y$; pour l'ovule : $23, X$ ou $n = 22A + X$.



Document 2 : Caryotype d'un homme (à droite) et d'une femme (à gauche)

II. Mécanisme de la réplication (duplication) de l'ADN

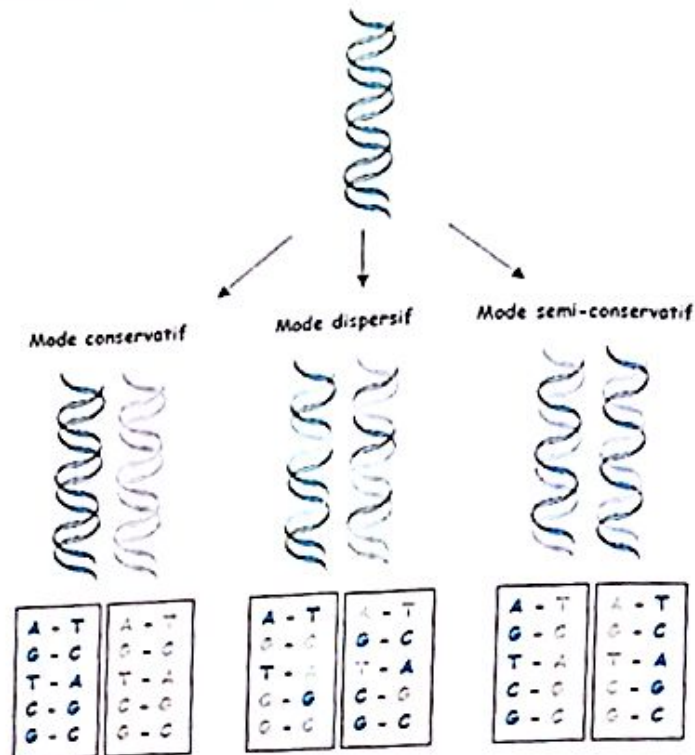
La réplication est le processus au cours duquel l'ADN est synthétisé grâce à l'ADN polymérase. Ce mécanisme permet d'obtenir, à partir d'une molécule d'ADN, deux molécules identiques à la molécule initiale. La réplication de l'ADN se déroule à l'interphase du cycle cellulaire, selon un modèle semi-conservatif, fondé sur le principe de la complémentarité des bases azotées.

1. Déroulement de la réplication

L'ADN polymérase se positionne au niveau de l'origine de la réplication (aussi appelée ORI) qui est une séquence unique d'ADN permettant l'initiation de la réplication. C'est à partir de cette séquence que débute une réplication unidirectionnelle ou bidirectionnelle. Les deux brins de l'ADN se séparent et des nouveaux nucléotides se fixent selon la complémentarité (A - T et C - G), à l'aide de l'ADN polymérase. On aboutit donc à deux molécules d'ADN identiques.

2. Modèles de réplication d'ADN

La réplication fut découverte en 1958 par Meselson et Stahl



Document 3 : Modeles de réplication de l'ADN

Document 4 : Différences entre la réplication et la transcription

Réplication	Transcription
ADN double brin, désoxyribonucléotides	ADN simple brin, ribonucléotides (Thymine → uracile)
ADN polymérase	ARN polymérase
Deux brins servent de matrice	Un seul brin matrice
Réplication semi-conservative	Transcription conservatrice
Tout l'ADN est répliqué	Une seule partie de l'ADN est transcrite
ADN répliqué parfaitement stable	ARN est instable
ADN polymérase a une activité exonucléasique	Aucune activité de transcription, donc moins fidèle.

- Réplication semi-conservative (modèle de Watson et Crick)

Le brin d'ADN qui sert de matrice à la réplication est le brin parental. Le nouveau complémentaire au brin parental est le brin néoformé. A l'aide d'une réplication, chacune des deux molécules d'ADN nouvellement formée est constituée d'un brin parental et d'un brin néoformé. On qualifie ce processus de semi-conservateur.

- Réplication conservative

A partir d'une molécule d'ADN bicatenaire « mère », on forme une nouvelle molécule d'ADN bicatenaire totalement néoformée.

- Réplication dispersive

Aucun brin ne reste intact, les nouveaux brins sont constitués à la fois d'ADN de la molécule parentale et d'ADN néoformé.

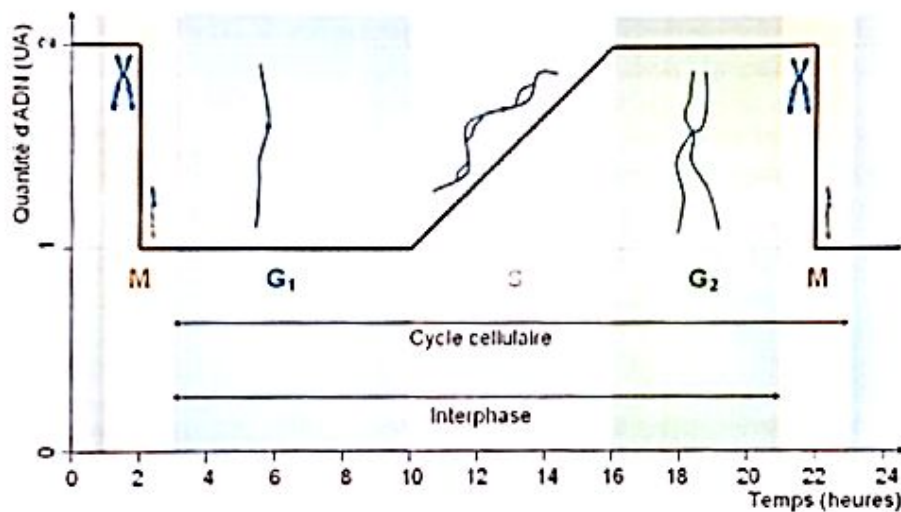
III. Mitose

La mitose est une division cellulaire permettant l'obtention de deux cellules filles et identiques à la cellule mère d'où l'appellation « reproduction conforme ».

IMPORTANCE DE LA MITOSE : la mitose intervient dans la croissance ou développement des organismes vivants, la reproduction conforme, dans le renouvellement cellulaire et dans la cicatrisation.

1. Evolution de la quantité d'ADN et de la structure d'un chromosome au cours d'un cycle cellulaire

Le cycle cellulaire est l'ensemble des étapes qui constituent et délimitent la vie d'une cellule. Ce cycle est composé de plusieurs phases de croissance dans lesquelles la cellule grossit et duplique son matériel génétique (interphase) et d'une phase où celle-ci se divise (mitose) pour donner naissance à deux cellules identiques (dans le cas de la mitose). Les cellules filles reprendront ce cycle, et ainsi de suite. Dans les cellules eucaryotes, le cycle cellulaire se subdivise en quatre phases : G_1 , S, G_2 qui constituent l'interphase et la mitose.



Document 5 : Evolution de la quantité d'ADN pour un noyau et de la structure d'un chromosome pendant le cycle cellulaire

G_1 : première phase de la croissance cellulaire (la plus longue) ; S : phase de synthèse d'ADN (réplication ou duplication) ; G_2 : seconde phase de croissance cellulaire ; M : mitose.

NB : Chez l'homme, la mitose dure 1h environ, mais de façon générale elle dure de 1h à 4h.

Cycle cellulaire (CC) = $G_1 + S + G_2 + M$

Interpretation du graphique

- Phase G_1 : période du cycle cellulaire des eucaryotes qui s'étend de la fin d'une mitose (télophase) au début de la réplication de l'ADN. C'est la première phase de croissance cellulaire au cours de laquelle la quantité d'ADN est maintenue constante (à qUA).
- Phase S : c'est la phase de synthèse de l'ADN par réplication semi-conservative. On constate que la quantité d'ADN augmente progressivement et double (qUA à 2qUA).
- Phase G_2 : C'est la phase de croissance cytoplasmique et d'activités intenses au niveau du cytoplasme. On remarque que la quantité d'ADN demeure constante mais double (2qUA) : c'est la seconde phase de croissance cellulaire.
- Mitose : c'est la répartition équitable de l'ADN entre deux cellules filles. Il ressort du graphique que la quantité d'ADN passe de 2qUA à qUA.

2. Les différentes phases de la mitose

2.1. Mitose chez la cellule animale

Les biologistes ont décrit quatre étapes caractéristiques de la mitose qui sont : prophase, métaphase, anaphase et télophase (PMAT).

- **Prophase (15 à 60 min)**

La prophase s'organise en filaments de plus en plus nets. Elle se caractérise par : la condensation de la chromatine en structures très ordonnées et individualisées appelées chromosomes ; le nucléole désagrège ; les fibres rayonnantes apparaissent autour des centrioles et forment les asters, qui migrent chacun vers un pôle de la cellule. Cette migration engendre le fuseau mitotique, structure bipolaire qui s'étend entre les asters ; la membrane nucléaire se disloque en fragments de réticulum et disparaît. À la fin de la prophase, les chromosomes se dupliquent en deux chromatides sœurs (portant toutes les mêmes informations génétiques).

- **Métaphase (quelques minutes seulement)**

C'est le rassemblement des chromosomes condensés à l'équateur de la cellule pour former la plaque métaphasique (équatoriale ou médiane). On observe que les chromosomes sont alignés selon leur centromère.

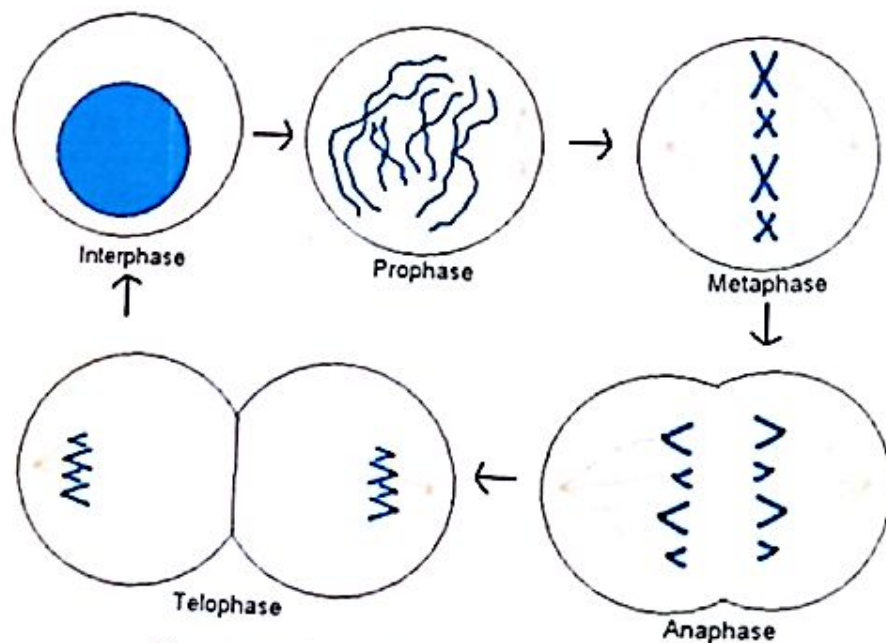
- **Anaphase (2 à 3 min)**

C'est une phase très rapide de la mitose où les chromatides se séparent au niveau des centromères et migrent vers les pôles opposés de la cellule.

NB : Durant cette phase, à la suite d'un signal spécifique qui correspond à une augmentation d'un facteur 10 de la concentration en calcium intracellulaire et à l'inactivation de la protéase, les chromatides sœurs se séparent brutalement.

- **Télophase (15 à 60 min)**

Elle est caractérisée par : la disparition des asters et du fuseau mitotique ; chaque chromosome fils s'entoure d'une enveloppe nucléaire (c'est la caryocinèse), le nucléole se reconstitue ; les chromatides sœurs se décondensent en chromatine ; la cytokinèse (cytotokinèse) qui correspond à la division du cytoplasme en deux par étranglement de la cellule au niveau de l'équateur.

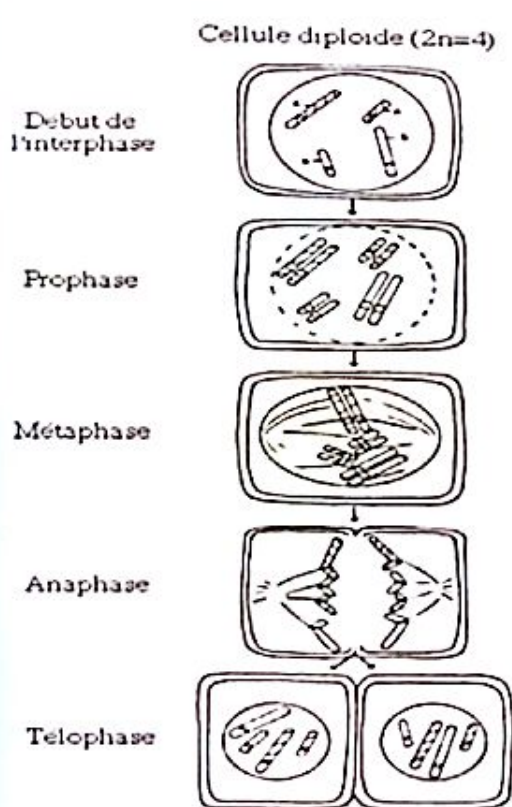


Document 6 : Étapes de la mitose animale

2.2. Mitose chez la cellule végétale

Les différences principales entre la mitose végétale et la mitose animale sont les suivantes :

- Dans les cellules végétales, il y a l'absence des centrioles ; au niveau de chaque pôle en début de prophase, il se produit une condensation cytoplasmique appelée calotte polaire, qui émet des rayonnements pour former en fin de prophase, le fuseau mitotique ;
- Chez la cellule végétale, la cytotodière est très différente de par la présence d'une paroi rigide (divisée en paroi primaire cellulosique et une paroi primitive préclinique, l'ensemble formant une paroi pectocellulosique). Elle se réalise par la construction d'une nouvelle paroi, le **phragmoplaste** appelé plus simplement **corps intermédiaire** entre les deux cellules filles. Cette paroi se développe de manière centrifuge : des vésicules golgiennes contenant la protectine s'accumulent du centre de la cellule vers la périphérie, puis ces vésicules fusionnent pour former le phragmoplaste qui se raccorde à la paroi primaire de la cellule mère, provoquant sa division en deux cellules filles. La paroi primaire et la membrane de deux cellules se reforment alors au niveau de cette séparation et le phragmoplaste se différencie en lamelle moyenne.



Les différences principales entre la mitose végétale et la mitose animale sont les suivantes :

- Dans les cellules végétales, il y a l'absence des centrioles ; au niveau de chaque pôle en début de prophase, il se produit une condensation cytoplasmique appelée calotte polaire, qui émet des rayonnements pour former en fin de prophase, le fuseau mitotique ;
- Chez la cellule végétale, la cytotodière est très différente de par la présence d'une paroi rigide (divisée en paroi primaire cellulosique et une paroi primitive préclinique, l'ensemble formant une paroi pectocellulosique). Elle se réalise par la construction d'une nouvelle paroi, le **phragmoplaste** appelé plus simplement **corps intermédiaire** entre les deux cellules filles. Cette paroi se développe de manière centrifuge : des vésicules golgiennes contenant la protectine s'accumulent du centre de la cellule vers la périphérie, puis ces vésicules fusionnent pour former le phragmoplaste qui se raccorde à la paroi primaire de la cellule mère, provoquant sa division en deux cellules filles. La paroi primaire et la membrane de deux cellules se reforment alors au niveau de cette séparation et le phragmoplaste se différencie en lamelle moyenne.

Document 7 : Etapes de la mitose végétale

IV. Mutations génétiques

Une mutation est une modification rare, accidentelle ou provoquée de l'information génétique (séquence d'ADN ou d'ARN) dans le génome. Selon la partie du génome touchée, les conséquences d'une mutation peuvent varier. Une mutation est dite héréditaire si la séquence génétique mutée est transmissible à la génération suivante (mutation germinale).

IMPORTANCE DE LA MUTATION : elle est l'un des éléments de la biodiversité et l'un des nombreux facteurs pouvant éventuellement participer à l'évolution de l'espèce.

1. Types de mutations

On distingue deux types de mutations : mutations ponctuelles (géniques) et mutations chromosomiques.

1.1. Mutations ponctuelles

C'est un changement de la structure du gène affectant un ou plusieurs nucléotides (entre autres). Il existe quatre types de mutations ponctuelles :

- Mutation par substitution : C'est le remplacement d'un ou de plusieurs nucléotides par un autre ou plusieurs autres.
- Mutation par insertion : C'est un ajout d'un ou de plusieurs nucléotides.
- Mutation par délétion : C'est la perte d'un ou de plusieurs nucléotides.
- Mutation par inversion : C'est la permutation de deux nucléotides voisins.

1.2. Mutations chromosomiques

C'est une mutation qui concerne un grand nombre de nucléotides de l'ADN de telle sorte que la mutation est observable lorsqu'on fait un caryotype. Il s'agit d'une duplication, de translocation, d'inversion, de délétion et d'insertion. Il peut s'agir aussi d'une perte ou d'un gain de chromosomes (trisomie, monosomie et aneuploïdie (caractérisant une cellule qui ne possède pas le nombre normal de chromosomes : $3n$, $4n$, $5n$...)).

NB : La mutation survient lors de duplication de l'ADN. Une mutation est dite sexuelle lorsqu'elle concerne un chromosome sexuel, par exemple X et Y chez les mammifères ou W et Z (ou X et Y) chez les volailles. Une mutation est dite autosomique lorsqu'elle touche un autre chromosome que les chromosomes sexuels.

	n	$n+1$	$n-1$
n	$2n$: normale	$2n+1$: trisomique	$2n-1$: monosomique
$n+1$	$2n+1$: trisomique	$2n+2$: tétrasomique	$2n$: normale
$n-1$	$2n-1$: monosomique	$2n$: normale	$2n-2$: nullisomique

2. Conséquences des mutations ponctuelles par substitution

- Mutation faux-sens (miss-sens) :

C'est une mutation qui entraîne une modification de l'acide aminé codé laquelle peut avoir une répercussion sur la fonction de la protéine produite par le gène.

Exemple : soit le fragment d'ADN : GCC TCT CCG → ADN initial.

CGG AGA GGC → ARNm initial.

Arg-Arg-Gly → Protéine initiale.

Substitution du premier nucléotide par le nucléotide à adénine (A).

ACC TCT CCG → ADN muté.

UGG AGA GGC → ARNm muté.

Trp-Arg-Gly → protéine mutée.

Conséquence : la nouvelle protéine est différente de l'ancienne par un acide aminé.

- Mutation non-sens (no-sens) :

C'est lorsque le changement d'un nucléotide provoque le remplacement d'un codon spécifique d'acide aminé par un codon stop. Cela entraîne la production d'une protéine tronquée ; Substitution du nucléotide numéro 4 par le nucléotide à adénine.

GGC ACT CCG → ADN muté.

CCG UGA GGC → ARNm muté.

Arg-stop → protéine mutée

Conséquence : la protéine est anormalement courte (tronquée), le plus souvent une protéine inactive.

- Mutation même sens ou silencieuse ou conservatrice :

C'est une mutation qui ne modifie pas la séquence d'une protéine, à cause de la redondance du code génétique (le nouveau triplet code pour le même acide que le triplet initial).

Substitution du nucléotide numéro 9 par le nucléotide à adénine (A).

GCC TCT CC → ADN muté.

CGG AGA GGU → ARNm muté.

Arg-Arg-Gly → protéine mutée.

Conséquence : la protéine est inchangée, il n'y a donc pas de conséquence.

3. Origines ou causes des mutations

Les mutations naturelles sont aléatoires, mais leur fréquence d'apparition peut être augmentée par des mutagènes (agents ou facteurs mutagènes). Ces agents peuvent être physiques (rayonnements ionisants X et γ , rayonnements UV) ou chimiques (agents alkylants, dérivés réactifs de l'oxygène).

4. Conséquences des mutations

Les mutations peuvent être classées selon leurs conséquences phénotypiques :

- Conséquences graves : cancer et maladies génétiques.
- Conséquences conditionnelles : ne s'expriment que dans certaines conditions particulières de la température et du niveau d'hydratation corporels).
- Mutations silencieuses : aucun effet sur l'organisme.
- Mutations neutres : apparition des caractères neutres, comme les groupes sanguins qui n'ont aucune incidence sur la capacité à se reproduire.

CONCLUSION

A l'issue de la mitose, chaque cellule fille reçoit un équipement génétique transmise de la cellule mère (sauf mutations). Aussi la mitose permet la croissance ou le développement de l'individu, le renouvellement cellulaire, la cicatrisation et la reproduction conforme de l'information génétique.

CHAPITRE 4 : BRASSAGE DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

INTRODUCTION

La méiose et la fécondation sont les deux étapes fondamentales de la reproduction sexuée qui assurent le maintien du nombre de chromosomes au cours des générations successives. Les individus d'une espèce donnée possèdent donc le même caryotype. Ils présentent cependant un patrimoine génétique différent. A chaque génération, les allèles sont brassés, de sorte que chaque individu en possède une combinaison unique. La méiose et la fécondation constituent des rouages essentiels de ce brassage génétique.

I. La méiose

La méiose est un processus de double division cellulaire qui prend place dans les cellules diploïdes de la lignée germinale pour former les gamètes haploïdes. Dans la gamétogenèse des animaux ce sont les cytes I (spermatocytes I et ovocytes I) qui subissent la méiose et se transforment respectivement en spermatides et ovules.

Il existe deux types de divisions cellulaires : la mitose, qui concerne les cellules somatiques et assure la naissance des cellules identiques à la cellule mère, et la méiose qui aboutit à la production de cellules sexuelles ou gamètes pour la reproduction.

La méiose se déroule en huit (8) étapes formant un ensemble de deux divisions cellulaires, successives et inséparables :

- Méiose I, dite division réductionnelle car elle permet de passer de $2n$ chromosomes doubles à n chromosomes simples.
- Méiose II, dite division équationnelle car elle conserve le nombre de chromosomes : ce sont n chromosomes doubles à n chromosomes simples.

La méiose permet ainsi la formation de quatre (4) cellules filles haploïdes ou gamètes.

1. Méiose I ou mitose réductionnelle

Elle comporte quatre phases de toute division cellulaire néanmoins présente des particularités.

1.1. Prophase I

C'est la phase la plus longue de la méiose, caractérisée par : la disparition de l'enveloppe nucléaire et du nucléole ; l'individualisation des chromosomes bichromatidiens par condensation de l'ADN à partir de la chromatine ; le rapprochement puis appariement des chromosomes homologues (formant des bivalents) ; la formation des asters et du fuseau de division ; l'apparition des figures appelées chiasmata au niveau des bivalents par l'intermédiaire du phénomène de crossing-over.

1.2. Métaphase I

Les paires de chromosomes homologues (bivalents) se placent en vis-à-vis de part et d'autre du plan équatorial. Leur orientation se fait de façon aléatoire : on appelle ce phénomène « la ségrégation aléatoire ».

NB : Durant cette phase, deux kinétochores vont s'attacher à chaque centrosome grâce à la formation d'un fuseau mitotique, les deux kinétochores d'un même centrosome sont dirigés vers le même pôle d'une cellule, et ceux du chromosome homologue vers l'autre pôle.

1.3. Anaphase I

Il se produit la séparation des chromosomes homologues de chaque bivalent sans clivage des centromères et migration vers chaque pôle d'un lot de n chromosomes à deux chromatides.

1.4. Télophase I

On observe une décondensation partielle des chromosomes, une disparition du fuseau de division créée à la métaphase, puis une séparation et individualisation en deux cellules par cytotélière.

2. Méiose II ou mitose réductionnelle

Il n'y a pas de réplication de l'ADN et la division se déroule immédiatement.

2.1. Prophase II

Elle est caractérisée par la disparition de l'enveloppe nucléaire ; le fuseau de division se met en place dans chacune de deux cellules.

2.2. Métaphase II

Les chromosomes se placent sur la plaque métaphasique par leurs centromères. Leur condensation est maximale.

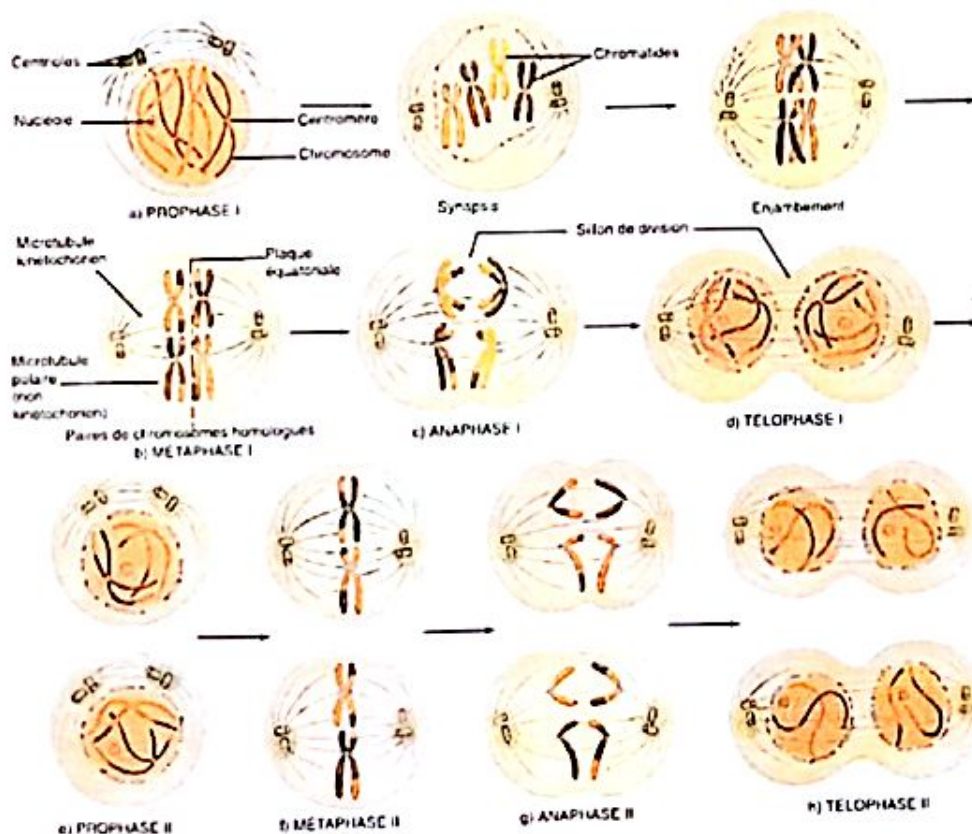
2.3. Anaphase II

Les chromatides sœurs de chaque chromosome se séparent après rupture de leurs centromères et migrent vers les pôles opposés de la cellule, tirées par des fibres protéiques.

2.4. Télophase II

Les quatre cellules haploïdes issues de la méiose possèdent n chromosomes simples. Durant cette phase, chaque centrosome se répartit dans les deux cellules filles formées grâce à la caryokinèse (ou caryokinèse) et la cytotédiérèse.

Bilan de la méiose au niveau chromosomique : 1 Cellule ($2n$, 2 chromatides) \rightarrow 2 Cellules (n , 2 chromatides) \rightarrow 4 Cellules (n , 1 chromatide).



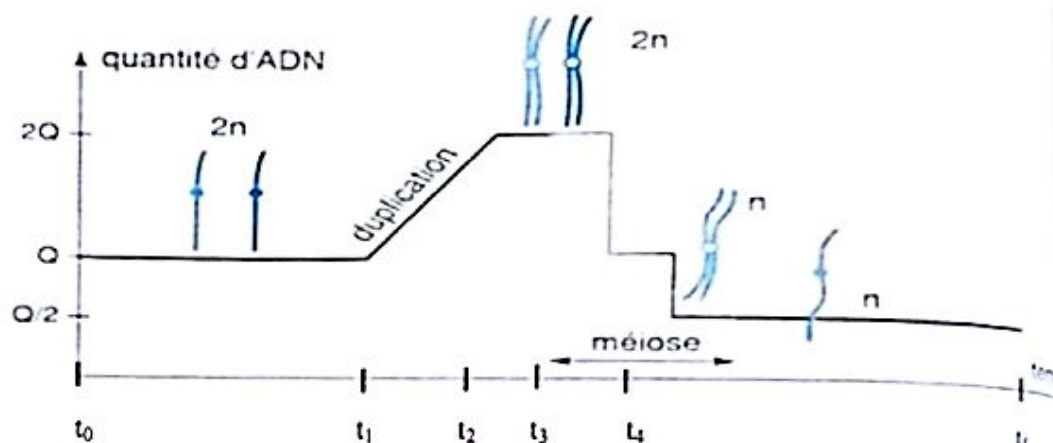
Document 1 : Etapes de la méiose ($2n = 4$)

3. Variation du taux d'ADN au cours de la méiose

Interprétation du graphique :

- De $t_0 - t_1$: la quantité d'ADN est constante, c'est la première phase de croissance cellulaire (G_1) où le noyau est diploïde ;

- De $t_1 - t_2$: on constate que la quantité d'ADN augmente progressivement et double pendant la phase (S) où s'effectue la réplication de l'ADN. Pendant cette phase, les deux brins de l'ADN se séparent et chaque brin reconstitue un brin nouveau complémentaire.
- De $t_2 - t_3$: c'est la deuxième phase de croissance cellulaire (G_2) où la quantité d'ADN est maintenue constante mais double ($2q$).
- De $t_3 - t_4$: on note une première chute de la quantité d'ADN de $2q$ à q , cela s'explique par l'ascension polaire des chromosomes à l'anaphase I.
- De $t_4 - t_5$: on note une deuxième chute de la quantité d'ADN qui passe de q à $q/2$, cela s'explique par la division des centromères et l'ascension polaire des chromosomes à l'anaphase II.



Document 2 : Evolution du taux d'ADN et de structure du chromosome au cours de la méiose

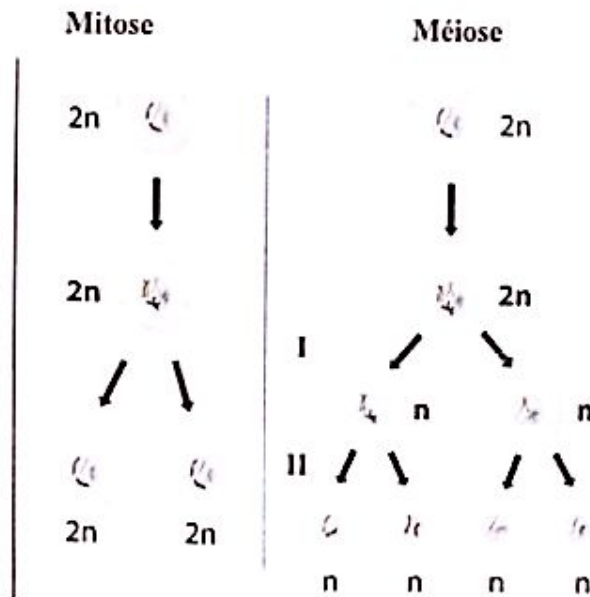
IMPORTANCE DE LA MEIOSE : la méiose permet de réduire de moitié le contenu génétique d'une cellule, de brasser l'information génétique et de transmettre l'information génétique à la génération suivante.

Document 3 : Différences entre mitose et méiose

Mitose	Méiose
Produit 2 cellules	Produit 4 cellules
Produit des cellules somatiques	Produit des gamètes
A lieu partout dans le corps	A lieu dans les gonades (testicules et ovaires)
Les cellules filles sont diploïdes	Les cellules filles sont haploïdes
Les cellules filles sont identiques l'une à l'autre et à la cellule mère	Les cellules filles sont uniques

Document 4 : Différences entre méiose I et méiose II

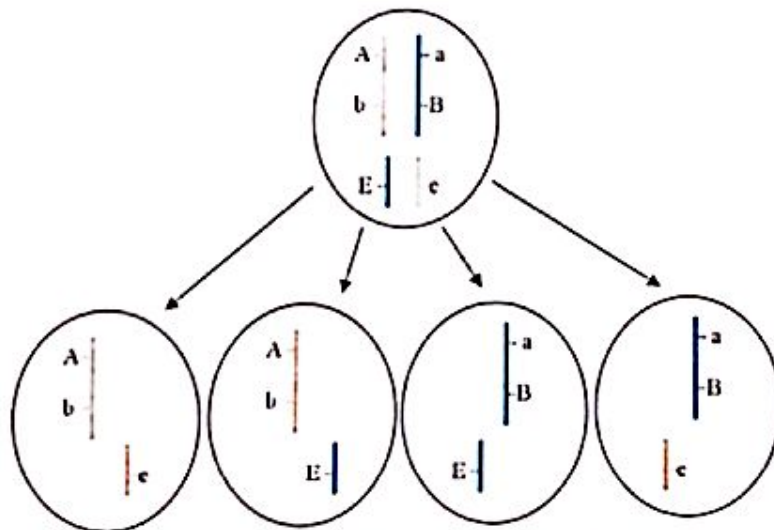
Méiose I	Méiose II
Divise par deux le nombre de chromosomes	Divise par deux la quantité d'ADN
Précédée de l'interphase	Non précédée de l'interphase
Distribue les chromosomes homologues entre les cellules	Sépare les chromatides au niveau des centromères
Prophase I : longue et avec crossing-over	Prophase II : courte et sans crossing-over



Document 5 : Comparaison schématique entre mitose et méiose

II. Brassages chromosomiques

1. Brassage interchromosomique et méiose

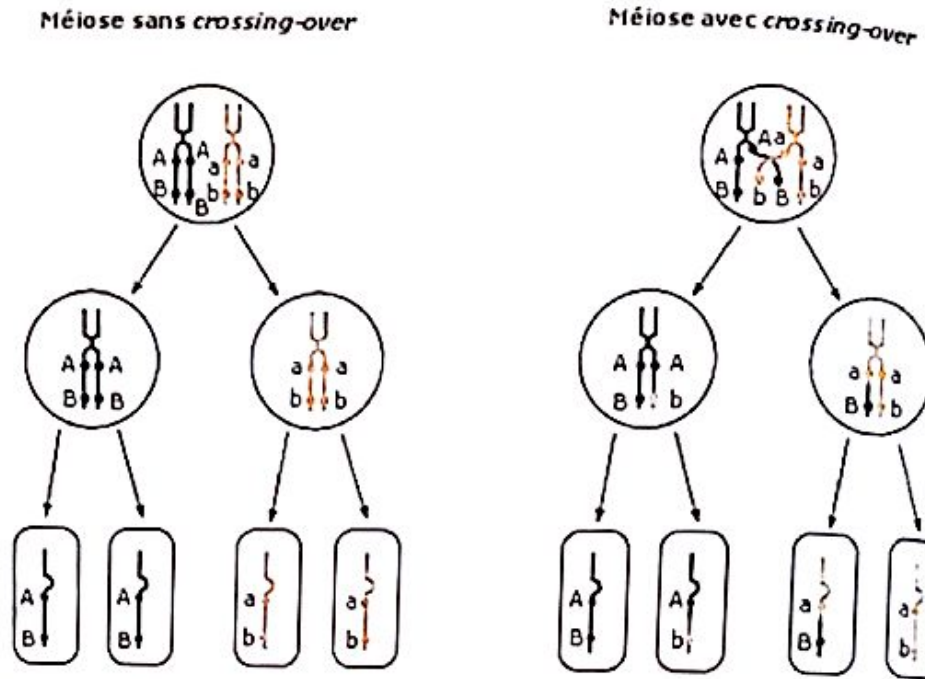


Document 6 : Schéma du brassage interchromosomique au cours de la méiose

Il est dû à la disjonction aléatoire et indépendante des chromosomes homologues à l'anaphase I de la méiose. Le brassage interchromosomique permet de produire $2^2 = 4$ gamètes différents pour 2 paires de chromosomes homologues et pour deux méioses différentes et donc 2^n catégories de gamètes pour n paires de chromosomes soit $2n$ chromosomes et pour toutes les méioses possibles. Donc pour l'homme, 2^{23} possibilités soit 8.388.608 gamètes différents par sexe. Une seule méiose ne produira que 2 types de gamètes différents.

Chez les espèces diploïdes, ce brassage est mis en évidence lors des croisements de deux individus différents par deux gènes portés par deux chromosomes différents (on parle des gènes indépendants). *Le brassage interchromosomique crée des nouvelles combinaisons de chromosomes.*

2. Méiose et brassage intrachromosomique



Document 7 : Schéma du brassage intrachromosomique au cours de la méiose

Lors de la prophase I, les chromosomes homologues à deux chromatides sont étroitement appariés formant ainsi des tétrades. On observe des enjambements de chromatides qui se forment des chiasmas. A leur niveau, peuvent se produire des échanges symétriques des portions de chromatides. Ce phénomène appelé recombinaison par crossing-over aboutit à un échange d'entre les chromatides des chromosomes homologues et donc une nouvelle combinaison allélique. Chez les organismes diploïdes, cette recombinaison est mise en évidence lors du croisement entre individus différents par deux caractères gouvernés par deux gènes portés par le même chromosome (par exemple les gènes partiellement liés).

NB : La fréquence des crossing-over entre deux gènes est d'autant plus importante que les gènes ont des loci éloignés. Le brassage intrachromosomique crée des nouvelles combinaisons d'allèles sur les chromosomes.

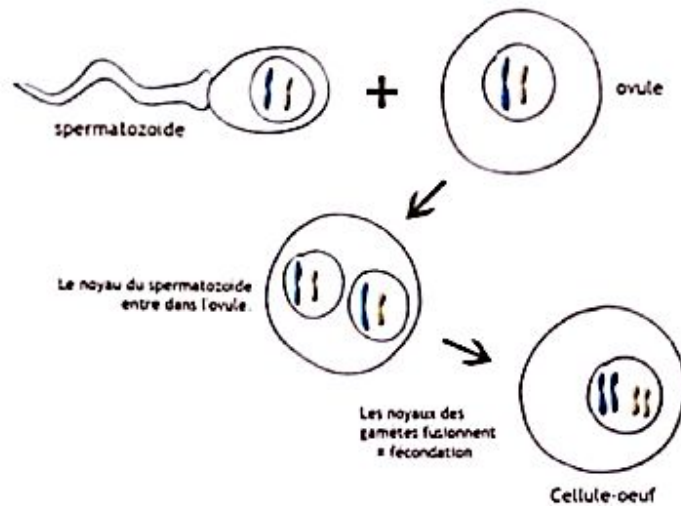
Conséquences génétiques de la méiose : elle assure les brassages intra et interchromosomique, et de variabilité génétique.

3. La fécondation amplifie le brassage chromosomique

La fécondation en réunissant aléatoirement un gamète mâle et un gamète femelle amplifie considérablement le brassage génétique. Chacun des gamètes possède une combinaison d'allèles à l'extrême diversité des combinaisons possibles. La fécondation de ces deux gamètes conduit à toute cellule-œuf d'une combinaison originale des allèles des gènes de l'espèce. Par exemple, chez l'homme le nombre de cellules œuf que la fécondation peut générer est de 2^{46} ($2^{23} \times 2^{23}$) soit plus de 70.000 milliards, d'où une probabilité très faible de rencontrer deux individus portant les mêmes allèles.

NB : Au total, il en résulte la formation de 2^{2n} zygotes possibles pour une espèce. La fécondation réalise le brassage interchromosomique.

NB : L'alternance des phases haploïdes et diploïdes est permise par deux processus complémentaires : la méiose permet la formation des cellules haploïdes à partir des cellules diploïdes et la fécondation réunit deux cellules haploïdes et rétablit la diploïdie. C'est la complémentarité de ces deux mécanismes qui permet le maintien du nombre de chromosomes d'une génération à une autre.



Document 8 : Schéma du brassage interchromosomique au cours de la fécondation

III. Cycle chromosomique et cycle de développement

Cycle chromosomique : c'est la reconstitution périodique du stock chromosomique caractéristique de l'espèce.

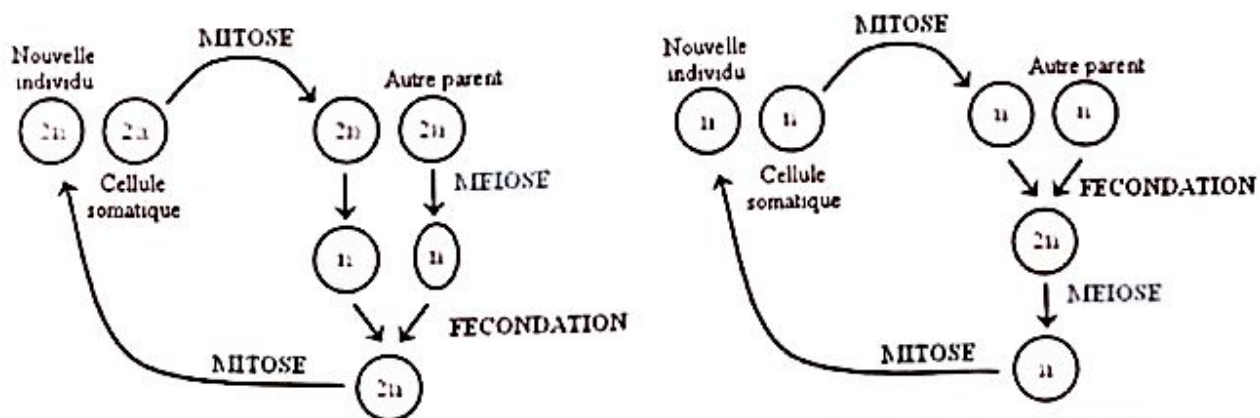
Cycle de développement (cycle de vie, cycle vital, cycle biologique) : c'est la période du temps pendant laquelle se déroule une succession de phases qui composent la vie complète d'un organisme vivant par reproduction. Le cycle de développement se subdivise en trois types :

- Cycle monogénétique haplophasique

Dans le cas où le zygote est la seule cellule diploïde du cycle de vie et qu'il subit la méiose sans division mitotique, on parle du cycle haplobiontique ; C'est par exemple le cas de certains champignons (spirogyre) ou encore chez le plasmodium.

- Cycle monogénétique diplophasique

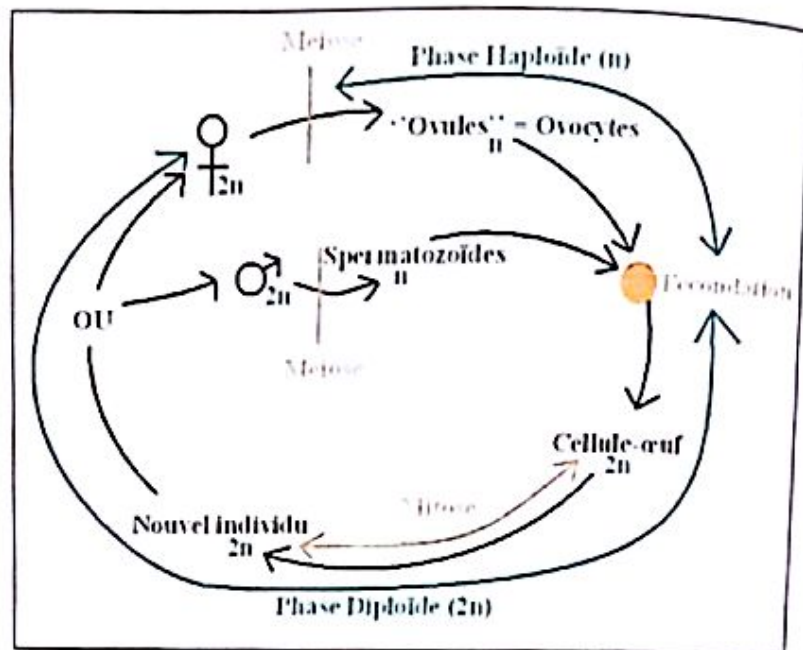
Dans le cas d'un cycle où il n'existe qu'une génération diploïde, et que donc les gamètes sont les seules cellules haploïdes (et ne subissent pas de mitose), on parle du cycle haplobiontique. Exemples : Les mammifères et certains végétaux (algues brunes)



Document 9 : Cycle diplophasique (à gauche) et cycle haplophasique (à droite)

- Cycle digénétique haplodiplophasique

Un cycle qui alterne des générations diploïdes et haploïdes est appelé cycle haplodiplobiontique. Il peut comporter 2 ou 3 générations (on parle du cycle digénétique ou trigénétique). Exemples : Ulva, lactuca, Asporogopsis, mousses, fougères, angiospermes, embryophytes.



Document 10 : Cycle haplodiploïde

CONCLUSION

La reproduction sexuée qui fait intervenir méiose et fécondation, permet le n caryotype de l'espèce, donc sa stabilité (sauf anomalies), toutefois, grâce aux brassages interchromosomique lors de la méiose, un individu peut produire une infinité de gamètes de la combinaison d'allèles qu'il renferme. La fécondation, réunissant au hasard deux gamètes brassés. Ces mécanismes expliquent la diversité génétique des individus d'une même espèce; descendants d'un même couple ne peuvent avoir les mêmes génotypes (probabilité très faible) chaque individu est unique génétiquement (sauf les vrais jumeaux).

CHAPITRE 5 : ASPECTS BIOLOGIQUES ET CYTOLOGIQUES DE LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

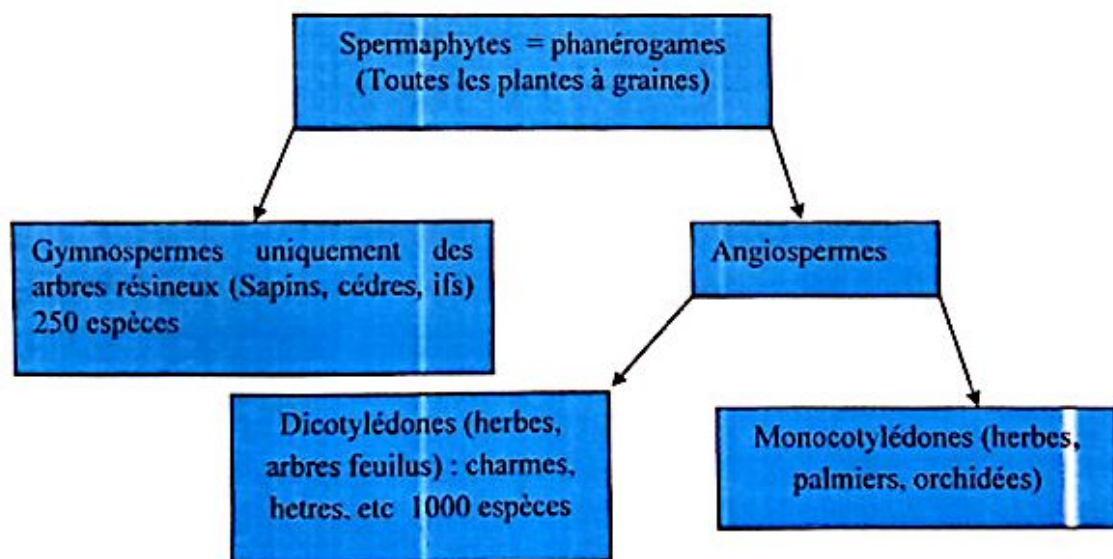
INTRODUCTION

Beaucoup des végétaux possèdent des fleurs et des graines et sont appelés *phanérogames* (ancienne appellation) ou *spermaphytes* ou *spermatophytes*, qui comprennent deux groupes ou sous-embranchements : les *gymnospermes* ou plantes à graines nues et les *angiospermes* ou plantes dont les graines sont enfermées dans le fruit. **NB** : La *fructification* ou nouaison désigne le passage de la fleur au fruit ; elle est déclenchée par la fécondation.

<i>Angiospermes</i>	<i>Gymnospermes</i>
Fleurs, graines enfermées dans le fruit, double fécondation	Cônes, graines nues, pas de double fécondation

Notre étude va porter sur les angiospermes, plantes vasculaires à fleurs et à graines enveloppées ; la fleur étant leur appareil reproducteur. Les angiospermes sont subdivisées en deux classes :

- *Monocotylédones* : ce sont les plantes dont la graine n'a qu'un seul cotylédon. Exemples : Maïs, blé, palmier, canne à sucre.
- *Dicotylédones* : ce sont les plantes dont la graine a deux cotylédons. Exemples : Arachide, haricot, pois.



Document 1 : Sous-embranchements de spermaphytes

I. Organe reproducteur et gamètes

A. Organisation générale de la fleur

1. Généralité

Une plante est dite **monoïque**, lorsque chaque individu porte à la fois des fleurs mâles et des fleurs femelles. Exemples : maïs (*Zea mays*), courgette (*Cucurbita pepo*).

Une plante est dite **dioïque**, quand chaque individu porte un seul genre des fleurs mâles ou femelles. Exemples : papayer (*Carica papaya*), palmier à huile (*Elaeis guinensis*), Marijuana (*Canabis sativa*), Ronier (*Borassus flabellifer*), Pistachier (*Pistacia vera*).

Une plante est dite **hermaphrodite**, lorsqu'elle porte dans la même fleur, les organes sexuels mâles et femelles (étamines et pistil). Exemples : gombo (*Abelmoschus esculentus*), avocatier (*Persia americana*).

Une fleur est formée par un ensemble des pièces florales placées sur l'extrémité renflée ou renflée d'un rameau, le pédoncule floral qui est inséré sur la tige. Généralement, les organes reproducteurs sont protégés par un ensemble des pièces protectrices formant les verticilles.

2. Les pièces protectrices

Les pièces protectrices sont des pièces stériles et on a de l'extérieur vers l'intérieur :

- **Le calice** : il est généralement vert et formé des sépales soudés à leur base (gamosépales) ou libres (dialysépales) ;
- **La corolle** : elle est composée des pétales ou pièces colorées de la fleur. Les pétales ont souvent à leur base des glandes spécialisées qui sécrètent du nectar, attirant les insectes ou oiseaux pollinisateurs. **NB** : Calice et corolle forment le **périanthe** ou **enveloppe florale**.

3. Les pièces fertiles

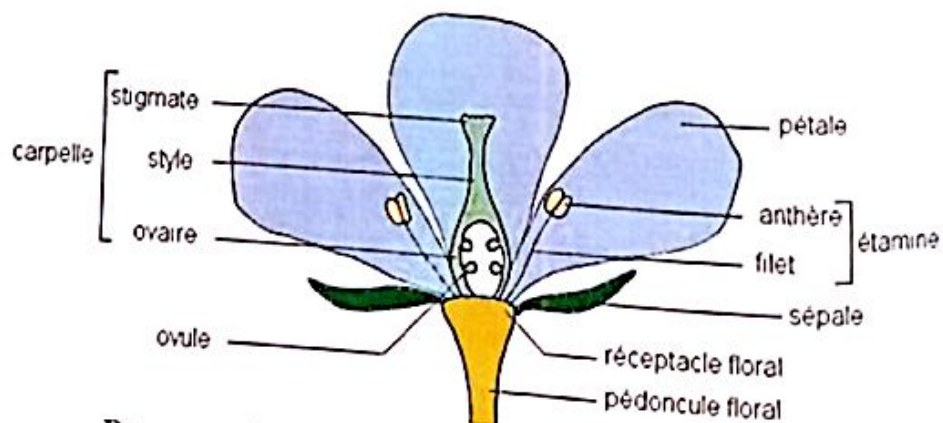
- **Étamines** (ou microsporophylles) : ce sont des organes reproducteurs mâles qui forment l'androcée. Elles fabriquent le pollen, contenant des cellules reproductrices mâles (gamètes).
- **Carpelles** (macrosporophylles) : ce sont les organes reproducteurs femelles qui forment le gynécée ou pistil.

NB : Dans la majorité des cas, la fleur possède à la fois un androcée et un gynécée : elle est **bisexuée** (androgynie ou hermaphrodite). Dans différentes espèces cependant, toutes les fleurs ne sont pas bisexuées, certaines d'entre elles sont **unisexuées**, c'est-à-dire les unes renferment un gynécée et pas d'androcée (**fleurs pistillées**), les autres renferment un androcée et pas de gynécée (**fleurs staminées**). On rencontre aussi des **fleurs stériles** (dépourvues des étamines et des carpelles) occupant une position bien précise dans certaines inflorescences. Il existe néanmoins certains cas particuliers :

- **Fleurs apérianthées** : ce sont des fleurs dépourvues d'enveloppe florale (fleurs sans pétales). Exemples : Saule (*Salix pentandra*), Frêne (*Fraxinus ornus*).
- **Fleurs à périanthe simple** : ce sont des fleurs qui possèdent une seule sorte de pièces (sépales ou pétales). Exemples : fleurs à périanthe simple sépaloïdes, Chénopode blanc (*Chenopodium album*), fleurs à périanthe simple pétaloïdes.

Un cas rare est celui des **plantes trioïques** où il existe des individus mâles, des individus femelles et des individus hermaphrodites. Exemple : Fraisier de Virginie (*Fragaria virginiana*).

Enfin, il peut arriver qu'une plante porte à la fois des fleurs unisexuées mâles, des fleurs unisexuées femelles et des fleurs hermaphrodites : dans ce cas, la plante est dite **polygame**. Exemple : pimpernelle (*Sanguisorba minor*).



Document 2 : Coupe schématique d'une fleur bisexuée

B Étamines et grain de pollen

1. Étamine

L'étamine est un organe reproducteur mâle formé de l'anthère et du filet dont le rôle est de produire les grains de pollen.

2. Grain de pollen

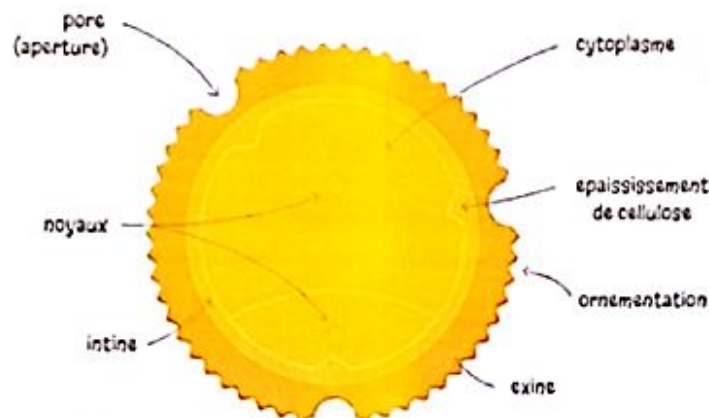
2.1. Structure d'un grain de pollen

Lorsque la fleur est suffisamment avancée, les anthères sont couvertes d'une poudre jaune d'or, le pollen dont l'observation à « sec » ou mieux dans une goutte d'eau sucrée à 10% montre des grains plus ou moins sphériques, les grains de pollen (2,5 à 200 μm).

Ils sont limités par une membrane externe, épaisse parfois perforée et toujours finement ouvragé (orné), l'exine qui est cutinisée, rigide, imperméable et doublée à l'intérieur d'une seconde enveloppe, l'intine plus mince, souple, lisse et cellulosique.

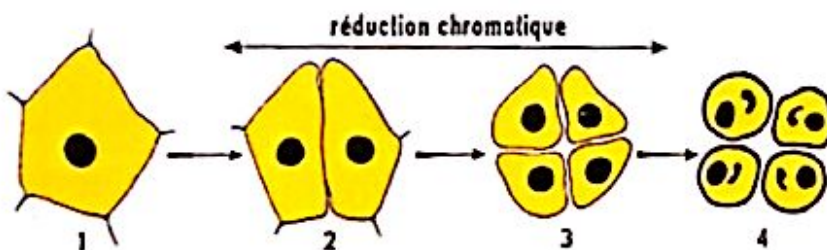
Dans son cytoplasme, deux cellules imbriquées : la cellule végétative à gros noyau circulaire, et la cellule reproductrice ou génératrice à petit noyau elliptique.

NB : La taille, la forme et l'ornementation des grains de pollen sont caractéristiques de l'espèce.



Document 3 : Schéma d'un grain de pollen

2.2. Formation du grain de pollen (pollinogénèse ou microsporogénèse ou palinogénèse)



Formation des grains de pollen. 1. Cellule mère à 2n chromosomes. 2. Réduction chromatique, première division. 3. Réduction chromatique, deuxième division aboutissant à la formation de tétraspores à n chromosomes. 4. Grains de pollen : 2 noyaux à n chromosomes.

Document 4 : Schéma simplifié du processus de la formation du grain de pollen

Chaque cellule fertile diploïde subit la méiose et donne 4 cellules haploïdes appelées microspores. Ces microspores restent groupées par 4 ou tétrades à l'intérieur de l'ancienne paroi de la cellule mère. Il s'en suit une endomitose (division du noyau sans cytotélerèse). Les jeunes microspores issues subissent une maturation puis une différenciation en élaborant une membrane interne (intine) puis une membrane externe (exine). Chaque microspore devenu grain de pollen, à la fin de cette évolution possède deux noyaux à n chromosomes chacun.

Les grains de pollen se séparent les uns des autres, ils se déshydratent pour entrer en vie de latence, forment une poudre emplissant les sacs polliniques mûrs. La déhiscence ou la pourriture de l'anthère libère alors le pollen.

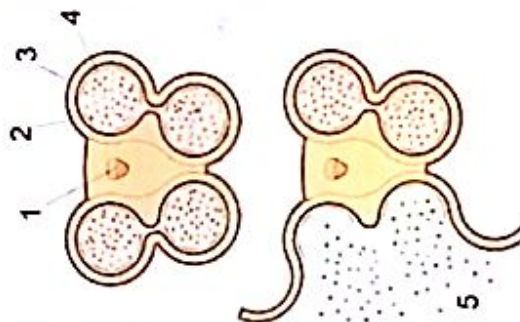
C Carpelle et ovule

1. Carpelle

Le carpelle est une enveloppe protectrice d'origine foliacée enfermant les ovules des angiospermes. L'ensemble de carpelles constitue le gynécée. Le carpelle se transforme en fruit après fécondation. Le carpelle comprend trois parties :

- L'**ovaire**, une cavité close qui abrite les ovules insérés au niveau des placentas. Le gynécée ovarienne (carpelle) est qualifiée d'uniovulée lorsqu'elle ne contient qu'un ovule et pluriovulée dans le cas contraire.
- Le **style**, en forme de colonne, qui relie l'ovaire au stigmate. Il y a autant de styles que de carpelles et ils peuvent être soudés, n'en formant plus qu'un ou libres.
- Le **stigmate**, situé à l'extrémité du style, il n'a pas d'épiderme et est souvent visqueux et recouvert de papilles afin de mieux capter le pollen lors de la pollinisation.

NB : Pois (*Pisum sativum*), céréales (*Triticum aestivum*) ont un gynécée renfermant un seul carpelle. Renoncule (*Ranunculus arvensis*) a un gynécée renfermant plusieurs carpelles.



Document 5 : Coupe de l'anthère (1 : Faisceau vasculaire ; 2 : Epiderme ; 3 : Membrane fibreuse ; 4 : Tapetum ; 5 : Pollen).

2. Ovule

C'est une masse cellulaire ovoïde, rattachée au placenta par le funicule, dans lequel se développe le sac embryonnaire.

2.1. Structure de l'ovule

L'ovule est formé de plusieurs éléments :

- Le **funicule** ou pédicelle, correspond au support de l'ovule, se prolonge sur le côté de l'ovaire proprement dit et constitue le raphé. La limite funicule-raphé est appelée hile (point où le funicule se relie à l'ovule).
- **Deux téguments** : l'un externe, la primine et l'autre interne, la secondine, étroitement accolés entourent l'ovule. A une extrémité, ils sont percés d'un orifice, le micropyle ;
- Au centre, une masse cellulaire, le **nucelle** ou tissu fondamental (abrite une grosse cellule mère accompagnée à chacune de ses extrémités de trois cellules dont l'ensemble forme le sac embryonnaire) ;
- Au sein du nucelle, se trouve le **sac embryonnaire** bien distinct renfermant 7 cellules spécialisées ;
- Des **faisceaux libéro-ligneux** ou faisceaux conducteurs apportant les sèves à l'ovule, raccordés aux faisceaux placentaires, pénètrent dans l'ovule par le funicule et s'épanouissent en un point, la **chalaze** ou surface au niveau de laquelle le nucelle et tégument se confondent (opposé au micropyle).

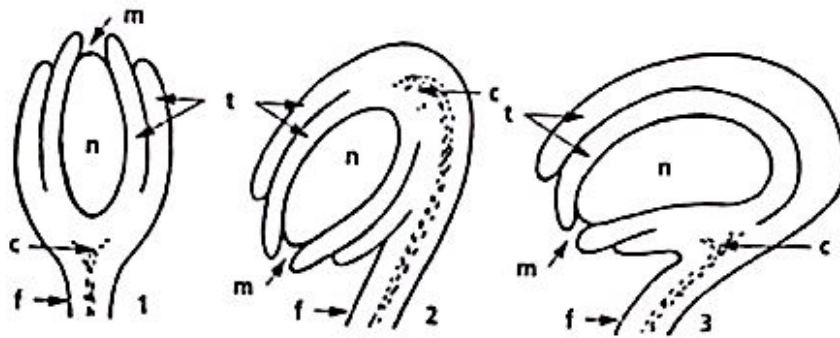
NB : L'ovule jeune contient la cellule mère du sac embryonnaire tandis que l'ovule mûr contient le sac embryonnaire lui-même. Le mode de fixation des ovules dans l'ovaire est appelé la **placentation**.

Rémarque : Il existe trois types d'ovules se caractérisant par la position relative du micropyle, du sac embryonnaire, du funicule et du hile :

- **Ovule droit ou orthotrope** : micropyle dans l'axe du funicule. Exemple : maïs.

- *Ovule courbe ou penché ou recourbé ou campylotrope* : à embryon courbe, à hile près du micropyle et sans raphé. Exemples : haricot et pois.
- *Ovule renversé ou anatrope* : à embryon droit, à hile situé très du micropyle et possédant un raphé. Exemple : le ricin.

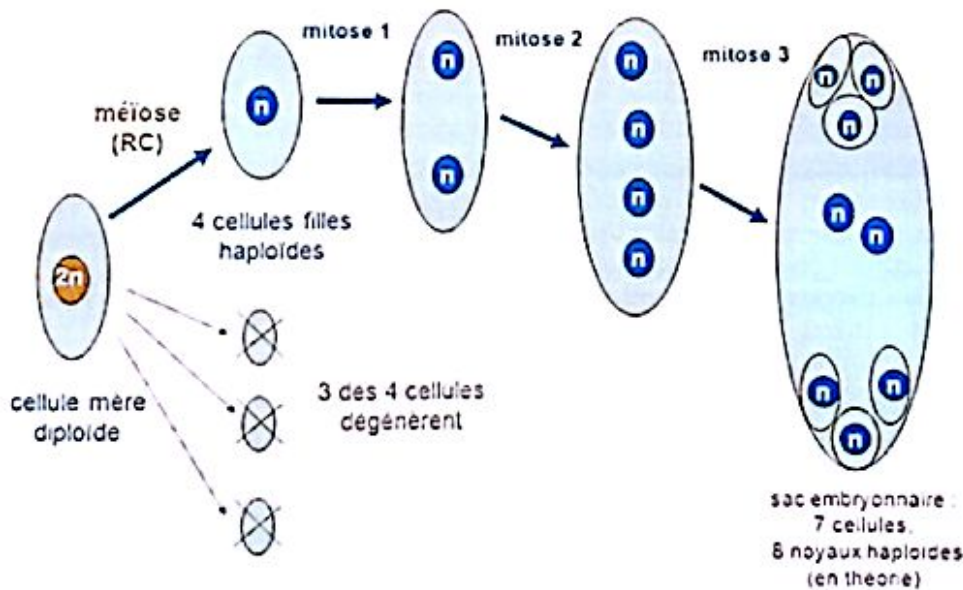
Dans les deux derniers types d'ovules, on distingue le hile apparent à la limite du funicule-raphé et le hile réel au sommet du raphé.



Document 6 : Schémas de différents types d'ovules de spermaphytes

1 : ovule droit ou orthotrope ; 2 : ovule renversé ou anatrope ; 3 : ovule courbe ou campylotrope ; m : micropyle ; t : téguments ; n : nucelle ; c : chalazae ; f : funicule.

2.2. Formation du sac embryonnaire (macrosporo-genèse ou mégasporogenèse)



Document 7 : Schéma simplifié du processus de la formation du sac embryonnaire

Description de la formation de sac embryonnaire

La cellule mère du sac embryonnaire à $2n$ chromosomes subit deux divisions successives ou méiose au cours desquelles a lieu une réduction chromatique. Ainsi se forment quatre cellules superposées, les macrospores ou mégaspores dont les noyaux sont haploïdes. Parmi ces quatre cellules, trois dégèrent tandis que la quatrième constitue un jeune sac embryonnaire (appelée aussi cellule fertile ou survivante). Par trois endomitoses successives, le noyau du jeune sac embryonnaire donne huit (8) noyaux. Le sac embryonnaire prend ensuite son organisation définitive par cloisonnement de son cytoplasme. A son pôle micropylaire se disposent l'oosphère et les deux synergides, au pôle opposé (chalazien) se groupent les trois cellules antipodes tandis qu'au centre dans le cytoplasme commun, les deux noyaux secondaires se placent l'un à côté de l'autre.

NB : Les synergides sécrètent une substance chimiotactique qui attire et guide l'extrémité pollinique sur l'oosphère ; les antipodes, quant à elles assurent la nutrition de l'embryon. Les macrospores qui dégénèrent sont celles qui sont proches du micropyle.

REMARQUES :

- Cellule mère du grain de pollen = microsporocyte
- **Sporange :** c'est une structure végétale qui produit et contient des spores. Exemple : sac pollinique et ovule.
- **Microsporange :** c'est une structure végétale qui produit et contient des microspores. Exemple : sac pollinique.
- **Macrosporange :** c'est une structure végétale qui produit et contient des macrospores. Exemple : ovule.

Document 8 : Différences entre organes mâles et femelles de spermatophytes

Phases	Organes mâles	Organes femelles
Diploïde	Étamine	Carpelle
	Sac pollinique	Ovule
Méiose	Cellule mère des grains de pollen (ou cellule sporogène mâle)	Cellule mère du sac embryonnaire (ou cellule sporogène femelle)
	Anthère	Ovaire
	Androcée	Gynécée ou pistil
Haploïde	Microspore	Mégaspore
	Grain de pollen	Sac embryonnaire
	Anthérozoïde	Oosphère

II Pollinisation – germination des grains de pollen – fécondation : de la fleur au fruit

A Pollinisation

1 Définition

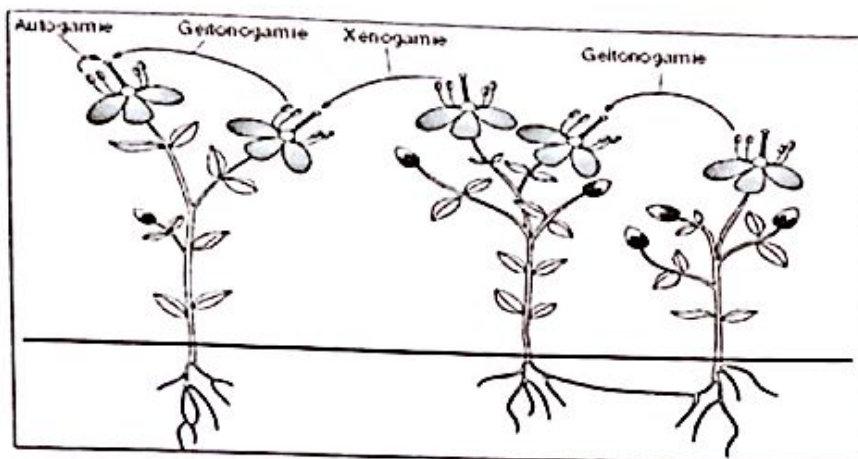
On appelle pollinisation le transport du grain de pollen et son dépôt sur le stigmate d'une fleur femelle de la même espèce.

2. Modes de pollinisation

- **Pollinisation directe ou autopolinisation :** c'est le transport et dépôt du grain de pollen sur le stigmate de la même fleur.
- **Pollinisation indirecte ou pollinisation croisée ou allopollinisation :** si on considère la fleur femelle, son stigmate a été pollinisé par le pollen issu d'une autre fleur A. c'est le mode le plus fréquent et bien souvent le plus efficace.

3. Agents de la pollinisation

- Pollinisation par le vent : elle est réalisée chez les plantes anémophiles ; on parle d'anémophilie ou encore pollinisation anémophile (le dattier mâle peut féconder des femelles situés à 75 Km) ;
- Pollinisation assurée par les insectes notamment les abeilles, les papillons, les fourmis etc. le cas des plantes entomophiles ; c'est l'entomogamie ;
- Pollinisation assurée par l'eau pour les plantes aquatiques est nommée hydrogamie ;
- Si la pollinisation est assurée par les oiseaux (exemple les colibris), on parle l'ornithogamie ;
- Pollinisation assurée par les chauves-souris est qualifiée de pollinisation chéiroptérogamie ;
- Pollinisation assurée par l'homme est qualifiée de pollinisation artificielle ou l'anthropogamie ;
- Pollinisation assurée par la pesanteur est nommée la pollinisation géophile ;
- La pollinisation assurée par les animaux est qualifiée de pollinisation zoophile.



Document 9 : Pollinisation

B. Germination du grain de pollen

Chaque grain de pollen gonfle par absorption d'eau. Une hernie cytoplasmique entourée d'une mince membrane cellulosique apparaît à l'un des pores de l'exine. Elle se développe en un tube onduleux de plusieurs centimètres de longueur appelé tube pollinique.

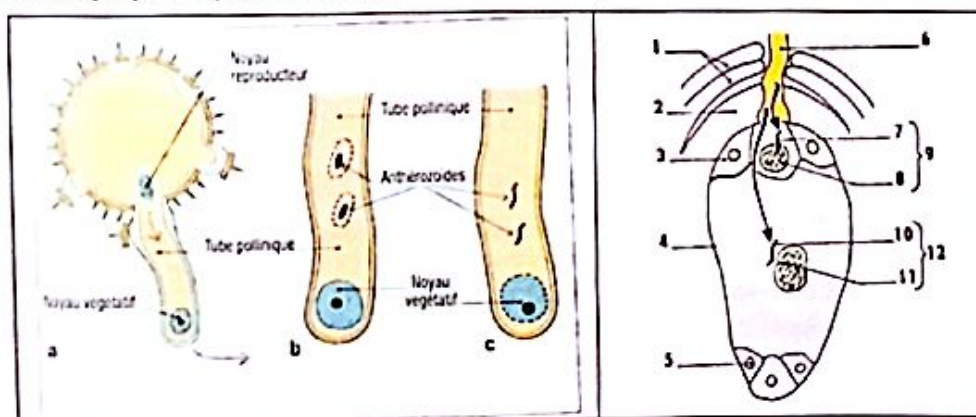
Ces tubes poussent pour la plupart, en direction du stigmate qui émet des substances qui diffusent dans la gélatine et déterminent la direction de croissance des tubes polliniques (chimiotropisme).

1. Germination du pollen sur le stigmate

Le grain de pollen tombé sur le stigmate y trouve les conditions favorables à sa germination. Le tube pollinique grandit et s'enfonce dans le style digérant les cellules et se nourrissant de leurs matières sucrées. Puis après avoir suivi l'épiderme papilleux des placentas, ou en passant directement à travers la cavité de l'ovaire, son extrémité qui contient les anthérozoïdes formés pendant ce temps, arrive à la hauteur du micropyle d'un ovule et y pénètre. Dès le début de la germination, le noyau végétatif s'est engagé dans ce tube, il se maintient au voisinage de son extrémité semblant digérer la croissance, il disparaît ailleurs par résorption, dès que celle-ci est terminée (noyau végétatif dégénéré).

Pendant ce temps, le noyau reproducteur qui a pénétré aussi dans le tube pollinique se divise donnant deux noyaux à n chromosomes. Ces noyaux s'allongent, se contournent parfois en spirale et forme avec un peu du cytoplasme qui les entoure deux gamètes mâles ou anthérozoïdes.

NB : Lorsque les grains de pollen tombent sur le stigmate, il se produit la germination et la formation des anthérozoïdes (qui participeront à la double fécondation).



Document 10 : Germination du grain de pollen et croissance du tube pollinique ; la double fécondation chez les angiospermes

a. début de germination ; b. allongement du tube pollinique et formation des anthérozoïdes ; c. croissance du tube pollinique et désagrégation du noyau végétatif ; 1 : Téguments ; 2 : Synergide ; 4 : Sac embryonnaire ; 5 : antipode ; 6 : Tube pollinique ; 7 : Anthérozoïde ; 8 : Oosphère ; 9 : Zygote principal ; 10 : Anthérozoïde n°2 ; 11 : Noyaux du sac ; 12 : Zygote accessoire.

NB : L'anthérozoïde qui s'unit à l'oosphère est un anthérozoïde riche en plastides, par contre l'anthérozoïde qui s'unit aux noyaux secondaires du sac est un anthérozoïde riche en mitochondries.

2. Union des gamètes : double fécondation (dyspermie)

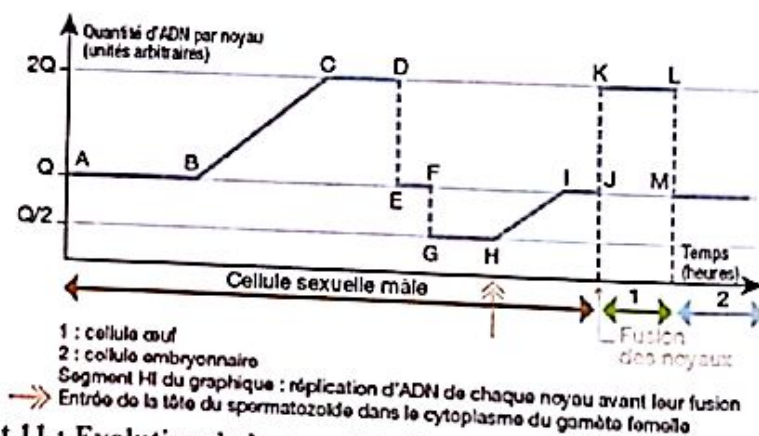
Arrivé au contact du nucelle, le tube pollinique en digère le sommet grâce à des diastases. À son extrémité crève et les deux anthérozoïdes passent dans le sac embryonnaire. Il se produit alors la double fécondation : l'un des anthérozoïdes fusionne avec l'oosphère, ainsi se forme l'œuf principal ou œuf embryon ou encore œuf plantule ($2n$) ; l'autre anthérozoïde s'unit aux noyaux du sac de l'ovule accessoire formant ainsi l'œuf accessoire ou œuf albumen ($3n$).

NB : Bientôt les synergides et les antipodes se résorbent et dégènèrent.

Importance de la double fécondation : L'ovule fécondé donne la graine, l'ovaire avec ses accessoires donneront le fruit.

3. Conséquences de la double fécondation chez les spermatophytes

- L'ovule se transforme en graine ;
- L'œuf principal forme l'embryon ;
- L'œuf accessoire forme l'albumen ;
- Les synergides et les antipodes dégènèrent, les pièces florales se fanent et tombent ;
- L'ovaire se transforme en fruit.



Document 11 : Evolution de la quantité d'ADN pendant la double fécondation

III. Les graines

La graine est une structure qui contient et protège l'embryon végétal, qui provient de la transformation d'un ovule fécondé, par contre le grain, est le fruit ou la semence de certains végétaux, en particulier les céréales.

A Formation de la graine

L'œuf accessoire se divise très rapidement en un grand nombre de cellules qui forment l'albumen, tissu dans lequel s'accumulent des réserves. Au cours de sa croissance, l'albumen digère le nucelle, prend sa place et vient s'appliquer contre les téguments de l'ovule. Ces téguments s'épaississent, durcissent et deviennent les téguments de la graine. L'œuf principal se divise aussi mais lentement, il donne un massif cellulaire bientôt différencié en plantule ou embryon (plantule est le synonyme de l'embryon) qui est d'abord une sphère minuscule homogène où on ne peut distinguer aucun organe. Continuant sa croissance, l'embryon se différencie pour donner : une radicule, future racine tournée vers le micropyle ; une gemmule, jeune embryon à l'opposé de la radicule ; une tigelle, située entre les deux et portant latéralement une ou deux expansions foliacées, le ou les cotylédons.

B. Différents types de graines

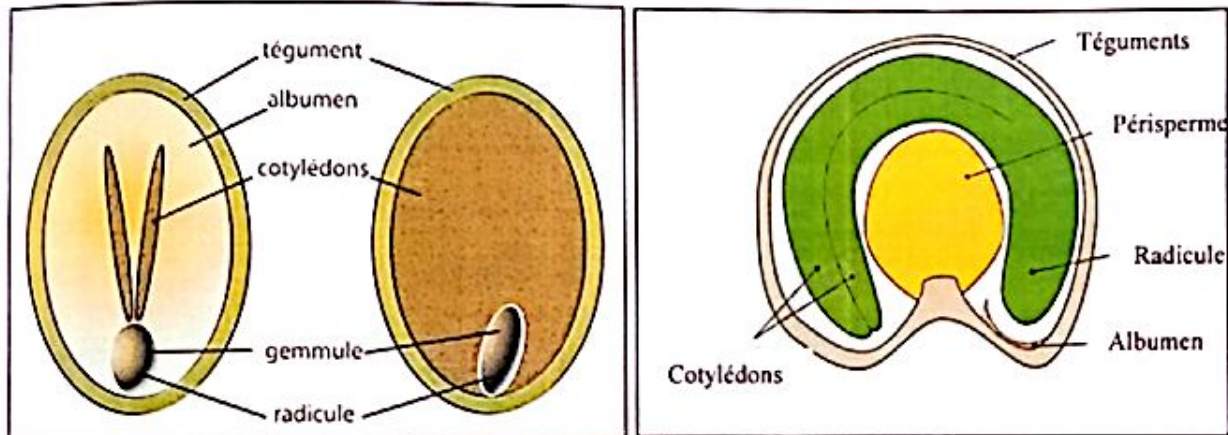
On distingue trois types de graines :

- Les graines à albumen ou albuminées

L'albumen se développe plus rapidement que l'embryon ; il persiste et occupe la majeure partie de la graine. Les cotylédons restent minces. Exemples : Blé (*Triticum aestivum*), Ricin (*Ricinus communis*), Maïs (*Zea mays*).

- Les graines sans albumen ou exalbuminées

L'absorption de l'albumen par l'embryon est immédiate et les cotylédons chargés de réserves sont charnus. Exemples : Haricot (*Phaseolus vulgaris*), Arachide (*Arachis hypogea*), pois (*Pisum sativum*).



Document 12 : Graine albuminée, graine exalbuminée et graine à périsperme (de gauche à droite)

- Les graines à périsperme

Ces graines renferment le périsperme (2n), qui est un tissu provenant du nucelle.

Exemple : Betterave (*Beta sp*), poivre, nénuphar.

NB : La maturation de la graine se traduit par un arrêt complet du développement. La graine se déshydrate à 90% et passe à l'état de vie ralentie.

En fonction des réserves nutritives, on distingue :

- **Graines amylacées :** ce sont des graines contenant plus de 70% de glucides. Exemples : pois (*Pisum sativum*), pomme de terre (*Solanum tuberosum*), Manioc (*Manihot esculenta*).
- **Graines oléagineuses :** ce sont des graines contenant plus de 50% de lipides. Exemples : Colza (*Brassica napus subsp napus*), Tournesol.
- **Graines protéagineuses :** ce sont des graines contenant plus de 50% de protéines. Exemple : pois protéagineux.
- **Graines cellulósiques :** ce sont des graines contenant de la cellulose. Exemple : Cotonnier (*Gossypium hirsutum*).

En fonction de la réserve en eau, on distingue les graines aqueuses et les graines sèches.

La graine de haricot est une graine sans albumen, car l'albumen a été intégralement consommé par l'embryon au cours de la formation de la graine.

C. Germination de la graine

1. Définition

La germination de la graine est son passage de la vie ralentie à la vie active. La germination prend fin lorsque la jeune plante est capable de mener une vie autotrophe.

2. Conditions de la germination de la graine

2.1. Conditions internes

- **La maturité** : la graine doit être mûre c'est-à-dire toutes ses parties constitutives doivent être complètement différenciées.
- **La longévité** : la graine ne doit pas perdre son pouvoir germinatif.

NB : La longévité se définit comme la durée de vie d'une graine caractérisée par son pouvoir germinatif. La longévité dépend des espèces : 1 an pour l'arachide, 2 ans pour le maïs et l'oignon, 3 à 4 ans pour le petit pois. La longévité dépend également des conditions de conservation (humidité, chaleur, lumière, oxygène) et de l'état de dessiccation.

- **La santé** : la graine doit être intacte et saine.

2.2. Conditions externes

- **Humidité** : elle est indispensable à la germination de la graine ;
- **Aération (oxygène)** : les graines en germination respirent activement ;
- **Température** : elle est importante mais doit être optimale. Exemples : blé l'optimum est 28°C, maïs 33°C, Gombo 30 – 35°C.
- **Lumière** : indispensable pour certaines espèces mais nuisibles pour d'autres.
- **Substances chimiques** : certaines favorisent la germination (nitrate de potassium, calcium) ; d'autres inhibent la germination (acide abscissique et acide caféique).

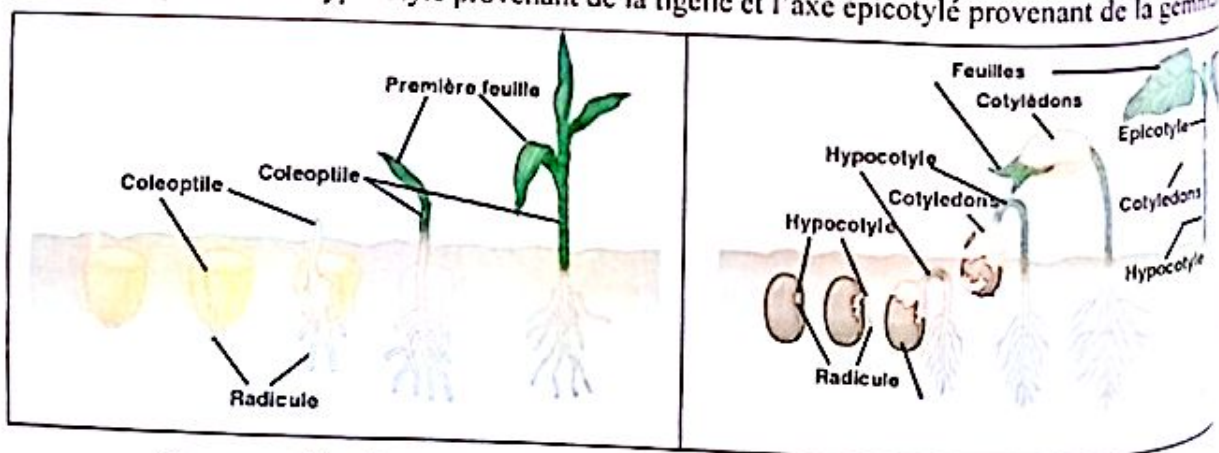
3. Aspect morphologique de la germination

3.1. Germination épigée (du haricot)

On a la succession des événements suivants :

- La graine gonfle en absorbant l'eau par toute sa surface, son tégument se déchire au niveau du micropyle, la radicule s'allonge et s'enfonce verticalement dans le sol : c'est la future racine principale ;
- La tigelle s'allonge ensuite verticalement de bas en haut portant les cotylédons hors de terre. Les téguments tombent et les cotylédons s'écartent laissant apparaître la gemmule ; le système racinaire s'enrichit avec des racines secondaires ;
- Sous les cotylédons, la tigelle ou axe hypocotyle et les racines s'accroissent. La fente intercotyléonnaire permet de voir les feuilles de la gemmule par la fente intercotyléonnaire.
- Un axe appelé axe épicotyle terminé par un bourgeon et portant deux feuilles vertes apparaît au-dessus des cotylédons flétris et prêts à tomber.

NB : Les cotylédons sortent du sol (de la terre), on dit que la *germination est épigée*. La tige a une double origine : l'axe hypocotyle provenant de la tigelle et l'axe épicotyle provenant de la gemmule.



Document 14 : Germination épigée (à droite), germination hypogée (à gauche)

3.2. Germination hypogée (cas du pois)

La graine du pois est identique à celle du haricot, elle est dépourvue d'albumen et les réserves sont dans les cotylédons.

Lors de la germination, la tigelle ne s'allonge pas, seule la gemmule grandit pour donner la tige. Les graines (ou les cotylédons) restent dans le sol : c'est la *germination hypogée*.

4. Phénomènes physiologiques de la germination

4.1. La réhydratation

Les graines ont gonflé, il y a donc absorption d'eau. Cette eau assure à la fois l'hydratation du cytoplasme et des graines.

4.2. La reprise des activités métaboliques

- Utilisation des réserves

Les réserves accumulées dans la graine sont digérées grâce aux diastases et les produits de la digestion donnent les aliments, indispensables à la plantule en croissance.

- Activation des échanges respiratoires

L'intensité respiratoire de la graine augmente. La graine utilise l'oxygène et rejette le dioxyde de carbone : c'est la respiration cellulaire liée à l'utilisation des réserves accumulées dans les graines.

- Dégagement de la chaleur

L'important dégagement de chaleur par les graines en germination est dû à l'intense respiration de celles-ci.

NB : Les conditions physiologiques de la germination de la graine sont : l'hydratation, la digestion et la respiration

EXERCICE

- Faites le schéma d'ultra-structure du grain de pollen et du sac embryonnaire. Quel est le degré de ploïdie des noyaux qui les constituent ? pourquoi ?
 - Quel est le devenir de :
 - deux noyaux du pollen ;
 - de l'oosphère et de deux noyaux de la cellule centrale du sac embryonnaire.
- Qu'est-ce que la pollinisation ? Quand peut-on dire qu'elle est directe ? Indirecte ?
- Parmi les facteurs internes et externes de la germination des graines que vous énumérez, dites quel est le facteur le plus important ?

CONCLUSION

Les deux phénomènes (la méiose et la fécondation) partagent le cycle en deux phases :

- La diplophase représentée par l'œuf principal, la graine, la plante feuillée, les fleurs avec les étamines et les ovules. Cette phase se termine par la production des spores et d'ovules. La plante feuillée est un **sporophyte**.
- L'haplophase est représentée par les grains de pollen et le sac embryonnaire (ce sont des gamétophytes qui signifient organes producteurs des gamètes).

CHAPITRE 6 : MULTIPLICATION VEGETATIVE

INTRODUCTION

La multiplication végétative implique la multiplication monoparentale aboutissant à une descendance composée d'individus identiques à leur parent et identiques entre eux. La population obtenue est désignée sous le nom de clone.

Grâce à la multiplication végétative, une plante bien adaptée dans un environnement stable peut rapidement l'espace disponible.

La parthénogenèse est le développement d'un individu à partir d'un gamète femelle sans fécondation.

1. Multiplication végétative chez les végétaux

La multiplication végétative est une originalité des plantes par rapport aux animaux. Elle n'implique que des divisions cellulaires par mitoses, et le patrimoine génétique de la descendance est rigoureusement identique à celui du parent.

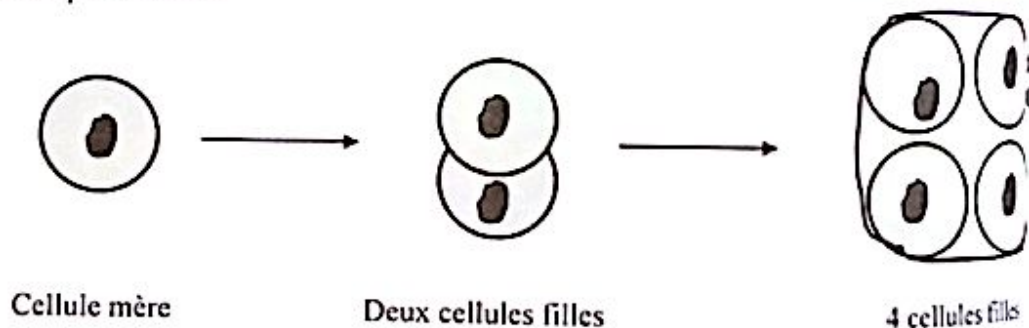
1. Chez les végétaux inférieurs

1.1. Les algues (le pleurocoque)

Les algues sont des végétaux aquatiques, qui poussent dans les mers, les lacs, les rivières, toutes sortes de points d'eau ou lieux très humides. On distingue les diatomées (algues unicellulaires) et les fucus (algues pluricellulaires).

Observés au microscope, les pleurocoques montrent les cellules groupées en 2 ou 4 dans une tige commune.

La cellule mère s'est divisée en 2 ou 4 dont chacune deviendra par la suite indépendante par multiplication par division.



Document 1 : Multiplication asexuée du pleurocoque

1.2. Les champignons (la levure de bière)

Ils se multiplient par bourgeonnement lorsque les conditions du milieu sont favorables. La cellule s'allonge et son noyau s'étire puis un simple étranglement la divise en deux cellules.

2. Chez les végétaux supérieurs

Chez les végétaux supérieurs, la multiplication végétative est soit naturelle soit artificielle (à l'intervention humaine). Cette multiplication végétative a une grande importance en horticulture et en agriculture.

a. La multiplication végétative naturelle

On peut distinguer la fragmentation pure et simple de l'intervention de mécanismes spécialisés.

- **Fragmentation**

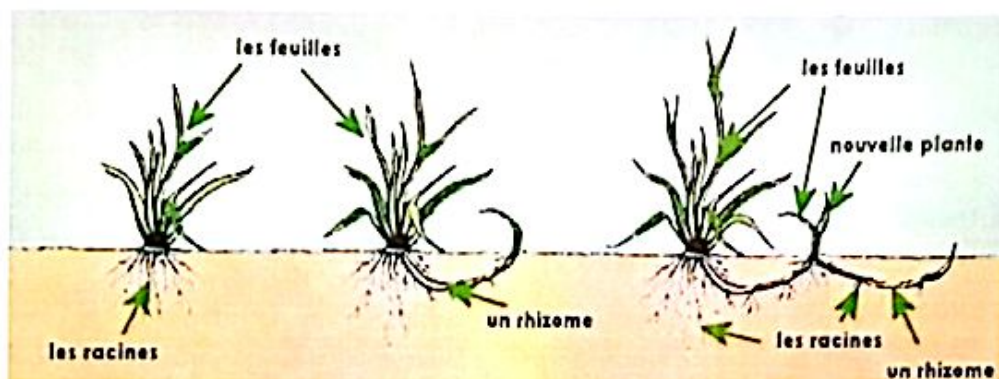
Chez les végétaux qui ont une ramification abondante de leurs axes aériens ou souterrains au niveau du sol, on peut constater une différenciation de ces axes (enracinement des parties aériennes par exemple) suivie d'une séparation ultérieure.

De nombreuses graminées (chiendent) forment des racines à partir des axes aériens.

Les plantes comme l'Iris, le sceau de salomon, le bambou produisent des tiges feuillées à partir d'organes souterrains. Exemple : les rhizomes.

- **Intervention d'organes spécialisés**

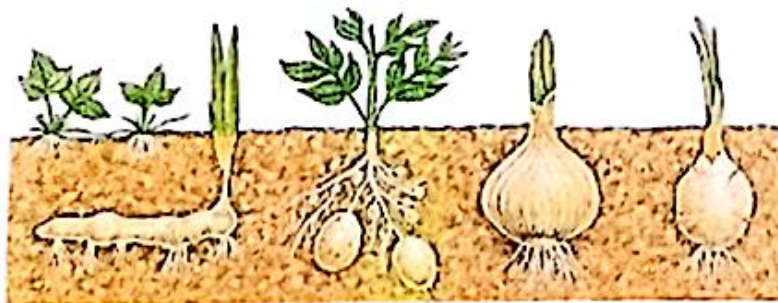
- Stolons (fraise et ronce) : ce sont des tiges grêles susceptibles d'enracinement.
- Drageonnement (peuplier) : ce sont des racines horizontales susceptibles de bourgeonner.



Document 2 : Développement d'une plante à rhizome

- **Bulbilles**

Ce sont des bourgeons charnus en vie ralentie capables de repasser en vie active (lieu de formation à l'aisselle des feuilles, sur le limbe foliaire donne un individu autonome. Exemples : Ignose (*Dioscorea bulbifera*), oignon (*Allium cepa*).



Document 3 : Développement d'une plante à bulbe

- Tubercules : Taro (*Colocasia esculenta*), pomme de terre (*Solanum tuberosum*)
- Fleurs : Oranger (*Citrus aurantium*)

Les téguments de l'orange disséqués contiennent plusieurs embryons appliqués les uns contre les autres. L'un des embryons est issu de l'oosphère fécondé et les autres, des cellules du nucelle qui ont bourgeonné. Chaque bourgeon est capable de donner un arbre.

- **Tiges et bourgeons**

Ce mode de multiplication joue un rôle capital chez les végétaux produisant plusieurs axes rampants sur le sol. Ces axes s'enracinent aux nœuds qui se séparent après la mort des parties âgées. Cette forme est fréquente chez les graminées et les cypéacées où un pied peut former un peuplement recouvrant une plante artificielle. Exemple : Gazon (*Cynodon sp.*)

b. Multiplication végétative artificielle

La multiplication végétative artificielle est pratiquée par l'homme en mettant en jeu des techniques pour répondre aux motivations suivantes :

- Multiplication d'espèces dont la reproduction sexuée est impossible ;
- Espèces qui ne fructifient pas en dehors de leur climat d'origine (espèces exotiques tempérées) ;
- Espèces dioïques où un seul a été implanté (élodée) ;
- Espèces dont on a sélectionné des variétés sans graines ou dont la constitution génétique empêche la multiplication sexuelle : bananier (*Musa sp*) ;
- Accélération de la production (pomme de terre) : avec les graines, il faut attendre 4 ans, avec les tubercules, il faut attendre 1 an. La multiplication végétative accélère le cycle de développement par rapport au semis (palmier dattier) ;
- Maintien de la constitution génétique et obtention d'un clone dans le cas des plantes à fleurs intéressantes.

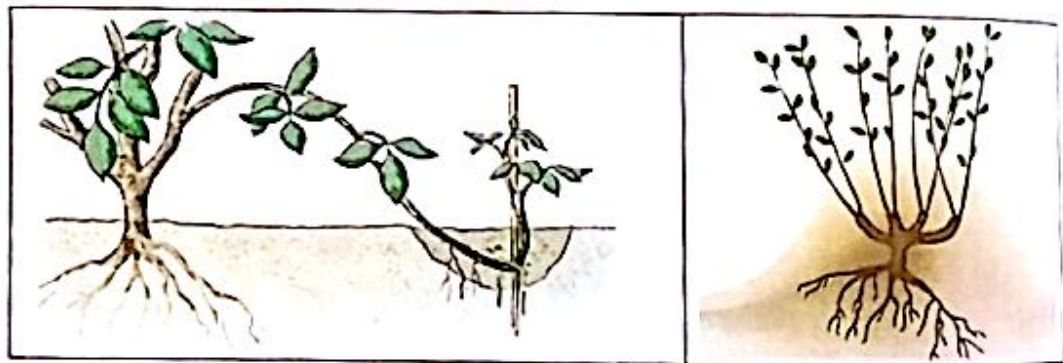
Les techniques utilisées sont classiques et variées :

i. Le marcottage

C'est un procédé de multiplication végétative des plantes par lequel une tige aérienne est mise en contact avec le sol et s'y enracine avant d'être isolée de la plante mère.

On distingue 3 types de marcottage :

- Marcottage terrestre ou par couchage



Document 4 : Marcottage terrestre (à gauche), Marcottage par buttage (à droite)

- Marcottage par buttage ou en cépée
- Marcottage aérien ou en pot (Exemples : Jasmin, Pommier, fraisier, bougainvillier).



Document 5 : Marcottage aérien (à gauche), bouturage (à droite)

ii. Bouturage

C'est une multiplication végétative par bouture (rameaux, feuilles, fragments de racine)

La différence essentielle entre bouturage et marcottage est que dans la première technique, la tige ou le rameau est complètement détaché de la plante mère contrairement à la deuxième où le rameau reste sur la plante mère et profite du temps de sevrage. Exemples : vigne, pommier, grenadier, manioc.

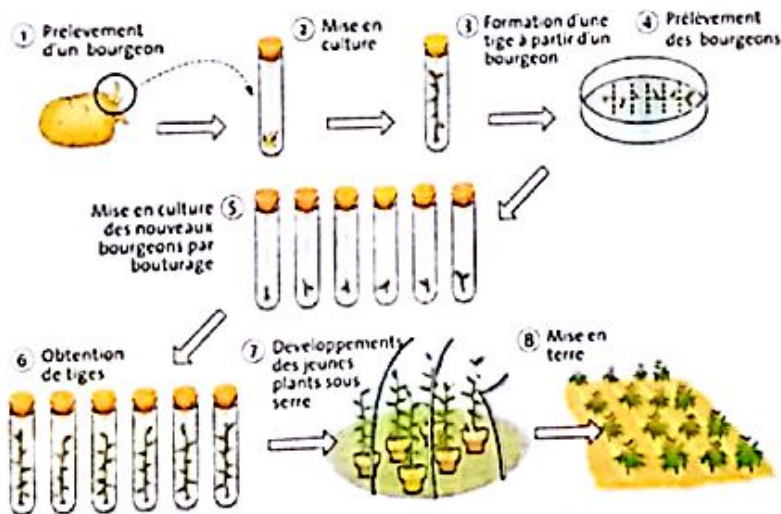
iii. Le greffage

Il s'agit de fixer un « greffon » sur un sujet (porte greffe) de la même famille que le greffon ou non.

Le greffage n'assure pas une multiplication végétative mais une propagation des variétés intéressantes (aux dépens des celles qui ne le sont pas du point de vue économique). Exemples : manguiier, goyavier, orange, vigne, tomate, melon, pommier, poirier, amandier, abricotier.



Document 6 : Greffage



Document 7 : Culture in vitro

2.2.4. La culture in vitro

Il s'agit d'obtenir des clones de plantes identiques à la plante mère (copie conforme) qui ont gardé les mêmes caractères héréditaires (Document 7).

II. Multiplication végétative chez les animaux

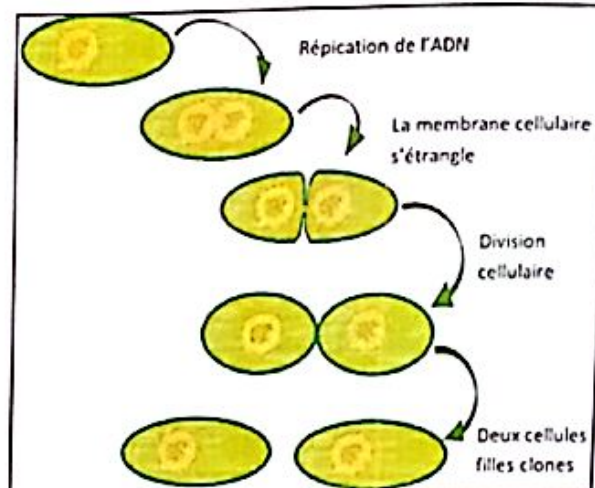
Chez les animaux, on distingue la multiplication végétative typique propre au soma (cellules non sexuelles secondaires) et la parthénogenèse, propre au germe (cellule sexuelle femelle) se faisant sans fécondation.

1. Multiplication végétative typique

1.1. La scissiparité ou division binaire

L'organisme forme de nouveaux individus en « se coupant » en deux ou plusieurs parties égales. Exemple : les bactéries.

Les bactéries sont des organismes asexués. Leur reproduction se fait par division cellulaire. La cellule mère va donner naissance à deux cellules filles identiques. Ces deux cellules deviennent elles-mêmes des cellules mères capables de se diviser, etc. Dans des conditions favorables, cette division se fait en une durée d'environ 20 minutes. En 48 heures, une seule bactérie peut donner naissance à des milliards de nouvelles bactéries.



Document 8 : Scissiparité chez la bactérie

1.2. Fragmentation

Le corps de l'individu se divise en plusieurs morceaux qui donneront chacun un adulte. La formation des organes de chaque nouvel individu se fait par la méthode de régénération. Exemple : Les vers parasites (le ténia).

III. Avantages de la multiplication végétative

- La multiplication rapide : la multiplication végétative permet d'obtenir plusieurs descendants à partir d'un seul et même individu (clone) à court terme.
- La conservation des caractères héréditaires : la multiplication végétative assure la transmission des caractères dans la descendance.
- Augmentation de la production végétale : on peut augmenter la production des végétaux choisis pour leurs caractères.

IV. Inconvénients de la multiplication végétative

Comme les individus obtenus sont identiques à l'individu de départ, en cas de mauvaises variations climatiques défavorables, tous les individus disparaissent.

Document 9 : Différences entre multiplication sexuée et multiplication asexuée

	Multiplication sexuée	Multiplication végétative
Parents	Biparentale : existence d'un mâle et d'une femelle	Monoparentale : existence d'un parent
Gamètes	Production des gamètes mâles et femelles	Pas de production de gamètes (apomixis)
Descendants	Reproduction non conforme car les descendants sont génétiquement différents les uns des autres et différents de leurs parents à cause des brassages génétiques	Reproduction conforme car les descendants sont génétiquement identiques entre eux et identiques à leurs parents et forment un clone

NB : Bien que les graines soient généralement le résultat de la reproduction sexuée, de nombreuses plantes produisent des graines selon un processus différent connu sous le nom d'apomixie (graine résultant de l'oosphère non fécondé). Exemples : Pissenlit et Violette.

EXERCICE

- 1) Citer les deux sous-embranchements des spermatophytes et dites ce qui les différencie.
- 2) Comment appelle-t-on les plantes dont les fleurs portent uniquement des organes reproducteurs mâles (ou femelles) ? les deux organes à la fois ?
- 3) Dans le processus de la double fécondation, une cellule produit deux anthérozoïdes : de quelle cellule s'agit-il ? Schématiser cette cellule et donner le devenir de deux anthérozoïdes. Quel est le devenir des deux cellules œufs ? de l'ovule et de l'ovaire ?
- 4) Définissez le terme multiplication végétative. Citez les différents types de multiplication végétative chez les végétaux supérieurs.

CONCLUSION

La multiplication végétative et la reproduction sexuée sont complémentaires et assurent la pérennité de l'espèce. La multiplication végétative conduit à la conservation intégrale du matériel génétique des parents aux descendants. La reproduction sexuée entraîne le brassage de l'information génétique.

L'application pratique des techniques de la multiplication végétative a permis aux hommes d'améliorer leurs conditions de vie sur la terre.

CHAPITRE 7 : REPRODUCTION HUMAINE

INTRODUCTION

La reproduction humaine est l'ensemble des processus par lesquels un homme et une femme engendrent un nouvel individu.

A la différence des autres fonctions, la fonction de reproduction sert à assurer la pérennité de l'espèce et non l'intégrité de l'individu.

Chez l'homme, la reproduction implique une fécondation aboutissant à une cellule-œuf à laquelle, on obtiendra un nouvel individu. Il s'agit d'une fécondation in vivo (interne) et de l'accouplement.

La procréation nécessite une phase préparatoire de la formation des gamètes (gamétogenèse pour les ovocytes et spermatogenèse pour les spermatozoïdes), puis la fusion de ces gamètes (fécondation).

I. Anatomie et physiologie des appareils génitaux

1. Appareil génital de l'homme

Complètement fonctionnel à partir de la puberté, l'appareil génital de l'homme comprend :

1.1. Les organes génitaux externes

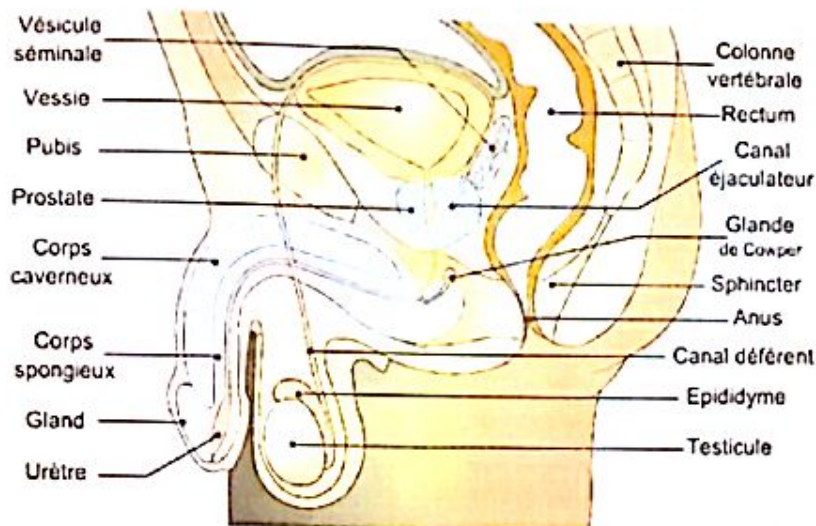
- **Pénis ou verge** : c'est l'organe de copulation qui assure l'éjection du sperme (éjaculation) au moment du rapport sexuel ; il permet aussi l'évacuation de l'urine. Il est constitué principalement de deux corps caverneux et d'un corps spongieux. Lorsque l'homme est excité sexuellement, ces organes se gonflent de sang et le pénis se durcit : c'est l'érection.
- **Le scrotum ou bourses** : c'est un sac de peau plus ou moins plissé généralement plus ou moins couvert de poils. Le scrotum se divise en deux compartiments, les bourses contenant chacune un testicule, lieu de production des spermatozoïdes.

1.2. Organes génitaux internes

- **Testicules** : ils sont responsables de la production des spermatozoïdes et des androgènes (testostérone).
- **Epididyme** : c'est un renflement qui prend naissance au sommet du testicule et qui se prolonge dans un autre canal : le canal déférent. L'épididyme est le lieu où mûrissent les spermatozoïdes (acquisition de leur mobilité et de leur capacité fécondante), où ils se renouvellent naturellement et où ils sont détruits s'il n'y a pas de rapport sexuel.
- **Canal déférent** : long de 45 cm environ, prolonge celui de l'épididyme et assure le transport des spermatozoïdes jusqu'à l'urètre.
- **Urètre** : c'est un canal unique où se jettent les deux canaux déférents. Cette partie est commune au système urinaire et au système génital, achemine selon les circonstances le sperme à l'extérieur de l'organisme.

1.3. Glandes annexes

- **Vésicules séminales** : situées au voisinage de la vessie, elles produisent plus de la moitié du liquide séminal (contenant l'acide citrique et du fructose).
- **Prostate** : située au-dessous de la vessie, elle fabrique du liquide séminal qui contient les spermatozoïdes.
- **Glandes de Cowper (glandes bulbo-urétrales)** : elles fabriquent quant à elles un lubrifiant (liquide pré-éjaculatoire) au moment de l'excitation sexuelle.
- **Glandes de Tyson (glandes préputiales)** : elles produisent un lubrifiant facilitant la pénétration du pénis.



Document 1 : Appareil génital de l'homme

2. Appareil reproducteur de la femme

2.1. Oaires

L'ovaire représente la glande génitale féminine. Il en existe deux (un de chaque côté) situé dans la cavité pelvienne. Cette glande a deux fonctions distinctes : la formation des cellules reproductrices de la femme (les ovules) : ovogenèse ; la synthèse des hormones sexuelles féminines (œstrogènes et progestérone).

2.2. Trompes de Fallope

La trompe de Fallope est un long conduit de 12 cm qui relie chaque ovaire à l'utérus (il en a deux, une de chaque côté). Elle a pour fonction la captation de l'ovocyte au moment de l'ovulation grâce aux mouvements des cils de son ampoule, d'assurer le transport des spermatozoïdes de l'utérus vers l'ovaire, et ensuite des œufs fécondés en sens inverse et le liquide qu'elle contient fournit à l'œuf des conditions favorables à son développement. Cette trompe sera le lieu de la fécondation.

2.3. Utérus

L'utérus, organe situé au milieu de la cavité pelvienne, est constitué de deux couches :

- Le myomètre ou muscle utérin ;
- L'endomètre qui présente des variations d'épaisseur et de composition cyclique en réponse aux variations des taux des hormones sexuelles secrétées par l'ovaire.

Les fonctions de l'utérus sont multiples :

- Il assure le transport des spermatozoïdes du vagin vers les trompes ;
- Il est le siège de la nidation, l'embryon s'implantant dans l'épaisseur de son endomètre vers la première semaine du développement de l'œuffécondé ;
- Pendant toute la durée de la grossesse, il protège l'embryon et lui fournit le matériel nécessaire à son développement. Son volume s'adaptant au fur et à mesure à la croissance continue du fœtus.
- A la fin de grossesse, ses contractions assurent l'expulsion du fœtus et du placenta.

NB : A la fin du cycle ovarien, s'il n'y a pas eu fécondation, sa paroi interne (endomètre) va être éliminée sous l'effet de la chute brutale des hormones sexuelles. Cela occasionne des saignements (règles ou menstruation).

2.4. Le vagin

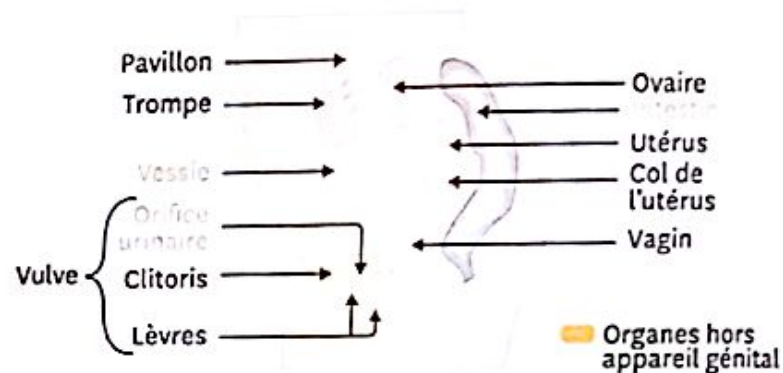
C'est l'organe de copulation dans lequel seront déposés les spermatozoïdes au cours du rapport sexuel. Le vagin représente également une filière que le bébé devra franchir lors de l'accouchement... il est donc très extensible !

2.5. Les glandes annexes

- **Glandes de Bartholin** : elles sécrètent un lubrifiant facilitant la pénétration du rapport sexuel ;
- **Glandes cervicales** : elles produisent la glaire cervicale. La glaire cervicale contient du glucose, cela ressource et favorise les spermatozoïdes. Cette glaire cervicale a un rôle de régulateur du flux des spermatozoïdes, de filtration du sperme et de protection des spermatozoïdes.
- **Glandes de Skene** : elles sécrètent un lubrifiant au moment de l'orgasme féminin. Cela correspond à une éjaculation féminine.

2.5. Structures externes

Les structures externes sont : les grandes lèvres, les petites lèvres et le clitoris (ce qui constitue la vulve).



Document 2 : Appareil génital de la femme

II Les gamètes et la gamétogenèse

1. Le spermatozoïde

Le spermatozoïde est une cellule reproductrice ou gamète mâle intervenant dans la reproduction sexuée. Les spermatozoïdes des mammifères sont constitués de trois grandes parties : la tête intermédiaire reliée à la tête par une pièce connectrice (col ou collet) et le flagelle.

- La tête est essentiellement constituée du noyau haploïde renfermant le matériel génétique et de l'acrosome, qui contient des enzymes (hydrolases) permettant au spermatozoïde de traverser la zone pellucide de l'ovocyte pour le féconder ;
- La pièce intermédiaire, riche en mitochondries qui fournissent l'énergie nécessaire au mouvement et à la survie du spermatozoïde. Elle renferme également les centrioles ;
- Le flagelle est constitué d'un filament axial, axonème renfermant le réseau des fibres de microtubules ; il assure la mobilité du spermatozoïde.

On dit que les spermatozoïdes sont des cellules très spécialisées (différenciées) pour les raisons suivantes :

- Ils ont une forme allongée alors que la plupart des cellules animales ont une forme arrondie ;
- Leur noyau est aussi allongé contrairement aux autres noyaux des cellules animales ;
- Ils subissent beaucoup de modifications partant des spermatides ;
- Ils possèdent de l'acrosome et ils sont doués de mobilité.

2. Spermatogenèse ou formation des spermatozoïdes

La spermatogenèse est le processus de production des spermatozoïdes, qui a lieu dans les testicules. Elle correspond à l'ensemble des phénomènes qui aboutissent à la formation des spermatozoïdes (haploïdes) à partir des spermatogonies, cellules souches diploïdes.

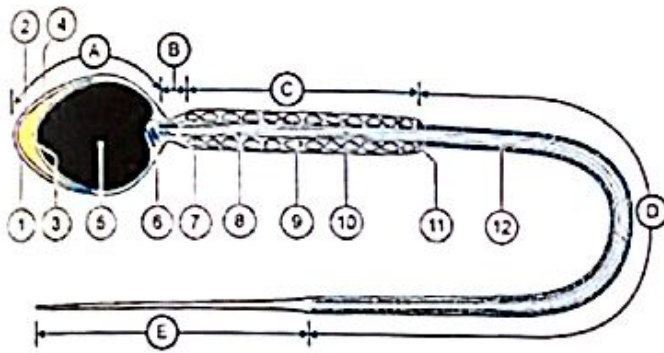
C'est un processus lent et continu demandant 74 jours environ chez l'homme. Elle débute à la naissance et se déroule de façon centripète dans les tubes séminifères.

NB : Dans l'intervalle de 20 à 30 ans, la spermatogenèse atteint le maximum.

Deux types de cellules occupent la paroi des tubes séminifères :

- Les cellules de Sertoli ($2n$) : grandes et coniques, aux rôles protecteur, nourricier et régulateur. Les cellules de Sertoli sécrètent une hormone appelée inhibine, qui inhibe par l'intermédiaire de l'hypophyse la spermatogenèse.
- Les cellules germinales : de la périphérie vers la lumière du tube, les cellules filles mûrissent progressivement et se transforment en spermatozoïdes une fois arrivées dans la lumière.

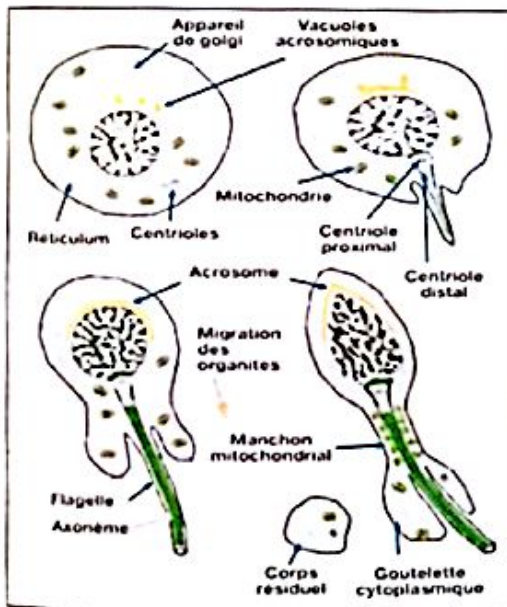
Entre les tubes séminifères, on y trouve les cellules de Leydig ($2n$) du tissu interstitiel, tissu richement vascularisé qui synthétise les androgènes dont le principal est la testostérone.



A = Tête ; B = Col ou collet ; C = Pièce intermédiaire ; D = Flagelle ; E = Pièce terminale ; 1 = Membrane plasmique ; 2 = Membrane acrosomiale externe ; 3 = Acrosome ; 4 = Membrane acrosomiale interne ; 5 = Noyau ; 6 = Centriole proximal ; 7 = Centriole distal ; 8 = Axonème ; 9 = Mitochondrie ; 10 = Microtubules ; 11 = Disque terminal ; 12 = gaine protéique.

Document 3 : Schéma d'un spermatozoïde humain

3. Etapes de la spermatogenèse



- Phase de multiplication

Elle concerne les spermatogonies, cellules souches diploïdes à la périphérie du tube, contre la membrane ; ces cellules subissent une succession de mitoses (maintien du pool des spermatogonies). Leur diamètre est d'environ 9 à 15 μm . La phase de multiplication dure environ 16 jours. Les spermatogonies souches se multiplient en d'autres spermatogonies souches et en spermatogonies simples. Ces dernières subissent chacune 3 mitoses successives chez l'homme, 5 chez la souris et 6 chez le taureau : ce qui permet leur prolifération.

- Phase d'accroissement (ou de croissance)

Au cours de cette phase, les spermatogonies s'hypertrophient et deviennent les spermatocytes I ($2n$ à 2 chromatides), d'environ 25 μm de diamètre. Cette phase dure 24 jours environ.

Document 4 : Schéma des étapes de la spermiogenèse

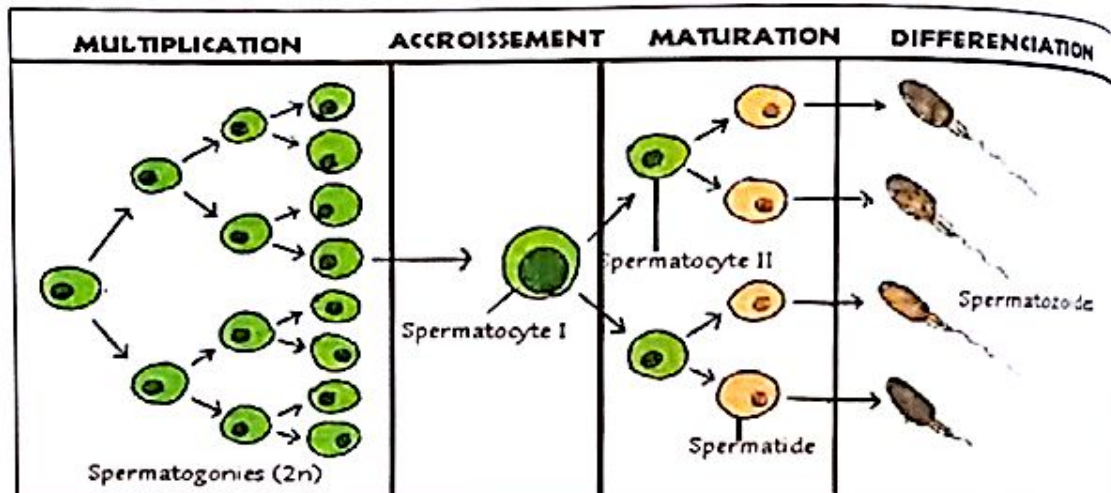
- Phase de maturation (méiose) : deux semaines

Elle correspond à la méiose et concerne les deux générations de spermatocytes (I et II) : un spermatocyte à $2n$ chromosomes subit une méiose I et donne ainsi deux spermatocytes II à n chromosomes. Chaque spermatocyte II subit la méiose II et donne deux spermatides à n chromosomes.

Un spermatocyte forme donc quatre spermatides à la fin de la méiose.

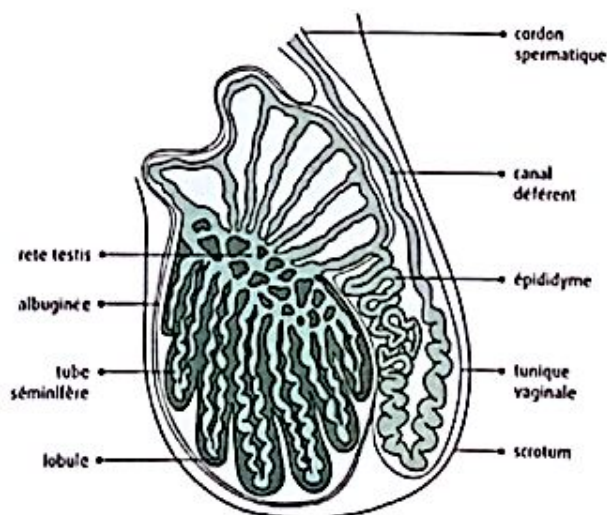
- Phase de différenciation (ou spermiogenèse) : trois semaines
Cette phase ne comporte pas de divisions mais une transformation morphologique du spermatide en spermatozoïde mature. Elle se caractérise par :
 - La polarisation des organites cellulaires ;
 - L'expulsion de la majeure partie du cytoplasme sous forme de gouttelettes (corps de Regaud) ;
 - La formation de l'acrosome par fusion des vésicules golgiennes ;
 - La formation d'un flagelle à l'un des pôles à partir du centriole distal.

NB : La spermatogenèse se déroule dans les tubes séminifères de la périphérie vers le centre. Une fois que la différenciation est achevée, les spermatozoïdes sont libérés dans la lumière du tube séminifère (spermiation). La durée totale est de 74 jours. Le jeune spermatozoïde achèvera sa maturation et son pouvoir fécondant une fois être dans l'épididyme.

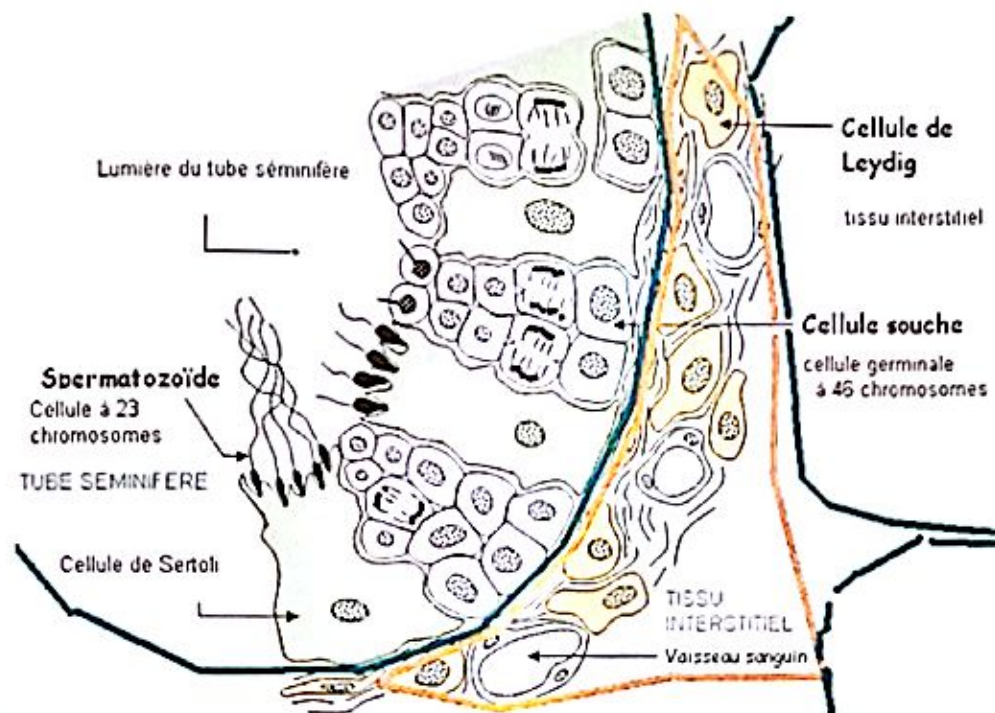


Document 5 : Schéma des étapes de la spermatogenèse

4. Les gonades



- **Gonade** : c'est un organe reproducteur dans lequel se déroule la formation des gamètes ;
- **Glande reproductrice ou glande génitale** :
- **Glande endocrine** : c'est une glande qui libère directement le produit de sa sécrétion dans le sang (hypothalamus, hypophyse, testicules et ovaires).
- **Glande exocrine** : c'est une glande qui libère le produit de sa sécrétion dans le milieu extérieur (glandes salivaires, glandes intestinales, testicules, ovaires, ...).



Document 6 : Coupe longitudinale d'un testicule humain et le tubes séminifère

Chaque testicule est formé de 200 à 300 lobules testiculaires. Dans un lobule, on y trouve 1 à 4 tubes séminifères pelotonnés. Ces tubes séminifères sont des véritables « usines » à produire les spermatozoïdes. Dans le tube séminifère, on note la présence des cellules de Sertoli de forme pyramidal et de grande taille occupant toute l'épaisseur de l'épithélium. On trouve aussi les cellules de la lignée germinale à divers stades de la spermatogenèse : spermatogonies, spermatocytes I, spermatocytes II, spermatides et spermatozoïdes.

Dans le tissu conjonctif lâche entourant les tubes séminifères, on trouve des îlots des cellules interstitielles ou cellules de Leydig disposées en cordon autour des capillaires.

• Fonctions testiculaires

Le testicule a deux fonctions : **fonction exocrine** (les tubes séminifères fabriquent les spermatozoïdes) ; **fonction endocrine** (les cellules de Leydig sécrètent les androgènes, en particulier la testostérone). La testostérone est responsable du développement des caractères sexuels secondaires et de leur maintien chez l'adulte.

- **Hormone** : c'est une substance chimique sécrétée dans le sang par une glande endocrine et qui agit à distance sur des cibles ou tissus cibles.

5. Ovocyte II et ovogenèse

5.1. Gamète femelle ou ovocyte II

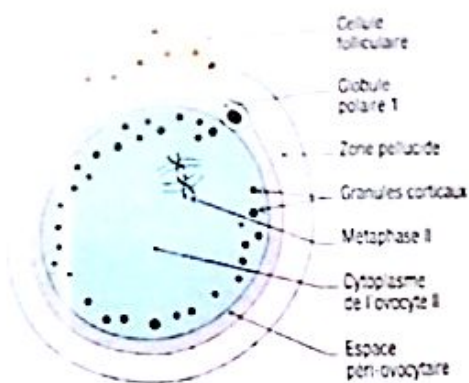
L'ovocyte II est une grosse cellule sphérique (100 μm de diamètre) immobile, entourée d'une coque protéique, la zone pellucide et d'une couronne de cellules folliculaires, la corona radiata. Le noyau de l'ovocyte II est haploïde, mais à chromosomes doubles.

NB : Le gamète femelle est à un stade d'ovulation différent selon l'espèce :

- Ovocyte II bloqué à la métaphase II chez les mammifères. Il devient ovule au moment de la fécondation. C'est l'ovocyte II qui émet au moment d'ovulation et non l'ovule.
- Ovule chez l'oursin ;
- Ovocyte I chez l'ascaris.

Gon: les femelles ou ovaires

Document 7 : Schéma de l'ovocyte II



Ils exercent deux fonctions complémentaires :
exocrine : par la production des gamètes, les ovocytes contrairement aux spermatozoïdes ne sont pas éliminés de l'organisme (fécondation dans le tractus génital).
endocrine : par la production d'œstrogènes et de progestérone.

Rôles des hormones ovariennes

- Œstrogènes (œstradiol)

L'œstradiol est sécrété par le follicule dominant (follicule cavitaire et follicule mur) pendant la phase folliculaire et le corps jaune pendant la phase lutéale. Sa synthèse se fait dans les cellules de la thèque interne et les cellules de granulosa.

Rôle de l'œstradiol : il induit les caractères sexuels secondaires pendant la puberté et leur maintien pendant la vie reproductive. Il stimule la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre.

- Progestérone

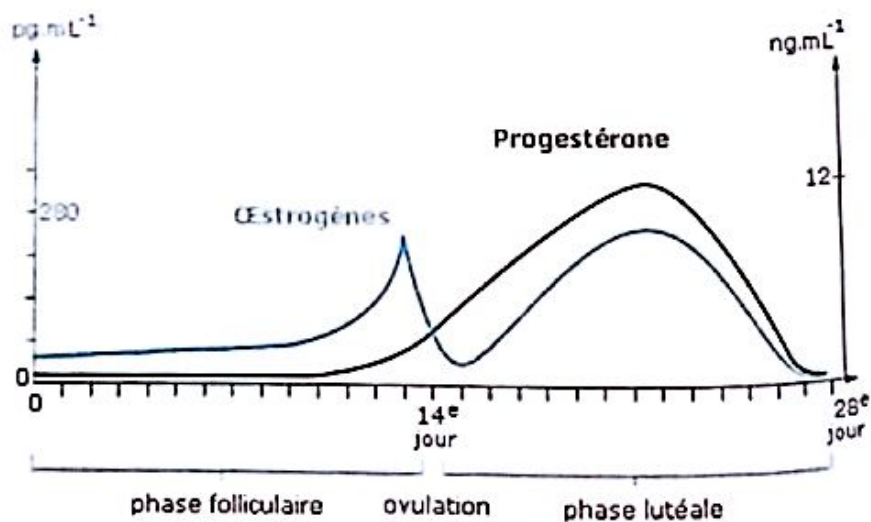
La progestérone sécrétée essentiellement par le corps jaune (par les cellules lutéales, les cellules de la thèque interne et de la granulosa) pendant la phase lutéale.

Rôle de la progestérone : Elle prépare l'utérus à la gestation en stimulant les glandes mammaires et la vascularisation. Elle agit sur les cellules lactéales (préparation des seins à la lactation, elle est indispensable à la grossesse).

En cas de grossesse, le placenta sécrète en grande quantité l'œstradiol et la progestérone. L'œstradiol, la progestérone et la testostérone sont classées dans la catégorie des stéroïdes (ils sont dérivés des stérols et sécrétés par les glandes endocrines à l'exemple des glandes génitales, des glandes corticosurrénales et du placenta).

NB : Ces hormones sexuelles ont pour nature les stéroïdes.

- L'œstradiol est l'hormone de la femme ;
- La progestérone est l'hormone de la mère.



Document 8 : Evolution des taux des hormones sexuelles féminines

INTERPRETATION

Ces graphes indiquent que la sécrétion des hormones sexuelles féminines est cyclique et synchronisée sur le cycle ovarien chez la femme :

- L'œstradiol est sécrété pendant les deux phases du cycle, les deux pics s'observent respectivement le 12^{ème} et le 21^{ème} jour.
- La progestérone n'est sécrétée en quantité importante que pendant la phase lutéale du cycle (un seul pic le 21^{ème} jour).

NB : Les deux événements essentiels qui modifient la sécrétion de ces deux hormones sont :

- **La grossesse :** qui bloque l'ovaire au stade lutéal et qui renforce la sécrétion de l'œstradiol et la progestérone (le corps jaune grossit et devient un corps jaune de gestation ou gravidique).
- **La ménopause :** vers 50 ans, l'activité ovarienne s'arrête. En conséquence, les concentrations d'œstradiol et de progestérone diminuent progressivement.

La coupe de l'ovaire révèle la présence des éléments suivants : les follicules (primordiaux, primaires, secondaires, tertiaires et mûrs) et le corps jaune dans la zone corticale, et les vaisseaux sanguins dans la zone médullaire.

- **Follicule ovarien ou ovarique :** c'est une structure ovarienne formée par un ovocyte entouré de plusieurs cellules folliculaires.
- La folliculogenèse présente des stades caractéristiques suivants :
- **Follicule primordial ou futur follicule (30 µm de diamètre) :** il est constitué d'un ovocyte I entouré de quelques cellules folliculaires aplaties non jointives. Ces follicules très nombreux sont formés au cours de la vie fœtale.
- **Follicule primaire ou jeune follicule (50 µm de diamètre) :** il est formé d'une couronne de cellules folliculaires entourant l'ovocyte I.
- **Follicule secondaire ou plein (100 µm de diamètre) :** l'ovocyte I y est plus grand et il est entouré par une couche acellulaire homogène, la zone pellucide ; les cellules folliculaires sont disposées en 3 ou 4 couches : elles constituent la granulosa ; le tissu environnant se modifie pour former une capsule riche en cellules sécrétrices et en vaisseaux sanguins : la thèque interne.
- **Follicule tertiaire ou cavitaire ou antral (400 µm de diamètre) :** la granulosa se creuse des cavités remplies du liquide folliculaire ; à la périphérie se forme une deuxième capsule ou thèque externe formée du tissu conjonctif fibreux, au rôle protecteur.
- **Follicule mûr ou de De Graaf (15 à 27 mm de diamètre) :** c'est une vésicule transparente qui fait saillie à la surface de l'ovaire ; la cavité antrale s'est considérablement agrandie et refoule à la périphérie l'ovocyte et les cellules folliculaires qui l'entourent. Cette éminence constitue le cumulus oophorus et la couche des cellules qui entoure l'ovocyte est la corona radiata.

Document 9 : Les différents types de follicules et leurs cellules sexuelles femelles

Nom du follicule		Nom de la cellule sexuelle
Follicule primordial		Ovocyte I (2n)
Follicule en croissance	Follicule primaire	
	Follicule secondaire	
Follicule tertiaire		Ovocyte II (n)
Follicule mûr ou de De Graaf		

Chaque mois, chez la femme adulte un des follicules mûrs libère son ovocyte II : c'est l'ovulation.

Devenir du follicule mûr (ovulation et corps jaune) : après l'ovulation, le follicule rompu se transforme en **corps jaune** ; les cellules de la thèque interne et les cellules de la granulosa vont proliférer et se charger de gouttelettes lipidiques et du pigment jaune (la lutéine), d'où l'appellation « corps jaune ».

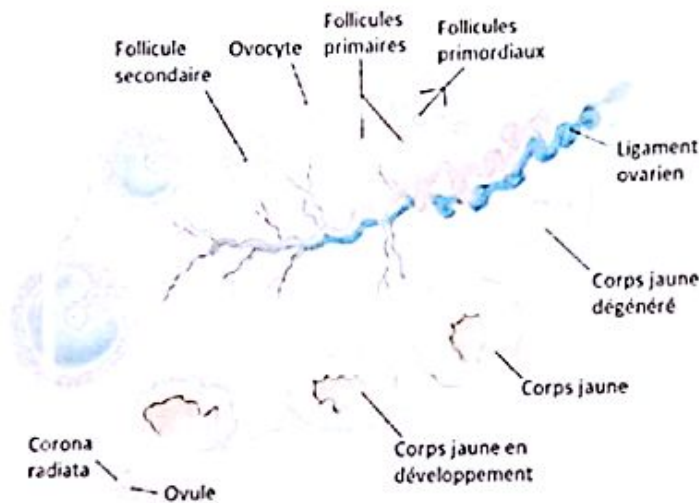
Le corps jaune a deux destinées :

- S'il n'y a pas fécondation, le corps jaune dégénère au bout de 10 à 14 jours : c'est le corps jaune cyclique (progestatif ou périodique).
- Dans le cas contraire (en cas de fécondation), il persiste : c'est le corps jaune de grossesse (gravidique ou corps jaune de grossesse).

Rémarques :

- Quel que soit le stade de la folliculogénèse, de très nombreux follicules en évanouissent : c'est l'atrésie folliculaire.
- L'augmentation de la taille du follicule est due à la multiplication des cellules folliculaires.
- La maturation des follicules est due à la FSH (Hormone Folliculo Stimulante).
- Après ovulation, le follicule de De Graaf devient le corps jaune (corps progestatif).

Document 10 : Coupe d'un ovaire



Chez la femme, les follicules appartiennent à des périodes suivantes :

- Les follicules primordiaux sont présents à la naissance de la jeune fille (environ 400.000 dans les ovaires), ils persistent dans ce stade jusqu'à la puberté ;
- Trois à quatre mois avant un cycle menstruel, une dizaine des follicules primordiaux évoluent passant par les follicules primaires, secondaires puis tertiaires ;
- La phase folliculaire de chaque cycle débute par l'entrée en croissance d'un des follicules tertiaires, qui devient un follicule mûr.

3. Etapes de l'ovogénèse

L'ovogénèse correspond à l'ensemble des étapes qui aboutissent à la formation et au développement des ovocytes, cellules germinales femelles haploïdes à partir des cellules souches (ovogonies). L'ovogénèse s'effectue à l'intérieur des follicules ovariens, de façon discontinue. Elle débute à la vie fœtale et s'arrête à la ménopause. L'ovogénèse ne s'achève que s'il y a fécondation.

3.1. Phase de multiplication

Elle concerne les ovogonies ($2n$ à 2 chromatides, $30 \mu\text{m}$ de diamètre) et est caractérisée par une succession de mitoses, qui aboutissent à la production d'ovogonies, diploïdes eux aussi. La phase de multiplication aboutit à la formation de 6 millions d'ovogonies (stock définitif des cellules souches). Certaines ovogonies se transforment en ovocytes I, d'autres meurent par apoptose.

3.2. Phase d'accroissement

Au cours de cette phase, les ovogonies s'hypertrophient et deviennent des ovocytes I ($2n$ à 4 chromatides, $140 \mu\text{m}$ de diamètre).

NB : L'ovocyte entame sa première division, dès qu'il apparaît pendant la vie fœtale, mais se bloque en prophase I (plus précisément au stade diplotène), avec un noyau typique appelé noyau de diplotène ou vésicule germinative. Ce blocage ne s'achèvera qu'à la puberté.

3.3. Phase de maturation

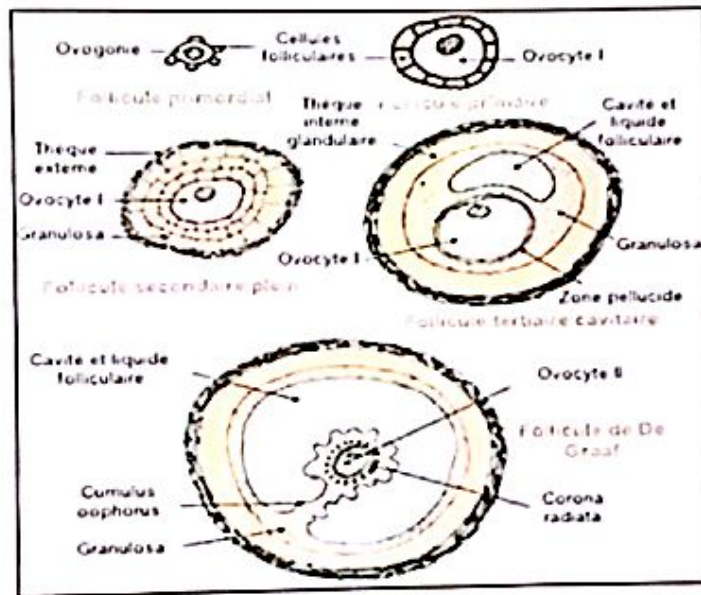
Chaque mois, entre la puberté et la ménopause, au moment de l'ovulation (expulsion d'un ovocyte par un follicule parvenu à la maturité), l'ovocyte I ($2n$) avec la première division de la méiose produit un ovocyte II (n) avec l'émission du premier globule polaire (n). Cette division est très asymétrique, l'ovocyte II gardant la totalité du cytoplasme. Immédiatement après, commence la deuxième division.

la méiose mais le processus se bloque encore une fois (en métaphase II : méiose incomplète) et est conditionné par la survenue ou non de la fécondation :

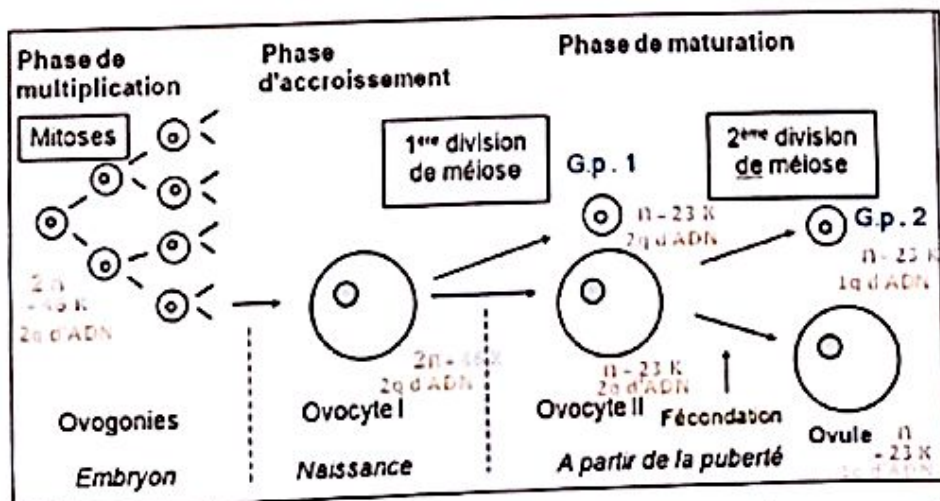
- En l'absence de la fécondation, l'ovocyte reste à ce stade de métaphase II et dégénère ensuite rapidement.
- S'il y a fécondation, l'ovocyte II achèvera sa maturité et se transformera en ovule mur ou l'ovotide (n) avec l'émission du deuxième globule polaire.

La phase de maturation est donc plus complexe que dans la spermatogenèse et présente les trois particularités suivantes :

- La méiose (maturation nucléaire) y est incomplète, inégale avec un arrêt prolongé.
- La maturation cytoplasmique (dernière étape de la phase de croissance) en est synchrone.
- Enfin cette phase de maturation est associée à la folliculogenèse.



Document 11 : Folliculogenèse



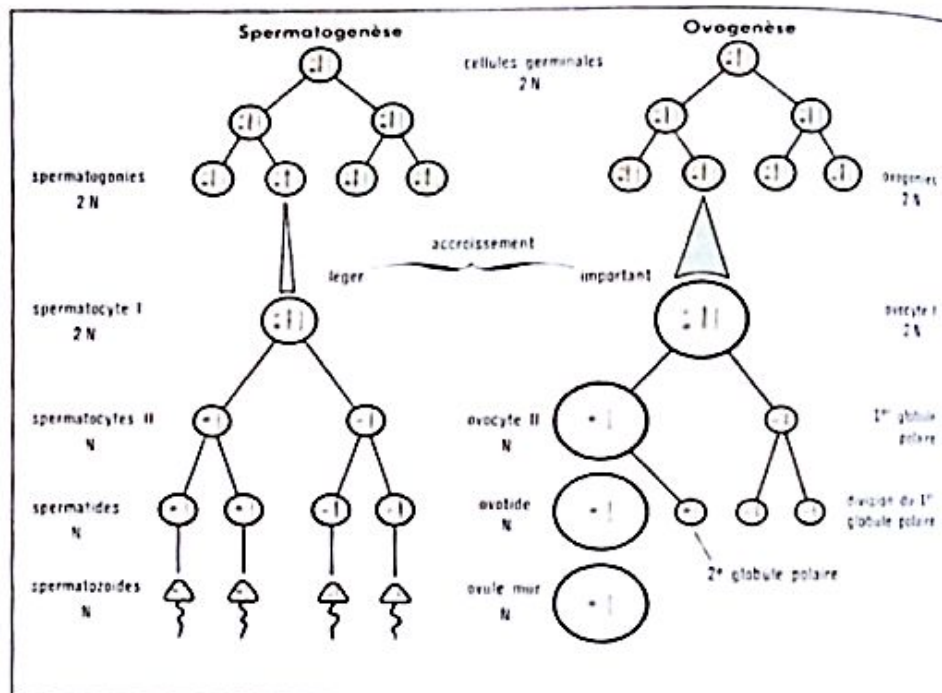
Document 12 : Schéma des étapes de l'ovogenèse (k = chromosomes)

Rémarques :

- C'est l'ovocyte II qui est expulsé au moment de l'ovulation et non l'ovule.
- Le blocage de l'ovocyte I à la prophase I et de l'ovocyte II à la métaphase II est dû à un inhibiteur de la méiose sécrété par les cellules folliculaires.

Document 13 : Différences entre la spermatogenèse et l'ovogenèse

Caractéristiques	Spermatogenèse	Ovogenèse
Gamète	Spermatozoïde	Ovule
Début	A la puberté	A la vie embryonnaire
Fin	A la mort	A la ménopause
Rythme de production	Continu et permanent	Discontinu et cyclique
Délai de production (âge du gamète)	Environ 74 jours	Age de la femme + quelques jours
Quantité des gamètes	300 millions par ml de sperme environ	1 par cycle, rarement 2 par cycle
Organe	Testicules (tubes séminifères)	Ovaires (follicules)
Nombre de gamètes produits	4 spermatozoïdes	1 ovule + 3 globules polaires



Document 14 : Comparaison schématique de la spermatogenèse et de l'ovogenèse

Document 15 : Différences entre spermatozoïde et ovule

Caractéristiques	Spermatozoïde	Ovule
Forme	Allongée	Sphérique
Mobilité	Mobile	Immobile
Durée de vie	4 jours environ	2 jours environ
Taille	60 μm de long chez l'homme	100 μm de diamètre chez la femme
Emission (espèce humaine)	De la puberté à la mort environ 300 à 500 millions par éjaculat	Cyclique : 1, rarement 2 tous les 28 jours environ de la puberté à la ménopause
Types de gamètes	2 types (X et Y)	Un seul type (X)

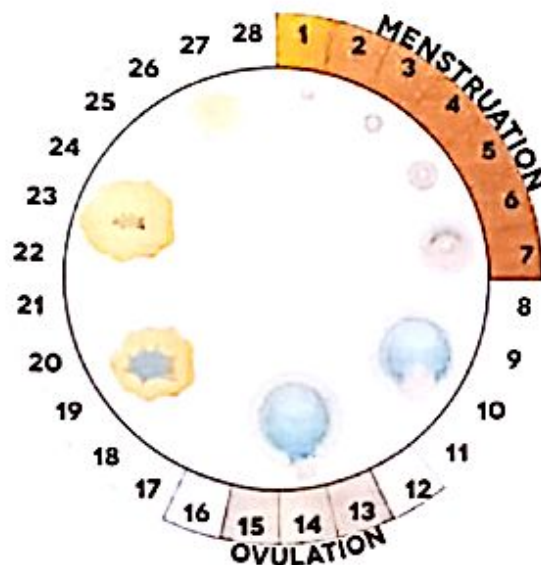
EXERCICE 1

- Comment se déroule l'ovogenèse après la naissance ? Décrivez les différentes divisions cellulaires qui en sont issues.
- Que se passe-t-il quand la fécondation a lieu ?
- Pourquoi dit-on que chez les mammifères la phase diploïde est dominante ?
- Est-ce que c'est le cas chez tous les êtres vivants ?

- 5) Qu'est-ce qu'un crossing-over ? Quand a-t-il lieu ?
- 6) Décrivez la différenciation des spermatozoïdes, en particulier énumérez les changements qui interviennent lors de cette différenciation au niveau du cytoplasme, des organites et décrivez l'apparition éventuelle de nouveaux organites.

III. Cycles sexuels chez les femmes

Le cycle sexuel ou menstruel est l'ensemble des phénomènes physiologiques qui se produisent de façon synchrone dans les organes de l'appareil génital de la puberté à la ménopause (45 à 55 ans). Il a une durée d'environ 28 jours. Les manifestations extérieures étant les règles ou menstruations, les cycles sexuels chez la femme sont qualifiés de cycles menstruels. Ces transformations cycliques concernent la menstruation, l'ovaire, l'utérus et le vagin. Les cycles sont dits synchronisés.



Document 16 : Schéma du cycle ovarien

1. Cycle ovarien

Le cycle ovarien est caractérisé par le développement ou la maturation d'un ou de plusieurs follicules tertiaires, la présence du corps jaune et la fonction endocrine de l'ovaire. Le cycle ovarien se décompose en deux phases séparées par l'ovulation ou ponte ovulaire :

- Phase folliculaire ou de maturation d'un follicule : elle débute par le développement d'un follicule tertiaire et s'achève lors de la rupture de la paroi du follicule de De Graaf. Elle a une durée de 10 à 17 jours.
- Phase lutéale ou lutéinique : d'une durée constante de 14 jours, au cours de cette phase se forme le corps jaune.

Une fécondation suivie d'une gestation, interrompt temporairement cette succession du cycle.

NB : L'étape finale de la phase folliculaire est appelée œstrus ou période de rut (ou chaleur), favorable au rapprochement des sexes chez des nombreuses espèces animales.

On distingue deux types d'ovulation :

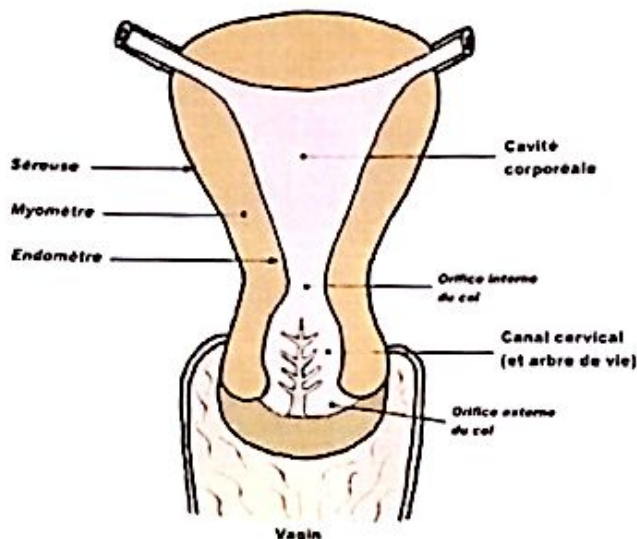
- Ovulation spontanée : c'est une ovulation qui se produit automatiquement à la fin de la phase folliculaire, observée chez la femme et chez la plupart des femelles des mammifères ;
- Ovulation provoquée : c'est une ovulation qui est déclenché par des stimuli, soit au cours de l'accouplement (lapine, chatte, chienne), soit à la vue du male (pigeon), la femelle étant en période de chaleur.

Connaissant la durée du cycle, pour déterminer la date d'ovulation il suffit d'effectuer l'opération suivante : durée du cycle - 14 jours.

Chaque cycle ovarien est marqué par une phase menstruelle (règles ou menstruations) du 1^{er} au 5^{ème} jour, caractérisée par une hémorragie qui n'est interrompue qu'en cas de gestation. La grossesse dure en moyenne 9 mois chez la femme.

2. Cycle utérin

Document 17 : Schéma de l'utérus



Le cycle utérin est constitué d'une série de transformations cycliques subies chaque mois (en l'absence de fécondation) par l'endomètre en raison des modifications de son épaisseur dues à des modifications hormonales. L'endomètre subit des modifications dans le but de se préparer à la nidation. On distingue plusieurs phases du cycle utérin :

Phase menstruelle (J₁ à J₅) : les hormones ovariennes sont au plus bas. Le taux de FSH commence à augmenter. La couche superficielle de l'endomètre se détache par desquame, provoquant des saignements (règles).

Phase proliférative (J₆ à J₁₄) : l'endomètre se reconstruit sous l'influence d'un taux d'œstrogènes. Les glandes prolifèrent (on parle des glandes chorioniques en tubes). Les artères deviennent nombreuses, l'endomètre atteint 4-5 mm d'épaisseur.

Phase sécrétoire (J₁₅ à J₂₈) : la progestérone complète l'action des œstrogènes. Les glandes deviennent plus nombreuses et sinusoïdales, les artères se spiralisent. La muqueuse a un aspect de dentelle utérine.

NB : S'il n'y a pas de fécondation, le corps jaune régresse et le taux d'hormones sexuelles diminue entraînant la desquamation de l'endomètre dans les premiers jours du cycle suivant :

En ce qui concerne le myomètre :

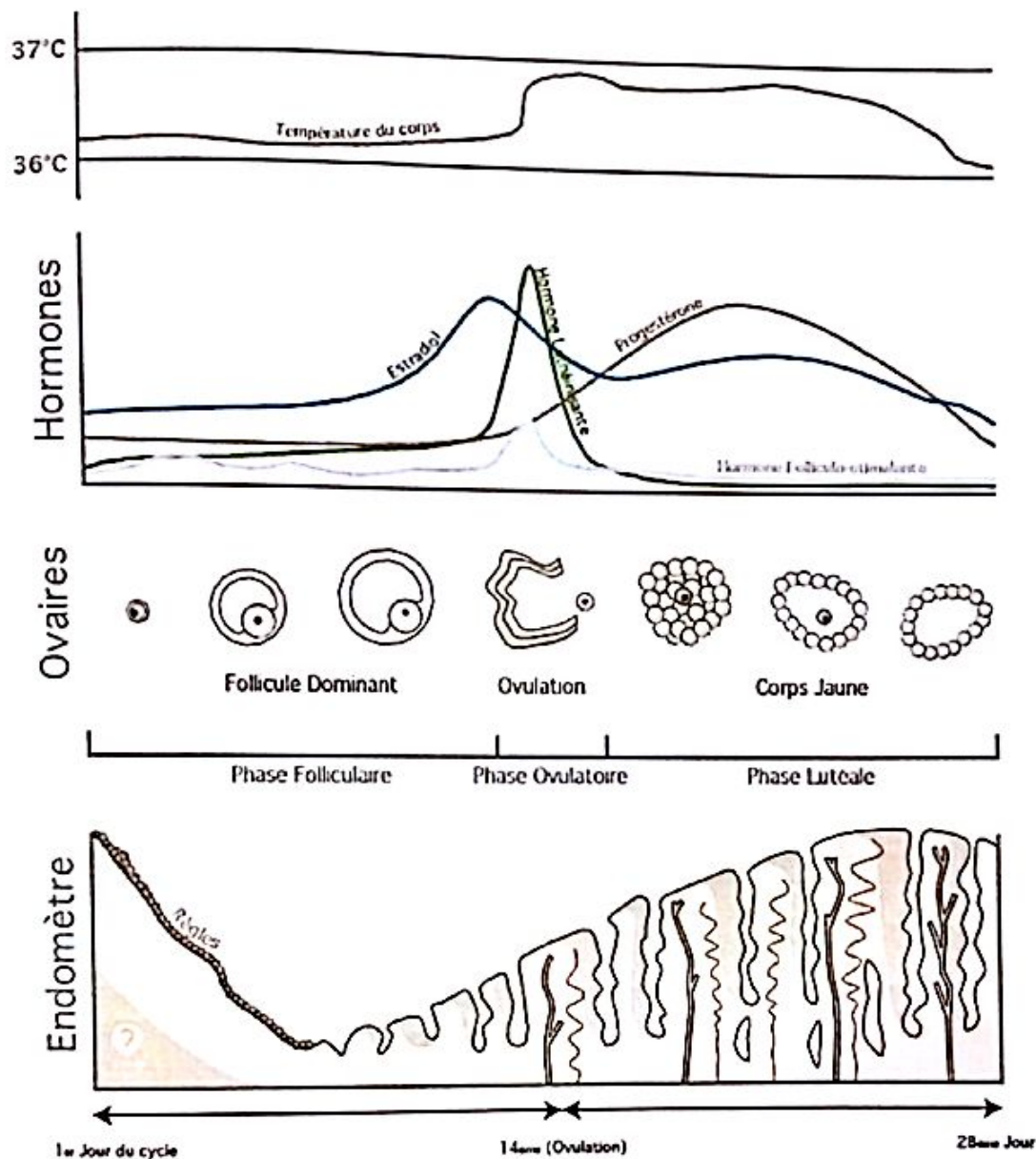
- Pendant la phase folliculaire, le muscle utérin se contracte avec une certaine rythmicité ce qui faciliterait la progression des spermatozoïdes.
- Durant la phase lutéinique, la progestérone inhibe des contractions du myomètre : on parle de silence utérin, indispensable à la gestation.

3. Cycle de la glaire cervicale

Le col de l'utérus produit une sécrétion appelée glaire cervicale ou mucus cervical. Ce mucus joue un rôle de sélection ou filtre.

- **Phase préovulatoire :** peu importante au début du cycle, elle devient de plus en plus abondante et « filante » sous l'effet des œstrogènes jusqu'à la phase ovulatoire.
- **Phase ovulatoire :** au moment de l'ovulation, elle est particulièrement limpide car riche en protéines. Sa filance est maximale, son pH alcalin et le réseau de mailles des glycoprotéines est très étiré longitudinalement : toutes ces conditions favorisent la survie et leur franchissement par les spermatozoïdes.
- **Phase post ovulatoire :** sous l'effet de la progestérone, le mucus cervical se coagule et devient épais, ce qui agit comme une barrière contre les agents microbiens.

NB : Les effecteurs du cycle menstruel sont : l'ovaire, l'utérus, la glaire cervicale et le vagin. D'autres paramètres sont concernés par les cycles sexuels : cycle de température (inférieur à 37 °C pendant la phase folliculaire, supérieur à 37 °C à la phase lutéale), cycle hormonal.



Document 18 : Cycle de température, cycle hormonal, cycle ovarien et cycle utérin

IV. Rôles du complexe hypothalamo-hypophysaire

1. Contrôle hypophysaire du cycle ovarien et du cycle utérin

L'hypophyse antérieure chez l'homme comme chez la femme sécrète deux hormones (gonadostimulines ou gonadotrophines) : FSH et LH.

LH (Hormone Lutéinisante ou Lutéotropine) : cette hormone agit en synergie avec FSH ; elle contribue au développement des follicules et provoque l'ovulation. Elle induit l'hypertrophie du corps jaune et son maintien donc indirectement la production de la progestérone. Elle stimule la reprise et l'achèvement de la méiose I.

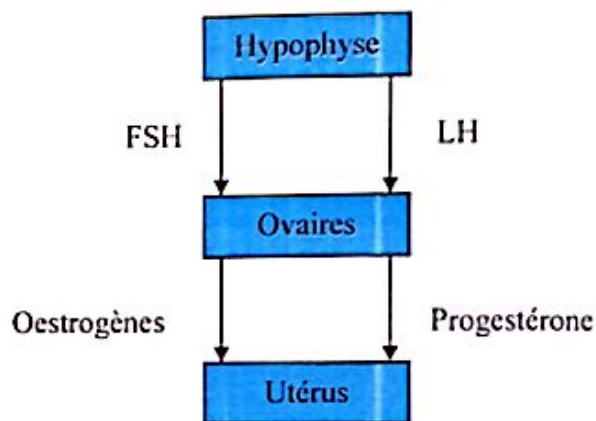
FSH (Hormone Folliculo Stimulante ou Folliculine) : elle stimule la croissance et la maturation des follicules donc les cellules folliculaires de la granulosa et les cellules thécales (cellules de la thèque interne). Donc cette hormone stimule indirectement la production d'œstrogènes.

NB : FSH et LH sont de nature glycoprotéique.

Document 19 : Expériences

Expériences	Résultats	Interprétation
Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie)	Disparition des cycles ovariens et utérins	L'hypophyse est indispensable au fonctionnement cyclique des ovaires et de l'utérus
Ablation de l'hypophyse et injection d'extraits hypophysaires	Cycles ovariens et utérins normaux	L'hypophyse agit par voie hormonale sur le fonctionnement des ovaires et de l'utérus
Ablation de l'hypophyse, ablation des ovaires, injection d'extraits hypophysaires	Disparition du cycle utérin	Le cycle utérin n'est pas sous le contrôle direct de l'hypophyse, il est sous le contrôle des ovaires

Conclusion partielle : le fonctionnement des ovaires et de l'utérus est sous la dépendance de l'hypophyse.



Document 20 : Schéma fonctionnel

2. L'hypophyse commande les testicules

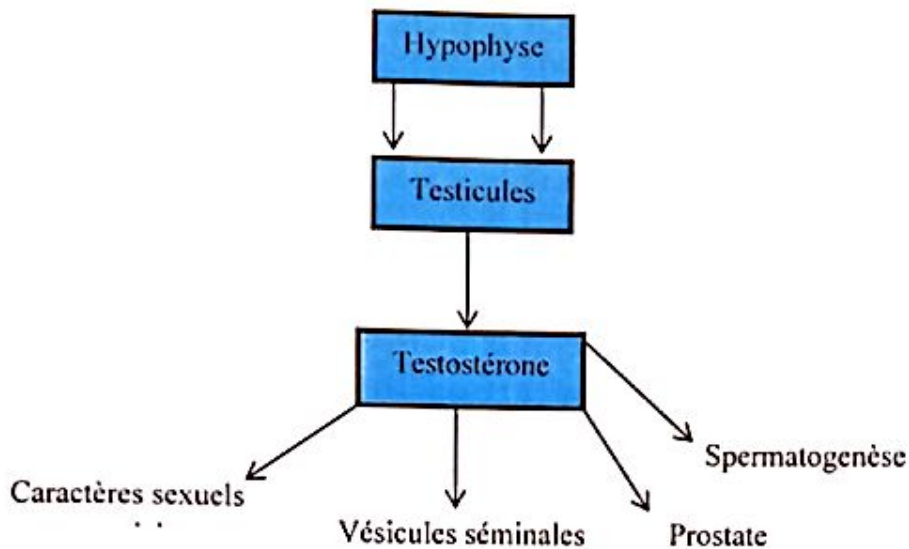
Document 21 : Gonadostimulines, leurs cellules cibles et leurs fonctions

Gonadostimulines	Cellules cibles	Rôles
FSH	Cellules de Sertoli	Permet le développement des cellules de Sertoli et contrôle la spermatogenèse
LH	Cellules de Leydig	Stimule la production de la testostérone

L'hypophyse agit par voie sanguine.

Document 22 : Regulation de la sécrétion de la testostérone

Expériences	Résultats
Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie)	<ul style="list-style-type: none"> - Atrophie des testicules - Régression des caractères sexuels secondaires - Régression de la prostate et des vésicules séminales - Arrêt de la spermatogenèse et de la production de testostérone
Ablation de l'hypophyse et injection d'extraits hypophysaires ou des hormones FSH et LH	<ul style="list-style-type: none"> - Développement des testicules - Production de la testostérone et rétablissement de la spermatogenèse



Document 23 : Schéma fonctionnel

EXERCICE 2

- 1) Quelle expression utilise-t-on pour désigner : a) l'absence d'ovulation ? b) l'absence des règles ?
- 2) Certains cas de stérilité chez les femmes sont dus à l'absence d'ovulation. On fait à de telles femmes des injections d'extraits hypophysaires et on constate qu'il a souvent reprise d'ovulation. a) Quelle était alors probablement dans ces cas la cause de l'absence d'ovulation ? b) Peut-on utiliser des extraits provenant d'individus de sexe masculin ? c) Alors que pour ces mêmes femmes, l'ovulation exigeait des extraits hypophysaires, la grossesse peut se dérouler sans apports nouveaux de ces mêmes extraits ; pourquoi ?
- 3) En fait, pour soigner l'ovulation, on remplace couramment les extraits hypophysaires par des extraits placentaires ;
 - a) Pourquoi obtient-on les mêmes résultats ?
 - b) Dans la pratique, pourquoi choisit-on les extraits placentaires plutôt que les extraits hypophysaires ?

3. Commande de l'antéhypophyse (adénohypophyse, hypophyse antérieure) par l'hypothalamus

L'hypothalamus est un organe du cerveau proche de l'hypophyse relié à celle-ci par la tige hypophysaire (pituitaire). Si l'on interrompt la communication sanguine entre ces deux organes, on observe un arrêt des fonctions testiculaires ou ovariennes : ce qui montre que l'hypothalamus agit sur les testicules et les ovaires par l'intermédiaire de l'hypophyse antérieure. La sécrétion des gonadostimulines est elle-même contrôlée par la neurohormone GnRH (gonadolibérine ou hormone de libération des gonadotrophines) sécrétée par les neurones de l'hypothalamus.

Neurohormone : c'est une hormone produite par les neurones sécréteurs situés dans l'hypothalamus et véhiculée par le sang pour agir sur les cellules cibles (cellules à FSH et cellules à LH).

La GnRH ou RH, la FSH et la LH sont libérées de manière pulsatile dans la circulation sanguine.

Rôle de GnRH : elle stimule la sécrétion de FSH et de LH.

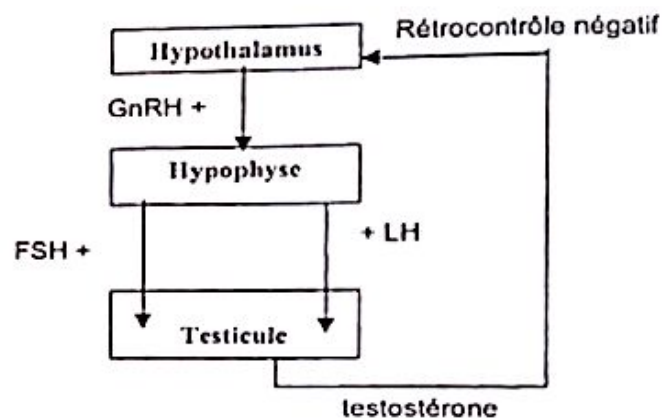
V. Feed back (rétrocontrôle ou rétroaction)

Le rétrocontrôle est un mécanisme de contrôle de l'activité d'un organe par l'organe dont il stimule l'activité. On distingue le rétrocontrôle négatif et le rétrocontrôle positif :

- **Rétrocontrôle négatif** : l'augmentation de l'hormone à réguler provoque la diminution de l'hormone qui la déclenche et vice versa. Ceci a pour effet de stabiliser la valeur du paramètre contrôlé.

- **Rétrocontrôle positif** : l'augmentation de l'hormone à réguler provoque plutôt l'augmentation de la valeur du paramètre qui la déclenche. Ceci a pour effet d'augmenter graduellement la valeur du paramètre contrôlé.
1. Rétrocontrôle de l'activité testiculaire sur le complexe hypothalamo-hypophysaire
 - La castration bilatérale chez un male entraîne une hypertrophie de l'hypophyse. Les testicules exercent une activité frénatrice sur l'hypophyse : c'est un rétrocontrôle négatif.
 - Chez un animal non castré, on injecte des quantités importantes de testostérone, on observe une diminution de l'activité de l'hypophyse et de l'hypothalamus baisse respectivement à travers la diminution des pulsés des gonadostimulines (FSH et LH) et de GnRH. L'activité frénatrice exercée par les testicules se fait par l'intermédiaire de la testostérone véhiculée par le sang : c'est un rétrocontrôle négatif.

NB : La testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.



Document 24 : Schéma récapitulatif de la régulation hormonale chez le mâle

2. Rétrocontrôle de l'activité ovarienne sur le complexe hypothalamo-hypophysaire

Document 25 : Expériences

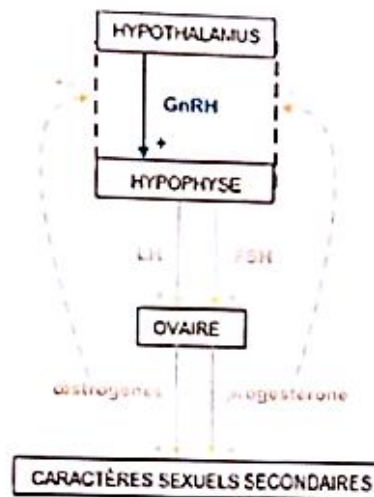
Expériences	Résultats
On pratique chez une rate pubère non gestante, une ovariectomie bilatérale	Hypertrophie de l'hypophyse
Injection des petites quantités d'œstrogènes dans l'hypothalamus	Absence totale d'ovulation
Injection de grandes quantités d'œstrogènes dans l'hypothalamus	Apparition d'une quantité importante d'œstrogènes dans le sang et déclenchement immédiat de l'ovulation
Injection de progestérone et d'œstrogènes dans l'hypothalamus à des doses élevées	Cycle ovarien bloqué et pas d'ovulation

INTERPRETATION

- Les ovaires exercent une activité frénatrice sur l'hypothalamus et l'hypophyse.
- Les faibles concentrations d'œstradiol inhibent la sécrétion de GnRH ainsi que celle des gonadostimulines : c'est le rétrocontrôle négatif observé pendant la phase folliculaire.
- Les fortes concentrations d'œstradiol entraînent une hypersécrétion de GnRH et des gonadostimulines, surtout de LH (pic de LH) provoquant l'ovulation : c'est le rétrocontrôle positif observé du 12^{ème} au 13^{ème} jour.
- La progestérone inhibe la sécrétion de GnRH et des gonadostimulines, quel que soit la concentration d'œstradiol : c'est le rétrocontrôle négatif observé pendant la phase lutéale.

NB : La progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire ; l'œstradiol à doses élevées exercent un rétrocontrôle positif ; à faible dose l'œstradiol exerce un rétrocontrôle négatif.

Retenons bien que chez une femelle biovariectomisée, pour ramener les sécrétions hypophysaires à une valeur normale (sans opération chirurgicale), on procède à l'injection d'extraits ovariens (hormones l'hypophyse, on procède à l'injection de la progestérone.



Document 26 : Schéma de régulation hormonale chez la femme

EXERCICE 3

Pour connaître chez la rate le déterminisme du cycle ovarien, dont la durée est de 5 jours, on réalise la série d'expériences suivantes :

- **Expérience 1 :** Chez les femelles castrées, l'hypophyse augmente de volume et dans le sang, on peut doser une quantité anormalement élevée de FSH et de LH qui sont des hormones hypophysaires. Si on injecte alors des quantités bien dosées d'oestrogènes, la sécrétion de FSH et de LH se stabilise autour du taux normal.
 - **Expérience 2 :** L'ablation de l'hypophyse pratiquée le troisième jour du cycle provoque l'atrophie des ovaires. Le taux des oestrogènes dans le sang est alors inférieur à la normale et on ne décèle jamais de progestérone.
 - **Expérience 3 :** la greffe de l'hypophyse corrigera les effets de l'ablation si celle-ci est faite à son emplacement d'origine.
 - **Expérience 4 :** on peut provoquer également chez des femelles non castrées une hyperproduction des hormones hypophysaires en stimulant électriquement l'hypothalamus de façon rythmique et localisée.
- 1) Analysez brièvement chaque expérience et concluez.
 - 2) Représentez au moyen d'un schéma simple, les types de relations existant entre les organes mis en jeu.

EXERCICE 4

L'ablation des deux ovaires chez la femelle du singe entraîne une hypertrophie de l'hypophyse et une hypersécrétion des hormones hypophysaires.

- 1) Expliquez la cause de ces résultats.
- 2) Expliquez comment on peut sans réaliser une opération chirurgicale, ramener les sécrétions hypophysaires à une valeur normale ?
- 3) Expliquez comment obtenir chez une femelle normale la mise au repos de l'hypophyse ?

SOLUTION

- 1) Le rétrocontrôle par les hormones ovariennes, exercé sur l'hypophyse dans l'hypothalamus stimule continuellement l'hypophyse, qui entraîne une production de hormones hypophysaires et une hypertrophie de l'hypophyse.
- 2) On doit procéder à l'injection d'hormones ovariennes (oestrogènes et progestérone).
- 3) On doit procéder à l'injection de la progestérone.

VI. Fécondation – grossesse – accouchement – lactation

1. Fécondation

La fécondation correspond à la rencontre du spermatozoïde et de l'ovule, aboutissant à la fécondation. La fécondation conduit au rétablissement de la diploïdie. Elle s'arrête à la première division. Elle dépend de la période du cycle et des conditions du transit des gamètes.

1.1. Etapes de la fécondation

- Rapprochement des gamètes

A l'éjaculation, les spermatozoïdes sont projetés au fond du vagin, ils pénètrent dans le canal cervical, remontent les trompes de Fallope jusqu'à la partie élargie appelée ampoule supérieure (au bout de 4h du temps).

NB : Ces spermatozoïdes sont soumis à une élimination rigoureuse par trois facteurs : l'acidité du vagin, la glaire cervicale et les macrophages (globules blancs).

Sur les 300 à 500 millions de spermatozoïdes (soit 100 %), seuls 200 à 300 (soit 1 %) atteignent le voisinage de l'ovocyte II.

Le gamète femelle quant à lui quitte l'ovaire à l'état d'ovocyte II (bloqué à la maturation) entouré de sa membrane pellucide et des cellules de la corona radiata. Il est accompagné de son deuxième globule polaire. Poussé par le mouvement des cils (et par des contractions péristaltiques de la trompe) l'ovocyte II est transporté rapidement (en 30 minutes environ) jusqu'à l'ampoule ovulaire où il survivra dans l'ampoule 48h environ.

- Pénétration du spermatozoïde

Le spermatozoïde et l'ovocyte II se reconnaissent comme compatibles, de la même espèce. La reconnaissance est effectuée entre les protéines composant la zone pellucide (en l'occurrence les protéines ZP₃ enveloppant l'ovocyte pendant sa maturation) et des récepteurs présents sur la tête du spermatozoïde. Il se produit alors une réaction acrosomiale (libération des enzymes de l'acrosome). Grâce à ses enzymes, il y a la digestion partielle de la membrane pellucide, ce qui permet au spermatozoïde de la traverser et de venir au contact de la membrane de l'ovocyte.

Le mécanisme de reconnaissance spécifique est surtout pour les animaux à fécondation externe (certains poissons et batraciens (oursins) : la femelle pond des ovules dans le milieu aquatique et le mâle vient y déposer son sperme. Ces ovules produisent une hormone (appelé gamone ou fertilisane) qui attire vers eux les spermatozoïdes : il s'agit du chimiotactisme positif.

Afin de maintenir le caryotype de l'espèce, un seul spermatozoïde doit féconder l'ovocyte II : c'est la monospermie. Cette monospermie est permise grâce au réveil ovocytaire qui entraîne la disparition des deux gamètes.

Les signaux du réveil physiologique de l'ovocyte sont :

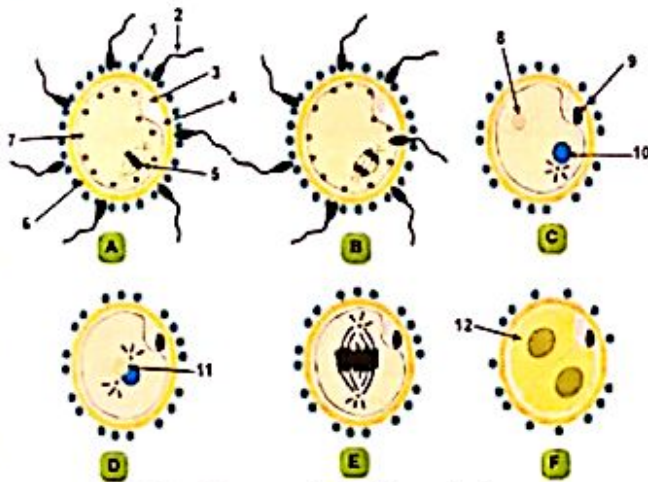
- **La reprise de la méiose II pour l'ovocyte :** l'ovocyte II finit sa méiose II et libère son deuxième globule polaire. Une fois cette étape terminée, on trouve dans l'ovocyte deux pronucléi (pronucléus mâle et pronucléus femelle), on peut alors parler d'ovocyte II réveillé ;
- **Dépolarisation membranaire et exocytose des granules corticaux :** les contenus des granules corticaux modifieront les glycoprotéines de la zone pellucide, qui devient « imperméable » à d'autres spermatozoïdes.

- Caryogamie (fusion des noyaux)

Avant la collision de deux pronucléi, le pronucléus mâle effectue une rotation d'environ 180° (grâce au centriole proximal) puis tamponne le pronucléus femelle pour former un œuf, qui entame aussitôt sa première division mitotique.

NB : A la pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte, le flagelle est amputé.

Les mitochondries et les autres organites sont dégradés par les enzymes ovocytaires ; seuls subsistent le noyau et le centriole proximal, raison pour laquelle on dit que le spermatozoïde est un voyageur sans bagages.



A = Reconnaissance spécifique ; B = Pénétration du spermatozoïde ; C = Rapprochement des noyaux ; D = caryogamie ; E = Début de la division de l'œuf ; F = Division de la cellule œuf en deux. 1 = Cellule folliculaire ; 2 = Spermatozoïde ; 3 = Premier globule polaire ; 4 = Espace périovulaire ; 5 = Chromosomes bloqués à la métaphase II ; 6 = Zone pellucide ; 7 = granule cortical ; 8 = Noyau ovulaire ; 9 = Deuxième globule polaire ; 10 = Noyau spermatique ; 11 = Pronucléus mâle ; 12 = Première cellule de l'embryon.

Document 27 : Etapes de la fécondation

NB : Fécondation chez l'oursin

Pendant la période de reproduction, les oursins rejettent dans l'eau de mer les gamètes mâles et femelles (spermatozoïdes et ovules). Les ovules libèrent dans l'eau des fertilisines ovulaires ou gamones qui entraînent l'agglutination ou l'attraction des spermatozoïdes autour d'eux : c'est le **chimiotactisme positif**. S'en suivront la pénétration du spermatozoïde, l'activation de l'ovule et la caryogamie.

1.2. Mécanisme empêchant la polyspermie (entrée de plusieurs spermatozoïdes dans l'ovocyte)

Ce mécanisme se fait via deux blocages :

- **Blocage précoce de la polyspermie ou premier blocage** : caractérisé par la dépolarisation de la membrane, passage du potentiel de membrane de l'ovocyte de -60 mV à $+20 \text{ mV}$;
- **Blocage tardif de la polyspermie ou deuxième blocage** : caractérisé par une augmentation rapide du taux d'ions Ca^{2+} cytosolique, ce qui provoque l'exocytose des granules corticaux (on parle de dégranulation) entraînant la formation de la membrane de fécondation, empêchant toute fixation du spermatozoïde.

1.3. Conséquences de la fécondation chez les mammifères

- Rétablissement de la garniture chromosomique diploïde ;
- Réveil ou activation physiologique de l'ovocyte ;
- Détermination chromosomique du sexe de l'individu (XY pour un garçon et XX pour une fille).

1.4. Conséquences génétiques de la fécondation

La fécondation assure la réunion de deux jeux haploïdes de chromosomes : un jeu en provenance de l'ovule, un jeu en provenance du spermatozoïde. Cette union reconstitue le caryotype normal de l'espèce.

1.5. Conséquences embryologiques de la fécondation

Sitôt activé, l'œuf se divise.

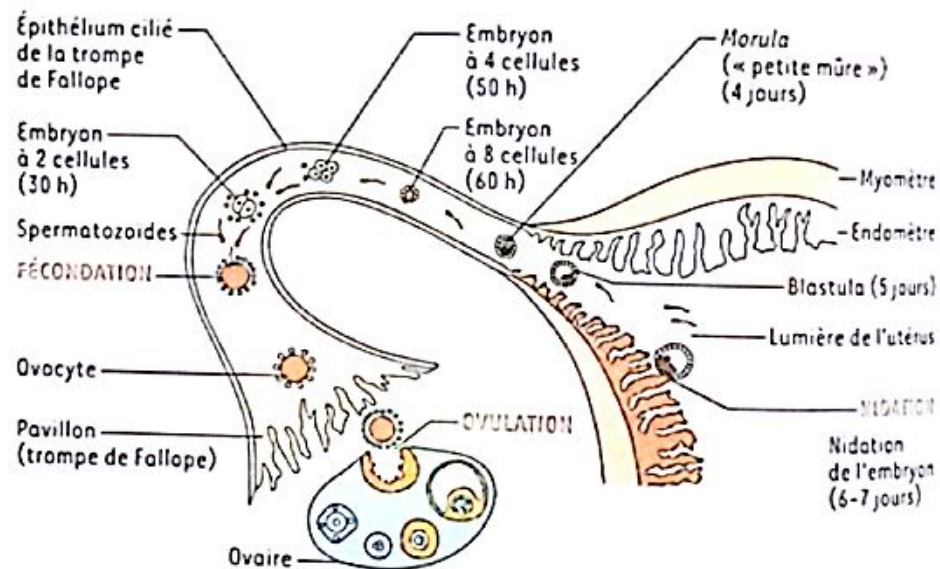
2. Grossesse

Lors de la fécondation de l'ovule par le spermatozoïde, il y a caryogamie, donnant naissance à une cellule œuf. Cette cellule œuf subit des divisions successives, formant ainsi un embryon. Le cours de division migre jusqu'à l'utérus. Environ sept (7) jours après la fécondation, l'embryon d'une masse de cellules s'implante dans l'endomètre utérin : c'est la nidation ou ovo-implantation.

Après la nidation, le tout jeune embryon sécrète l'hormone HCG (Gonadostimuline Humaine). Cette hormone permet la poursuite de l'activité du corps jaune et, par conséquent, la sécrétion de progestérone indispensable au maintien de la muqueuse utérine au début de la grossesse.

A son début, la grossesse apporte des réactions caractéristiques dans le corps de la femme (un changement d'état physiologique dont les signes sont les suivants) : pas de saignements menstruels (aménorrhée), nausée et vomissements, sensation de la fatigue, gonflement des seins, besoin d'uriner, douleur lombaire, coloration des bouts des seins, augmentation de la température corporelle (37°C), gonflement des membres, prise de poids, etc.

A environ 4 mois et demi, la mère sentira le bébé bouger et le médecin peut entendre le battement du cœur grâce au fœtoscope. Un test de grossesse urinaire ou sanguin peut donner une réponse positive après deux semaines de grossesse. Il se forme durant la grossesse, deux organes extra-embryonnaires : l'amnios (poche des eaux) et le placenta (relié au fœtus par le cordon ombilical), il assure les échanges nutritifs et gazeux. La grossesse dure en moyenne neuf (9) mois. Vers le 9^{ème} mois, le futur bébé est parfaitement formé. Chaque bruit lui fait réagir. Sa tête est tournée vers l'orifice utérin ; la naissance est proche.



Document 28 : De l'ovulation à la nidation

Quand le bébé va-t-il naître ?

Ajoutez 9 mois + 14 jours après le premier jour du dernier cycle normal.

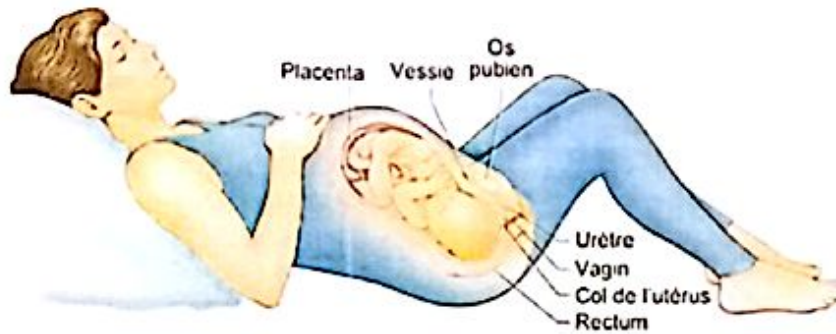
Exemple : 10 février (premier jour du dernier cycle normal).

Date d'accouchement = 10 février + 9 mois + 14 jours = 24 Novembre.

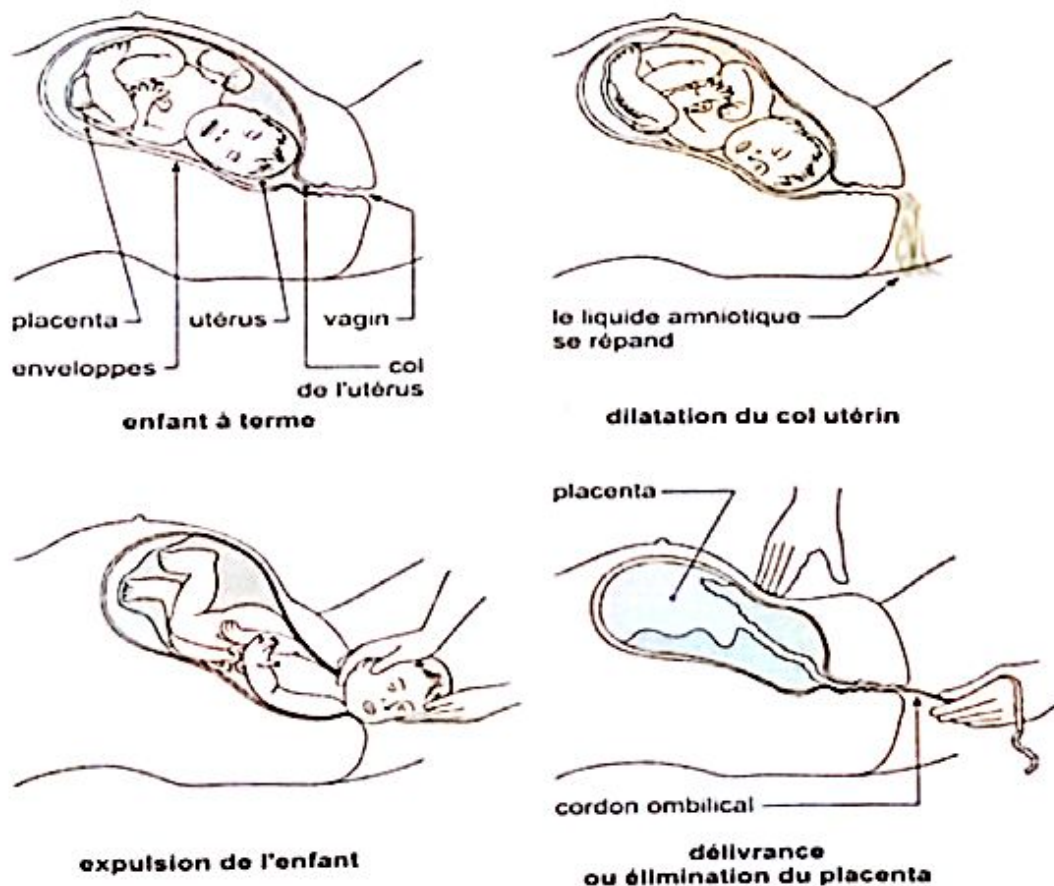
3. Parturition ou accouchement

C'est l'action de mettre un enfant au monde. Il consiste en l'expulsion d'un ou de plusieurs enfants de l'utérus de sa mère. Il peut durer en moyenne 9h et demi et se déroule en trois étapes :

- Phase de dilatation : elle commence avec les contractions utérines dues à la chute de l'œstradiol et de la progestérogène (à cause de la vieillissement du placenta). Ces contractions sont renforcées par l'ocytocine, sécrétée par la posthypophyse ;
- Phase de l'expulsion du fœtus : les contractions utérines s'accroissent, les muscles abdominaux se contractent, contribuant à l'expulsion du fœtus par le vagin : c'est la naissance. A ce stade, le bébé est relié à sa mère par le cordon ombilical, qui doit être coupé ;
- Phase de délivrance : c'est l'expulsion du placenta par l'utérus (30 minutes après l'expulsion du fœtus).



Document 29 : Femme enceinte



Document 30 : Etapes de l'accouchement

4. Lactation ou allaitement

Vers la fin de la gestation, l'antéhypophyse sécrète la prolactine, qui stimule la montée du lait, maintenue par la succion exercée sur les mamelons par le bébé car cette succion crée un réflexe

neurohypophysaire maintenant la sécrétion de la prolactine et par la suite celle du lait. Le nourrisson absorbe le colostrum riche en anticorps, vitamines, ... qui le protègent contre les infections.

NB : La lactation s'accompagne du blocage de l'activité ovarienne (l'allaitement est une méthode conseillée pour la contraception, l'OMS recommande d'allaiter le bébé au moins 6 mois par jour). Elle permet la nutrition du nouveau-né jusqu'à ce qu'il soit capable d'assimiler d'autres aliments que le lait.

CONCLUSION

La reproduction est une fonction biologique qui permet aux êtres vivants de se reproduire et de perpétuer leur espèce. La reproduction découle de deux phénomènes biologiques complémentaires (la fécondation et la fécondation).

CHAPITRE 8 : GENETIQUE ET HEREDITE HUMAINE

INTRODUCTION

La génétique est la science de l'hérédité et de la variation chez les êtres vivants. Elle étudie la nature, l'expression, le fonctionnement, la transmission et les modifications de l'information génétique héréditaire qui caractérise les organismes vivants. L'hérédité est la transmission des caractères des ascendants aux descendants. Un caractère est donc héréditaire s'il peut se transmettre d'une génération à la suivante au cours de la reproduction sexuée. On peut distinguer cinq (5) grandes orientations de la génétique : la génétique formelle, la génétique des populations, la génétique de l'évolution, la génétique du développement et la génétique moléculaire (qui débouche sur le génie génétique). La génétique formelle ou mendélienne s'intéresse plus particulièrement à la transmission des caractères héréditaires entre les géniteurs et les progénitures.

Johann Gregor Mendel (22/07/1822 – 08/01/1884), moine et botaniste tchèque (autrichien), père fondateur de la génétique moderne, établit les fondements de la génétique en 1865. Il a pu donner une explication aux ressemblances entre les parents et les descendants et la réapparition des caractères ancestraux apparemment perdus (atavisme). Mendel tire de ses observations trois (3) lois dites lois de Mendel.

Mendel étudia le pois de jardin (*Pisum sativum* L) pour deux raisons principales :

- Il existe un vaste éventail de variétés de pois, de formes et de couleurs distinctes, facilement identifiables ;
- Les pois peuvent s'autoféconder ou être croisés, au choix de l'expérimentateur.

Les travaux de l'hybridation répondent à deux motivations : économique pour nourrir la population mais aussi scientifique pour étudier expérimentalement les limites de la fixité et de la variabilité des espèces. De 1856 à 1863, Mendel croise 34 variétés de pois. Il retient sept (7) couples de caractères morphologiques opposés : l'aspect de la graine (lisse ou ridé), la couleur des cotylédons (jaune ou verte), la couleur des fleurs (jaune ou verte), la position des fleurs (axiale ou terminale), la forme de la gousse mûre (rectiligne ou non), la couleur de la gousse (verte ou jaune) et la longueur de la tige (longue ou courte). Pendant huit (8) ans, il croisa 27000 plants et 300000 graines.

NB : C'est à **Basteson** (1861 – 1926), partisan du Mendélisme que revient la création de la « génétique ».

Au cours de la reproduction, chaque être vivant transmet à sa descendance un « quelque chose » qui maintient la permanence de l'espèce. Ce « quelque chose » n'est pas les caractères mais une information qui permet d'édifier ces derniers. Il s'agit donc du génome.

- Définitions de quelques concepts génétiques
- **Caractère** : c'est un aspect biologique (anatomique ou physiologique) résultant de l'expression d'un gène. Exemples : couleur des yeux, couleur du pelage, couleur du plumage, la taille, la forme, l'aspect, les groupes sanguins, etc.
- **Gène** : c'est une unité de base de l'hérédité (portion de l'ADN) qui gouverne l'expression d'un caractère héréditaire.
- **Allèle** : c'est une version variable d'un même gène. Exemple : le gène déterminant le groupe sanguin ABO a trois allèles (A, B et O).
- **Allèle dominant** : c'est un allèle qui s'exprime toujours au niveau du phénotype. Il est souvent représenté par une lettre majuscule. Exemple : les allèles A et B du groupe sanguin dominant l'allèle O.
- **Allèle récessif** : c'est un allèle masqué, qui ne s'exprime pas au niveau du phénotype lorsqu'il est présent en un seul exemplaire dans le génotype (c'est-à-dire à l'état hétérozygote). Il est souvent représenté par une lettre minuscule.

NB : L'allèle récessif ne s'exprime qu'à l'état homozygote (race pure).

- **Allèles codominants (codominance) :** c'est lorsque les allèles s'expriment en même temps et produisent un phénotype en général intermédiaire à ceux des parents de races pures.
Exemple : le croisement d'une belle de nuit (*Mirabilis jalapa*) de fleurs blanches et d'une belle de nuit de fleurs rouges donne en F_1 (première génération filiale), des belles de nuit roses (couleur intermédiaire entre celles des parents).
Les allèles « rouge » et « blanc » sont dits codominants et sont représentés par des lettres majuscules, comme suit : Rouge $\rightarrow R$; Blanc $\rightarrow B$.
- **Allèle létal :** c'est une forme mutante d'un gène, qui entraîne la mort de l'individu homozygote (la mort généralement avant la naissance).
- **Allèle morbide :** c'est un allèle à l'origine d'une maladie.
- **Allèle nul :** c'est un allèle qui fournit un produit génétique non fonctionnel.

On parle d'**allèles multiples** lorsque dans une population, on observe plus de deux allèles pour un locus (gène).

- **Génotype :** c'est l'ensemble des allèles des gènes d'un individu. Il s'écrit en double lettre (à-dire en deux lettres). Exemples : le groupe sanguin A pour génotype (A//A) ou (A//B) ; B : (B//B) ou (B//O) ; O : (O//O) ; AB : (A//B).
- **Phénotype :** c'est l'ensemble des traits observables (ou non) d'un organisme. Il s'écrit en une lettre de l'allèle qui s'exprime, entre crochets. Exemples : (A//A) : [A] ; (A//O) : [A] ; (B//B) : [B] ; (N//n) : [N]
- **Homozygote :** c'est un individu qui possède deux allèles identiques. Exemples : (O//O) ; (B//B) ; (g//g).
- **Hétérozygote :** c'est un individu qui possède deux allèles différents. Exemples : (N//n) ; (A//O) ; (G//g).
- **Lignée ou race pure :** c'est l'ensemble d'individus homozygotes pour le(s) caractère(s) étudié(s).
NB : Homozygote = race pure ; hétérozygote = hybride. Génération P (génération parents de lignée pure).
- **Hybridation :** c'est un croisement entre deux individus qui diffèrent par un ou plusieurs caractères.
- **Atavisme :** c'est la réapparition chez un individu des caractères d'un ancêtre, absents chez ses parents.

• Méthodologie

Face à un problème de génétique, l'élève doit :

- Se souvenir des données statistiques de type mendélien / morganien et de les confronter aux résultats qu'il a en face de lui (travail préliminaire au brouillon) ;
- Identifier le(s) caractère(s) étudié(s) puis le(s) gène(s) et phénotypes mis en jeu ;
- Déterminer les rapports dominance / récessivité ou codominance des phénotypes et symboliser les allèles responsables (après analyse et interprétation de la F_1) ;
- Localiser les gènes étudiés et déterminer s'ils sont liés (totalement ou partiellement) indépendants (après analyse et interprétation de la F_2) ;
- Être capable de calculer la distance entre, si ceux-ci sont partiellement liés ;
- Être à mesure d'écrire les génotypes des parents et des descendants de la F_1 ;
- Être à mesure d'établir un échiquier de croisement (carré de Punnett) pour la F_2 ;
- Être à mesure de schématiser le comportement des chromosomes expliquant les phénotypes nouveaux de F_2 dans les cas de brassages interchromosomique ou intrachromosomique.

I. Monohybridisme

C'est le croisement entre deux individus qui diffèrent par un seul caractère.

1. Monohybridisme autosomal

C'est lorsque l'hérédité est autosomale : le gène étudié est porté par une paire de chromosomes non sexuels ou autosomes.

Rémarques importantes :

- La F_1 est homogène (tous les individus sont identiques) : la *première loi de Mendel* est vérifiée « *loi d'uniformité des hybrides de la première génération* » de proportion 100% (les parents croisés sont de race pure).

Corollaire : la première loi de Mendel est une loi de dominance.

Exception : dans le cas où il y a la codominance, ce n'est pas la première loi de Mendel.

- La F_2 est hétérogène : la *deuxième loi de Mendel* est vérifiée « *loi de ségrégation ou disjonction des caractères ou loi de pureté des gamètes* » de proportions 75% et 25% (soit $\frac{3}{4}$ et $\frac{1}{4}$).
- *Cas du monohybridisme avec un allèle létal* : il arrive parfois qu'un allèle entraîne la mort des individus qui en sont homozygotes (c'est un *gène létal*). Dans ce cas, on obtient les proportions statistiques suivantes 66,66% et 33,33% (soit $\frac{2}{3}$ et $\frac{1}{3}$).

EXERCICE 1

La descendance des souris grises ne comprend toujours que des souris grises. Par contre la descendance des souris jaunes comprend toujours un mélange des souris jaunes et des souris grises.

- 1) a. dans ces résultats, y a-t-il un phénomène de dominance ? Justifiez votre réponse. b. Donner les génotypes des souris grises et des souris jaunes en justifiant votre réponse.
- 2) En faisant des comptages sur les descendants de plusieurs couples de souris jaunes P identiques aux précédentes, on trouve $\frac{2}{3}$ de souris jaunes et $\frac{1}{3}$ de souris grises.
 - a. Peut-on penser qu'aucune de ces souris jaunes P n'était pas de race pure ?
 - b. Quelles proportions auriez-vous prévues ? Que pouvez-vous conclure ?

SOLUTION

- 1) a. Si la descendance des souris jaunes P donne des souris jaunes et des souris grises, c'est que les souris jaunes P sont des hybrides, alors le caractère « gris » (j) est masqué par le caractère « jaune » (J).
b. Génotypes : souris grises \rightarrow (j/j) ; souris jaunes \rightarrow (J/j). Il n'y a pas des souris jaunes (J/J) (car si ces souris existaient, un croisement entre ces souris donnerait uniquement des souris jaunes).
2. a. Aucune souris jaune P n'est de race pure. b. Normalement à l'issue des croisements Jj x Jj, on devrait obtenir $\frac{3}{4}$ [J] et $\frac{1}{4}$ [j], on obtient plutôt $\frac{2}{3}$ de jaunes et $\frac{1}{3}$ de grises, ce qui veut dire que les souris (J/J) n'existent pas. Les souris ayant ce génotype (J/J) meurent très tôt, on peut conclure que l'allèle (J) est létal.

(Jj x Jj)
Gamètes : J et j
Carré de Punnett

P	(J)	(j)
(J)	(J/J)	(J/j) [J]
(j)	(J/j) [J]	(j/j) [j]

Bilan : $\frac{2}{3}$ [J] et $\frac{1}{3}$ [j]

- *Le croisement test ou test-cross ou encore croisement de contrôle* : c'est un croisement d'un individu de phénotype dominant avec un parent homozygote récessif.
But du test-cross : déterminer le génotype d'un organisme qui présente le phénotype dominant. Si la descendance comporte 100% de phénotype dominant : l'individu testé est homozygote ; si

la descendance comporte 50% d'hétérozygotes et 50% d'homozygotes (soit $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{2}$)
testé est hétérozygote.

NB : Le back-cross ou rétrocroisement ou encore croisement de retour est un croisement de retour avec l'un des parents (le plus souvent parent récessif).

Objectif du back-cross : sélection des variétés, dans le dihybridisme, il sert à déterminer si les gènes sont liés ou indépendants. *Le test-cross est un back-cross mais l'inverse n'est pas vrai.*

- **Interprétation chromosomique**

La théorie chromosomique de l'hérédité a été établie par **Thomas Hunt Morgan** (1866-1945) et al en 1910 (Morgan est un généticien américain).

Cette théorie unificatrice fondamentale de la génétique identifie les chromosomes comme porteurs de l'information génétique.

NB : Faire une interprétation chromosomique revient à établir une interprétation dans laquelle les gènes (allèles) sont placés sur des chromosomes (en bâtonnets).

Les résultats du croisement de $F_1 \times F_1 = F_2$ dans le monohybridisme autosomal à codominance sont de : 25% ; 50% ; 25% (soit $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$).

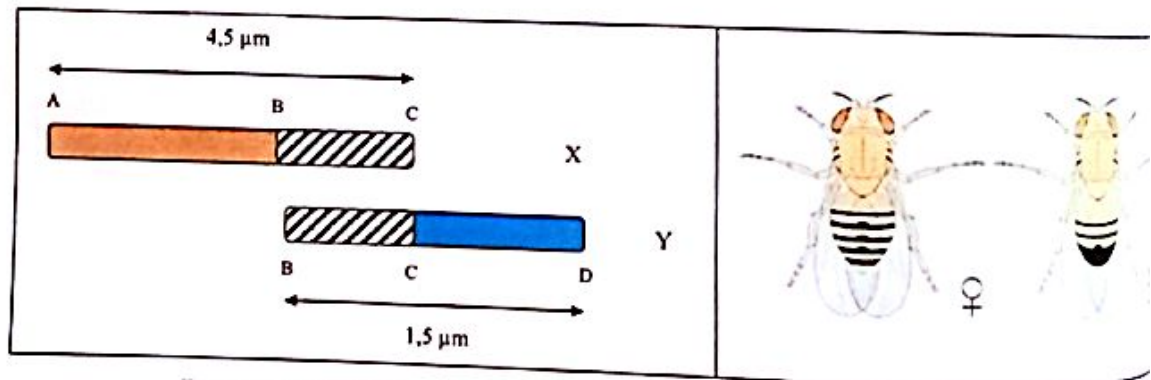
3. Monohybridisme hétérosomal (hérédité liée au sexe)

Le gène responsable du caractère étudié est porté par les gonosomes ou chromosomes sexuels.

Chaque espèce possède un nombre constant de chromosomes et toutes les cellules d'un individu possèdent le même caryotype sauf au niveau des gamètes.

Dans l'espèce humaine, la formule chromosomique est comme suit : homme : $2n = 44A + XY$; femme : $2n = 44A + XX$

La 23^{ème} paire de chromosomes déterminant le sexe est différente et composée de la manière suivante en fonction du sexe :



Document 1 : Chromosomes sexuels (à gauche) et drosophiles (à droite)

- Les gènes sont portés par la portion AB spécifique à X, sont responsables de l'hérédité liée au sexe ;
- Les gènes de la portion BC, communs à X et à Y déterminent l'hérédité pseudo-autosomale ;
- Les gènes responsables de la portion CD, spécifique à Y, déterminent l'hérédité liée au sexe. Mais ils sont rares et quand ils sont présents, seul le mâle les porte et ne les transmet pas à sa descendance. Exemple : l'hypertrichose des oreilles.

Rémarques importantes :

Chez les volailles (oiseaux), les papillons, les crustacés, certains poissons, les reptiles (serpents), le mâle est homogamétique et la femelle est hétérogamétique.

- **Homogamétique :** c'est un individu qui possède un seul type de gamètes et possède des chromosomes sexuels identiques (X/X) ou (Z/Z) ;

- Hétérogamétique : c'est un individu qui produit deux types de gamètes différents et ayant des chromosomes sexuels (X/Y) ; (X/O) ou (Z/W).
- Le gène se trouve sur le chromosome X, quand le caractère est transmis du père à la fille et de la mère au fils : il s'agit de l'hérédité croisée ou criss-cross, qui présente une exception à la première loi de Mendel.
- Le gène se trouve sur le chromosome Y quand le caractère est transmis du père au fils uniquement.
- Lorsque le parent possédant le caractère dominant est homogamétique, la F_1 est homogène.
- Lorsqu'il y a codominance, seuls les individus homogamétiques peuvent posséder le caractère intermédiaire.
- En présence d'un criss-cross, le caractère dominant se trouve chez le parent hétérogamétique.

EXERCICE 2

Lorsqu'on croise un chat noir de race pure avec une chatte orange de race pure, on obtient en F_1 des chats oranges et des chattes bigarrées ; par contre le croisement d'un chat orange de race pure avec une chatte noire de race pure donne en F_1 des chats noirs et des chattes bigarrées.

- 1) Connaissant le rôle des chromosomes dans la transmission des caractères héréditaires, comment expliquez-vous ces résultats ?
- 2) Établissez les génotypes des parents et des individus de la F_1 .
- 3) a. Que donnera le croisement d'une chatte bigarrée et d'un chat noir ? (Génotypes et proportions phénotypiques attendus). b. Que donnera le croisement d'une chatte bigarrée et d'un chat orange ? (génotypes et proportions phénotypiques attendus).
- 4) Quel(s) croisement(s) peut-on utiliser pour avoir des chats bigarrés ? Justifier votre réponse.
- 5) Comment peut-on procéder à partir des individus obtenus à la question 3.a) pour obtenir par la suite une race pure des chats et chattes oranges ?

II. Dihybridisme (étude de la transmission de deux caractères)

La transmission de deux couples d'allèles dans le cas du dihybridisme fait intervenir les brassages inter et intrachromosomiques selon la situation de deux couples d'allèles sur les chromosomes.

1. Dihybridisme autosomal

- brassage interchromosomique (gènes indépendants)

Dans ce cas, les deux gènes gouvernant deux caractères sont portés par deux paires de chromosomes homologues.

Soient les allèles A et B dominant respectivement les allèles a et b, on note : (A//a ; B//b).

Étude d'un cas de travaux de Morgan et al sur *Drosophila melanogaster* (drosophile).

La drosophile est une petite mouche (mouche du vinaigre) de 3 à 4 mm, abondante sur les fruits mûrs.

Elle constitue un matériel de choix en génétique pour des raisons suivantes : petite taille, facile à élever, reproduction rapide, cycle de vie court (10 à 14 jours) et garniture chromosomique très réduite ($2n = 8$).

Résultats d'un back-cross du dihybridisme autosomal à gènes indépendants

$:\frac{1}{4} ; \frac{1}{4} ; \frac{1}{4} \text{ et } \frac{1}{4}$ (soit 25%, 25%, 25% et 25%).

Rémarques importantes :

Troisième loi de Mendel : « loi de ségrégation ou disjonction indépendante des caractères » :

$\frac{9}{16} ; \frac{3}{16} ; \frac{3}{16} \text{ et } \frac{1}{16}$ (soit 56,25% ; 18,75% ; 18,75% et 6,25%). Il s'agit d'un croisement $F_1 \times F_1 = F_2$.

Résultats d'un dihybridisme autosomal ($F_1 \times F_1 = F_2$) dans le cas d'un gène létal :

$\frac{6}{12} ; \frac{3}{12} ; \frac{2}{12} \text{ et } \frac{1}{12}$ (soit 50%, 25%, 16,66% et 8,33%).

NB : Lorsqu'il s'agit d'un croisement chez les plantes, l'hérédité est autosomale (certaines plantes font exception à cette hypothèse).

EXERCICE 3

Un éleveur possède deux lots de volailles, l'un formé de coqs et de poules de race pure caractérisée par une crête en rose et un plumage noir, l'autre constitué d'animaux de race pure à crête simple et à plumage blanc.

- 1) Dans un premier temps, il procède à des croisements entre les deux races pures. Il constate que tous les produits F_1 issus de cette première opération ont une crête en rose et à plumage blanc. Dans un deuxième temps, il croise les volailles de cette génération F_1 entre elles et obtient une descendance dont la composition numérique est la suivante :

- 559 volailles à crête en rose et plumage blanc ;
- 189 volailles à crête simple et plumage blanc ;
- 191 volailles à crête en rose et plumage noir ;
- 61 volailles à crête simple et plumage noir.

Donnez une interprétation des résultats obtenus en F_1 et F_2 en vous appuyant sur les lois de Mendel.

- 2) L'éleveur estime que les volailles à crête en rose et à plumage blanc possèdent à la fois les caractères de bonnes pondeuses de race pure à crête simple et à plumage blanc et la propriété (caractère de croissance rapide) de la race à crête en rose et à plumage noir. Il décide de sélectionner cette catégorie de volailles. Comment devra-t-il procéder pour obtenir la stabilité de ces caractères en question dans les générations futures ?

EXERCICE 4

- 1) On croise deux lignées pures de pois, l'une à tiges longues et l'autre à tiges courtes. Tous les individus de F_1 sont à tiges longues. Que peut-on en déduire ?

- 2) On réalise un deuxième croisement entre deux plants de pois issus de deux graines rondes. Les deux plants ont des tiges longues, l'autre a des tiges courtes. La descendance étudiée présente les phénotypes suivants : $3/8$ des graines rondes donnant des plantes à tiges longues ; $3/8$ des graines ridées donnant des plants à tiges courtes ; $1/8$ des graines rondes donnant des plants à tiges longues et $1/8$ des graines ridées donnant des plants à tiges courtes. Peut-on attribuer un génotype aux deux plants parentaux de ce croisement ? Justifier les réponses.

- Brassage interchromosomique (gènes liés)
- liaison absolue ou totale (linkage complet)

Les deux couples d'allèles sont transmis en bloc. Les résultats sont ceux obtenus lors d'un monohybridisme comme ci-après :

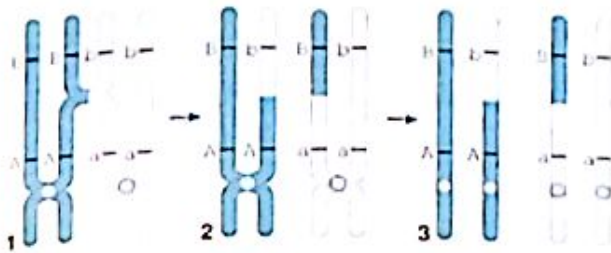
- Résultats du test-cross : $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$ (soit 50% et 50%).
- Résultats de l'autofécondation ($F_1 \times F_1$) : $\frac{3}{4}$; $\frac{1}{4}$ (soit 75% et 25%).

NB : On peut aussi avoir les résultats conformes à ceux du monohybridisme ($F_1 \times F_1 = F_2$) en cas de codominance : $1/2$; $1/4$; $1/4$ (lorsque les gènes sont totalement liés).

- Liaison partielle (linkage incomplet)

Auquel cas, on assiste aux combinaisons lors du crossing-over (à la prophase I).

Résultats du crossing-over : $\sum \%PP > \sum \%PR$ (avec PP = phénotypes parentaux et PR = phénotypes recombinés).



Document 3 : Illustration du crossing-over

1 : Echange des segments ; 2 : séparation des segments ; 3 : Formation des gamètes.

Dans le cas de crossing-over :

- prière de ne pas arrondir les proportions statistiques.
- Il ne se produit pas de crossing-over chez la drosophile mâle (c'est-à-dire que chez la drosophile mâle, la liaison est totale). Toutes les autres espèces animales et végétales présentent une liaison partielle identique chez les deux sexes (mâle comme femelle).
- Si on considère qu'un crossing-over se réalise avec une égale probabilité en tout point d'un chromosome, la probabilité d'un échange entre deux gènes est plus faible quand ils sont relativement proches que quand ils sont plus éloignés.

Le pourcentage des gamètes recombinés pour les gènes liés permet une évaluation de la distance qui sépare leurs loci (distance génétique).

$$P = \sum \%PR = \frac{\text{nombre d'individus des phénotypes recombinés}}{\text{nombre total d'individus}} \times 100\%$$

D = distance entre les gènes

L'unité de distance est le Centimorgan (cMg) ou Unité Morgan (uMg).

NB : 1% de recombinaison = 1cMg

- Notion de carte factorielle ou carte génétique ou génique

La localisation des gènes le long d'un chromosome permet d'établir la carte factorielle (c'est une représentation d'un chromosome indiquant la position relative des loci des gènes les uns par rapport aux autres).

NB : La carte factorielle est le plus souvent représentée avec les allèles récessifs.

EXERCICE 5

A. On croise deux races pures de maïs, l'une à grains colorés et ridés, l'autre à grains incolores et lisses. Les hybrides de F_1 sont croisés avec une race pure à grains incolores et ridés. On obtient une génération F_2 comprenant : 47,5% de grains colorés et ridés ; 1,8% des grains colorés et lisses ; 49% de grains incolores et lisses ; 1,7% de grains incolores et ridés.

- 1) Quelles sont les dominances ? Justifier votre réponse.
- 2) Comment pouvez-vous expliquer ces résultats obtenus ? Donner une interprétation chromosomique.

B. On croise deux races pures de maïs, l'une à grains ridés et riches en amidon, l'autre à grains lisses et riches en dextrines. Les hybrides de F_1 sont croisés avec une race pure à grains ridés et riches en dextrines. On obtient une génération F_2 comprenant : 40,4% de grains ridés et riches en dextrines ; 8,9% de grains ridés et riches en amidon ; 41,3% de grains lisses et riches en dextrines ; 9,4% de grains lisses et riches en amidon.

- 1) Analyser et interpréter cette expérience.
- 2) Cette expérience jointe à la précédente vous permet-elle de tirer les conclusions concernant la localisation de ces trois gènes étudiés ? Emettez toutes les hypothèses.

- 3) Au cas où il aurait une ambiguïté, imaginer une troisième expérience d'hybridation permettant d'éliminer cette ambiguïté et donner approximativement les proportions attendues.

2. Dihybridisme gonosomal ou lié au sexe

Génotype du mâle : $(X_b^a//Y)$; Génotype de la femelle : $(X_B^A//X_B^A)$
 $(X_b^a//Y) \times (X_B^A//X_B^A)$

Gamètes du mâle : $(X_b^a/)$ et $(Y/)$; Gamète de la femelle : $(X_B^A/)$
 Carré de Punnett

Mâle et femelle	$(X_b^a/)$	$(Y/)$
$(X_B^A/)$	$(X_B^A//X_b^a)$ 50% ♀ [AB]	$(X_B^A//Y)$ 50% ♂ [AB]

$$\text{Bilan : } 100\% [AB] \begin{cases} \frac{1}{2} \text{ ♀} \\ \frac{1}{2} \text{ ♂} \end{cases}$$

$$F_1 \times F_1 \Rightarrow (X_B^A//Y) \times (X_B^A//X_b^a)$$

NB : Le crossing-over peut bien se produire entre les chromosomes X. Le crossing-over peut aussi produire, mais il n'a pas de conséquence que chez les individus hybrides (chez les homozygotes le crossing-over a bel et bien lieu mais n'a pas de conséquence).

III. Trihybridisme (étude de la transmission de trois caractères)

1. Cas de trois gènes indépendants

$P_1 (A//A ; B//B ; C//C) \times (a//a ; b//b ; c//c) P_2$; Gamète de P_1 : $(A/B/C/)$; Gamète de P_2 : $(a/b/c)$
 $F_1 : (A//a ; B//b ; C//c) \Rightarrow 100\% [ABC]$

- **Test-Cross** : $(A//a ; B//b ; C//c) \times (a//a ; b//b ; c//c)$

Gamètes de F_1 : méthode de développement

$(A/ + a/)(B/ + b/)(C/ + c/) = (A//B + A//b + a//B + a//b)(C/ + c/) = A/B/C/ + A/B/c/ + A/b/C/ + A/b/c/ + a/B/C/ + a/B/c/ + a/b/C/ + a/b/c/.$

Gamètes de F_1 : méthode d'échiquier de gamètes

	A/	a/		A//B	a//B	A//b	a//b
B/	A//B	a//B	C/	A/B/C/	a/B/C/	A/b/C/	a/b/C/
b/	A//b	a//b	c/	A/b/c/	a/B/c/	A/b/c/	a/b/c/

NB : Il existe également une méthode d'arbre de dénombrement (de production des gamètes).

Résultats d'un test-cross du trihybridisme à gènes indépendants : $\frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8} ; \frac{1}{8}$

Résultats de l'autofécondation ($F_1 \times F_1 \Rightarrow F_2$) dans le trihybridisme à gènes indépendants :

$$\frac{27}{64} ; \frac{9}{64} ; \frac{9}{64} ; \frac{9}{64} ; \frac{3}{64} ; \frac{3}{64} ; \frac{3}{64} ; \frac{1}{64}$$

2. Cas des gènes liés

2.1. liaison totale

$P_1 (ABC/ABC) \times (abc/abc) P_2$; Gamète de P_1 : $(ABC/)$; gamète de P_2 : $(abc/)$
 $F_1 : (ABC/abc) \Rightarrow 100\% [ABC]$

Résultats du test-cross : 50% [ABC] et 50% [abc]

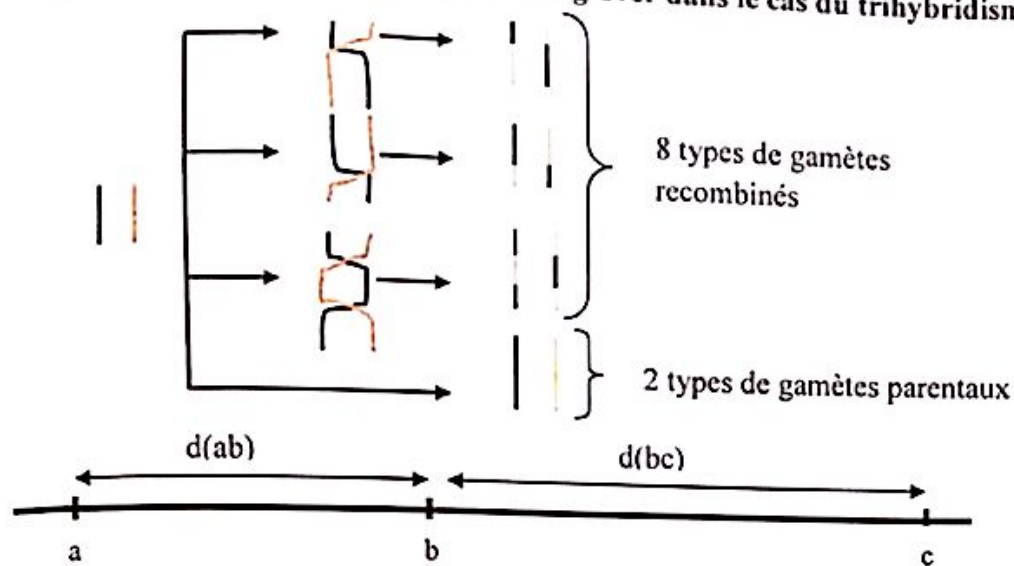
Résultats de $F_1 \times F_1$: 75% [ABC] et 25% [abc]

Ces résultats sont conformes au monohybridisme car la F_1 produit deux types de gamètes (ABC/ et abc/).

2.2. Liaison partielle

Auquel cas, il se passe le crossing-over.

Document 3 : Déroulement du crossing-over dans le cas du trihybridisme



NB : Représentation de la carte factorielle

IV. Hérité humaine

En hérité humaine, il est question :

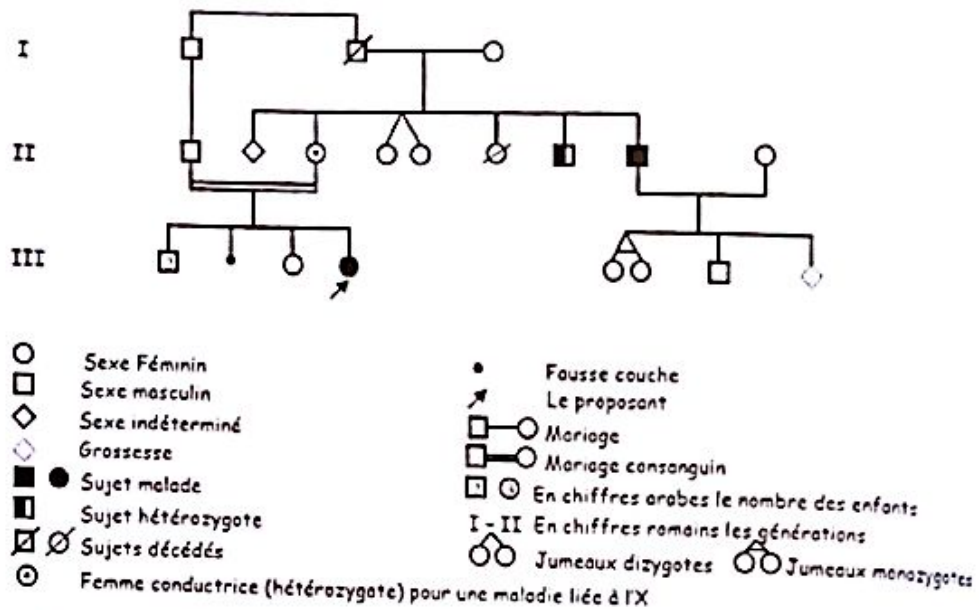
- D'expliquer comment les allèles différents des gènes conduisent à des variantes du caractère ;
- De localiser avec précision les chromosomes, les gènes en cause afin de comprendre comment ils se transmettent de génération en génération ;
- D'expliquer les phénotypes des descendants à partir de ceux des ascendants et ainsi de pouvoir faire des précisions (conseils génétiques) ;

NB : L'espèce humaine pose aux médecins et aux généticiens des problèmes particuliers :

- Durée élevée de renouvellement des générations (25 ans) et longue durée de gestation (9 mois) ;
- Faible fécondité ;
- Formule chromosomique compliquée ($2n = 46$) ;
- L'espèce humaine ne peut se prêter à des méthodes expérimentales (test-cross, back-cross) pour des raisons de morale et d'éthique ;
- Limitation du nombre d'enfants à chaque génération ;
- Les interdits sociaux qui rendent impossibles les unions dirigées ;
- Illégitimité du couple (infidélité) ;
- Interruptions volontaires de grossesse ;
- Enquêtes difficiles à mener car la plupart des études ou observations portent sur des cas pathologiques.

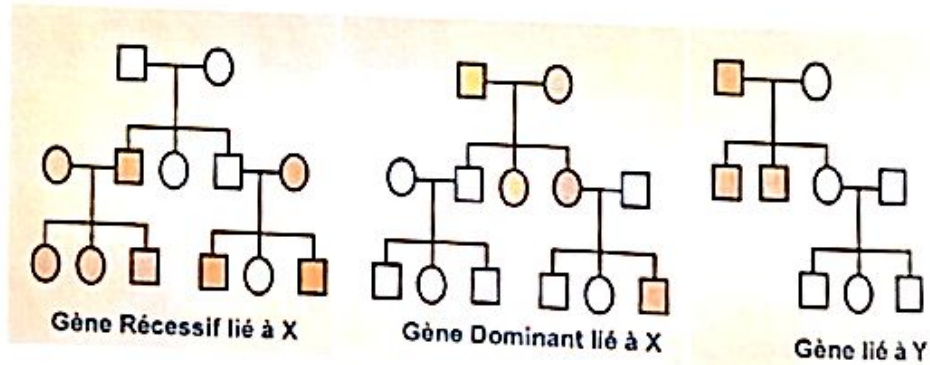
1. Etude du pedigree ou arbre généalogique

L'étude de l'hérité humaine est fondée sur le pedigree. Le pedigree est une représentation conventionnelle des liens parentaux unissant les différents membres d'une famille.



Document 4 : Exemple d'un pedigree et les symboles conventionnels

2. Conseils pour analyser un pedigree



Document 5 : Pedigrées

En présence d'un pedigree pour lequel on nous demande les génotypes, on se pose questions :

- **Hérédité liée à X, à gène récessif** : le garçon hérite de la mère et la fille hérite du père ; criss-cross ; toute fille malade a son père automatiquement malade ; toute femme malade est hétérozygote, transmet à tous ses fils l'anomalie. Le plus souvent, ce sont des femmes qui transmettent l'allèle morbide à leurs fils ;
- **Hérédité liée à X, gène dominant** : tout père malade a des fils malades. Toute femme malade a des fils et des filles malades avec une proportion équitable ;
- **Hérédité liée à Y** : seuls les hommes seront porteurs du caractère ;
- **Hérédité autosomale ou gonosomale (gène dominant)** : chaque enfant malade a au moins un de ses parents aussi malade ;
- Lorsqu'un couple apparemment sain engendre une fille malade, l'hérédité est autosomale ;
- Le gène récessif : deux parents apparemment sains peuvent donner naissance aux enfants malades ;

- Au regard d'un pedigree, si on constate que c'est le sexe mâle (les hommes uniquement) qui est touché, l'hérédité est liée au sexe ;
- Si le sexe mâle est affecté sans exception, l'hérédité est liée au sexe (gène porté par le chromosome Y).

3. Hérité autosomale

3.1. groupes sanguins

- Cas du système ABO ou ABH (porté par le chromosome N° 9)

Trois (3) allèles : A, B et O ; $A = B > O$

Génotypes possibles : A $\left\{ \begin{array}{l} (A//A) \\ (A//O) \end{array} \right.$; B $\left\{ \begin{array}{l} (B//B) \\ (B//O) \end{array} \right.$; AB $\{(A//B)\}$; O $\{(O//O)\}$

- Cas du facteur rhésus (porté le chromosome N° 1) (découvert en Inde)

Deux (2) allèles : Rh^+ et Rh^- ; $Rh^+ > Rh^-$

Génotypes possibles : $Rh^+ \left\{ \begin{array}{l} (Rh^+//Rh^+) \\ (Rh^+//Rh^-) \end{array} \right.$; $Rh^- \{(Rh^-//Rh^-)\}$

Remarque : Lors de la transfusion sanguine, on tient compte de la compatibilité des groupes sanguins ABO et du facteur rhésus. Ainsi, on aura :

Document 6 : Les différents groupes sanguins et les possibilités de transfusion sanguine

Groupe	Agglutinogènes sur les hématies	Agglutinines dans le plasma	Peut recevoir du sang de groupe
A	A	Anti B	A et O
B	B	Anti A	B et O
AB	A et B	ni anti A, ni anti B	A, B, AB et O
O	ni A, ni B	Anti A et anti B	O

Groupe	Peut recevoir de :
Rh^+	Rh^+ et Rh^-
Rh^-	Rh^-

3.2. Albinisme

C'est une maladie génétique provoquant la dépigmentation de la peau, des cheveux, de l'iris et des poils. Elle touche l'homme et les animaux. Les victimes ont des yeux dansant. Il est dû à l'absence d'un pigment noir dans les cellules appelées mélanocytes, sécrétant de la mélanine. Son allèle est récessif et est noté « a ». L'allèle normal est noté « A ».

(a/a) : albinos ; (A/a) : porteur sain ; (A/A) : individu sain.

NB : Toutefois un couple albinos peut donner naissance aux enfants non albinos.



Document 7 : Individus albinos

4. Héritéité liée au sexe

4.1. Hémophilie

C'est une maladie caractérisée par l'absence de la coagulation du sang à la suite d'une hémophilie. Dans le sang de l'hémophile, on note une absence de la globuline, protéine responsable de la coagulation du sang.

Le gène de l'hémophilie est porté par le chromosome sexuel X et est récessif. Il est transmis aux gènes par leurs mères vectrices. C'est un gène létal (provoquant la mort de l'individu à l'état homozygote) pour laquelle il n'y a pas des femmes hémophiles.

Symbolisme des allèles : H → allèle normal ; h → allèle morbide.

Génotypes possibles : $(X^H//Y)$: homme normal ; $(X^h//Y)$: homme hémophile ; $(X^H//X^H)$: femme normale ; $(X^H//X^h)$: femme vectrice ; $(X^h//X^h)$: femme non viable (Si vous trouvez ce génotype dans un échiquier, veuillez le supprimer).

4.2. Daltonisme

C'est une affection héréditaire caractérisée par un manque d'appréciation de couleurs. Un daltonien est un daltonien qui confond le vert et le rouge. Alors que l'achromate voit essentiellement dans le noir. Son gène est récessif et porté par le chromosome sexuel X.

Symbolisme des allèles : D → allèle normal ; d → allèle morbide.

$(X^D//Y)$: homme normal ; $(X^d//Y)$: homme daltonien ; $(X^D//X^D)$: femme normale ; $(X^D//X^d)$: femme vectrice ; $(X^d//X^d)$: femme daltonienne

NB : Pour être masculin, l'enfant reçoit automatiquement le chromosome Y de son père et le chromosome X de sa mère. Les filles daltoniennes ont donc automatiquement leur père daltonien, à l'exception faite de celles atteintes à la fois du daltonisme et du syndrome de Turner.

5. Abérations chromosomiques

Une aberration chromosomique est une modification du nombre ou de structure des chromosomes. Cette anomalie a pour conséquences, l'apparition des maladies telles que :

5.1. Trisomie 21 (mongolisme ou syndrome de Down)

La trisomie 21 (découverte par le généticien français Jérôme Lejeune) est une anomalie chromosomique congénitale provoquée par la présence de trois (3) chromosomes 21.

Cette anomalie est due à la non disjonction de la paire de chromosomes 21 chez l'un des parents pendant la méiose ;

Les signes cliniques sont les suivants : retard intellectuel observé, petite tête et ronde avec un visage aplati et une nuque plate, les yeux bridés (écartés latéralement), cou court et large, thorax déformé, le pénis est souvent petit avec des testicules cryptorchides, mains trapues avec des doigts courts, les pieds sont aussi courts... Une espérance de vie dépassant rarement 30 ans. **Caryotype : $2n = 47$**

5.2. Autres trisomies

5.2.1. trisomie 18 (syndrome d'Edwards)

C'est une maladie chromosomique congénitale provoquée par la présence d'un chromosome 18 supplémentaire pour la 18^{ème} paire. Ce syndrome malformatif entraîne la plupart du temps une mort précoce (in utéro, avant 6 mois de grossesse).

Elle est caractérisée par des malformations du crâne, de la face, des pieds et des viscères (cœur, reins...). **Caryotype : $2n = 47$.**

5.2.2. Trisomie 13 (syndrome de Patau)

C'est une pathologie qui résulte d'un chromosome 13 supplémentaire. Elle est caractérisée par des malformations du cerveau, anomalie du visage (un seul œil réalisant l'aspect en cyclope) ; anomalies des reins, anomalie du cœur, anomalie des membres (pied-bot). 80 à 90% des fœtus atteints de trisomie 13 décèdent in utéro. La moitié des enfants aboutissant à terme, décèdent dans les trois mois suivant la naissance. **Caryotype : $2n = 47$.**

6. Trisomie XXY (syndrome de Klinefelter)

C'est une aneuploïdie caractérisée chez l'humain par un chromosome sexuel X supplémentaire. L'individu est de caractère masculin, mais infertile. Il présente à la fois des caractères sexuels masculins et féminins avec une grande taille, un bassin large, développement des seins, taille des testicules plus petite, psoriasis et extra-libido (absence totale de libido ou érection très longue durée). Il est affecté d'azoospermie (pas de spermatozoïdes). Caryotype : $2n = 44A + XXY$ ($2n = 47$).

7. Trisomie XXX (Triplo-X)

Atteint une fille sur 500 ; la malade a des ovaires normaux, donc fertile. Caryotype : $2n = 44A + XXX$ ($2n = 47$).

8. Trisomie XYY (syndrome de Jacobson)

Atteint un homme sur 500 ; le malade est très méchant, très agressif et souvent criminel. Caryotype : $2n = 44A + XYY$ ($2n = 47$).

8.1. Monosomie X ou syndrome de Turner

C'est une maladie chromosomique par la présence d'un seul chromosome sexuel X. Le phénotype est toujours féminin. La maladie se caractérise par une petite taille quasi constante, un gonflement de dos, des mains et des pieds, absence des caractères sexuels secondaires, visage triangulaire, oreilles basses.... Elle est stérile. Dans son caryotype, on a un seul chromosome sexuel X. Son caryotype est semblable à celui d'une femelle d'oiseau (XO). Caryotype : $2n = 44A + XO$ ($2n = 45$).

- Epistasie

Un gène épistatique par rapport à l'autre est un gène qui a une influence sur l'expression d'un autre (dans ce cas, l'allèle récessif bloque l'expression de l'allèle dominant). **Exemple** : la présence d'un allèle albinos (récessif) d'un gène en rapport avec la couleur de la peau s'exprime même en présence d'autres allèles dominants.

Exemple : La coloration de la robe de la souris est contrôlée par deux loci :

1^{er} locus : l'allèle A dominant, permet la synthèse des pigments qui donne la couleur agoutie. L'allèle a récessif permet la synthèse de la coloration noire.

2^{ème} locus : l'allèle B dominant rend la pigmentation possible. L'allèle b récessif rend la pigmentation impossible.

AABB (agoutie) x aabb (albinos) donne en F1 AaBb 100% [AB] (agouties). En F₂, le résultat est comme suit :

1 AABB	1 aaBB	1 AAbb	1 aabb
2 AABb	2 aaBb	2 Aabb	
2 AaBB			
4 AaBb			
9 agouties	3 noirs	4 albinos	

NB : b est un allèle épistatique qui bloque les allèles du locus A ; A et a sont des allèles hypostatiques, bloqués par l'allèle b ; comme b est récessif devant B, on parle d'épistasie récessive.

- Pléiotropie

Si un gène est muté, il peut avoir des effets sur plusieurs caractères. **Exemple** : la couleur du pelage chez les souris, une mutation de ce gène implique des changements concernant la couleur des yeux, la taille des souris, leur résistance aux variations de la température ainsi que leur taux de fécondité.

- Polygénie

Dans ce cas, plusieurs gènes portés par des chromosomes différents sont impliqués dans la réalisation d'un caractère. **Exemple** : couleur de la peau chez l'homme.

Génotype d'un noir : ($N_1//N_1 ; N_2//N_2 ; N_3//N_3$)

Génotype d'un blanc : ($B_1//B_1 ; B_2//B_2 ; B_3//B_3$)

Génotype d'un métis : ($N_1//B_1 ; N_2//B_2 ; N_3//B_3$)

- QUELQUES PROPORTIONS CARACTERISTIQUES

Proportions observées	Type de croisement déduit
100% : La F ₁ est homogène (1) 1 phénotype	F ₁ = P ₁ x P ₂ - Parents de race pure (cas de dominance absolue) - 1 ^{ère} loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de la F ₁)
75% et 25% (3/4 et 1/4) 3 : 1 2 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - Monohybridisme avec dominance - Dihybridisme avec dominance et gènes totalement liés - 2 ^{ème} loi de Mendel (loi de pureté des gamètes)
66,66% et 33,33 (2/3 et 1/3) 2 : 1 2 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ : monohybridisme avec un allèle létal (provoquant la mort chez l'homozygote pour cet allèle)
50%, 25%, 16,66%, 8,33% (6/12, 3/12, 2/12, 1/12) 6 : 3 : 2 : 1 4 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - dihybridisme à gènes indépendants et un allèle létal
6/16, 3/16, 3/16, 2/16, 1/6, 1/16 (37,5%, 18,75%, 18,75%, 12,5%, 6,25%, 6,25%) 6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1 6 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - dihybridisme à gènes indépendants avec une dominance et une codominance
50%, 25%, 25% (1/2, 1/4, 1/4) 2 : 1 : 1 3 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - monohybridisme avec codominance
56,25%, 18,75%, 18,75%, 6,25% (9/16, 3/16, 3/16, 1/16) 9 : 3 : 3 : 1 4 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - dihybridisme, gènes indépendants avec dominance - 3 ^{ème} loi de Mendel (loi de ségrégation indépendante des caractères)
50%, 50% (1/2, 1/2) 1 : 1 2 phénotypes	F' ₂ = F ₁ x P - Test-cross avec homozygote récessif. - Monohybridisme - Dihybridisme avec gènes totalement liés
25%, 25%, 25%, 25% (1/4, 1/4, 1/4, 1/4) 1 : 1 : 1 : 1 4 phénotypes	F' ₂ = F ₁ x P - Test-cross avec homozygote récessif. - Dihybridisme gènes indépendants.
37,5%, 37,5%, 12,5%, 12,5% (3/8, 3/8, 1/8, 1/8) 3 : 3 : 1 : 1 4 phénotypes	F ₃ = F ₁ x F ₂ (F ₂ : hybride pour un caractère et homozygote récessif pour l'autre) - Dihybridisme avec gènes indépendants
25%, 25%, 25%, 25% (1/4, 1/4, 1/4, 1/4) 1 : 1 : 1 : 1 4 phénotypes	F ₃ = F ₂ x F ₂ (F ₂ : homozygote récessif pour un caractère et hybride pour l'autre) - Dihybridisme avec gènes indépendants
$\sum \%PP > \sum \%PR$ 4 phénotypes	Test-cross (F' ₂ = F ₁ x P) ou F ₂ = F ₁ x F ₁ : cas du dihybridisme avec la recombinaison partielle suivie d'un crossing-over (PP : phénotypes parentaux ; PR : phénotypes recombinés)
4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1 9 phénotypes	F ₂ = F ₁ x F ₁ - Dihybridisme avec gènes indépendants et deux allèles codominants
1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 8 phénotypes	F' ₂ = F ₁ x P

8 phénotypes	- Test-cross du tribridisme avec gènes indépendants
27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 8 phénotypes	$F_2 = F_1 \times F_1$ - Trihybridisme avec gènes indépendants

- QUELQUES MALADIES HEREDITAIRES

Maladies	Phénotypes	Mode de transmission
Daltonisme	Non distinction du vert et du rouge	Récessif, lié au sexe
Albinisme	Peu ou pas de pigments dans la peau, les yeux et les cheveux	Récessif, autosomale
Hémophilie (A et B)	Défaut de coagulation du sang	Récessif, liée au sexe
Myopathie de Duchenne	Paralysie des membres	Récessif, liée au sexe
Surdité mutité	Problème d'audition	Récessif, autosomale
Thalassémie	Anomalie des hématies	Codominant, autosomale
Brachydactylie	Mains à doigts courts	Dominant, autosomale
Rachitisme	Deformation des os des membres	Dominant, liée au sexe
Diabète	Présence du sucre en excès dans le sang et l'urine	Récessif, autosomale
Drépanocytose	Malformations des hématies (en forme de faucille)	Récessif (A = allèle normal et S = allèle morbide), autosomale
Héméralopie congénitale	Cécité nocturne stationnaire	Dominant, autosomale
Phénylcétonurie	Acide phénylpyruvique dans l'urine : retard mental	Récessif, autosomale
Achondroplasie	Nanisme à membres courts	Dominant, autosomale
Polydactylie	Doigts et ou orteils surnuméraires	Dominant, autosomale
Maladie de parkinson	Perte de l'initiative motrice, raideur et tremblements	Dominant, autosomale
Mucoviscidose	Troubles digestifs, respiratoires	Récessif, autosomale
Galactosémie	-	Récessif, autosomale
Syndrome de l'X fragile	-	Récessif, liée au sexe
Syndrome de Lesh Nyhan	Paralysie rare, entraînant généralement la mort avant la puberté	Récessif, liée au sexe
Chorée de Huntington	Dégénérescence progressive des neurones (mouvements épileptoïdes et la démence)	Récessif, autosomale
Hypertrichose des oreilles	Pilosité aux oreilles	Liée au sexe (Y)
Ostéo-arthro-onychodysplasie	Malformation des os, des articulations et des ongles	Dominant, autosomale
Syndrome de Lowe	Déficience mentale, cataracte, déficit rénal	Récessif, liée au sexe
Onychoarthrose	Oncles très réduits ou manquants, rotule peu développée	Dominant, liée au sexe
Epithélioma adénoïdes	Présence sur le visage de petits nodules colorés	Dominant, autosomale
Aniridie	Absence d'iris	Récessif, autosomale
Polykystose rénale	Insuffisance rénale	Dominant, autosomale

Anomalie de Mar Fan	Lésions pulmonaires, déformations du squelette	Dominant, liée au sexe
Anémie	Absence en glucose 6 phosphates déshydrogénase (G6PD)	Récessif, liée au sexe

CONCLUSION

La génétique humaine, essentiellement médicale de nos jours, tente de résoudre certains problèmes. Grâce au diagnostic prénatal, on recherche les anomalies génétiques (génétiques chromosomiques de l'embryon et du fœtus pour envisager des interventions médicales.

CHAPITRE 9 : COMMUNICATION NERVEUSE

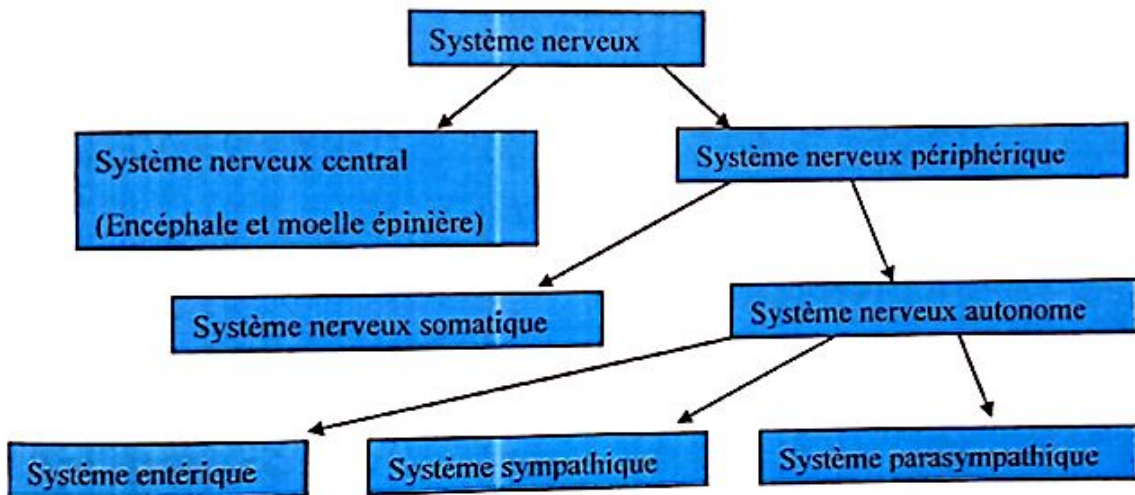
INTRODUCTION

Le système nerveux est un système biologique animal, responsable de la coordination des actions avec l'environnement extérieur et de la communication rapide entre les différentes parties du corps.

Chez les vertébrés, on distingue le système nerveux central (encéphale et moelle épinière) et le système nerveux périphérique (nerfs et ganglions).

À l'échelle cellulaire, le système nerveux est défini par la présence des neurones, qui ont la capacité, très particulière de véhiculer un signal électrochimique. En outre, le système nerveux contient des cellules de support appelées cellules gliales (dont l'ensemble constitue la névroglie) qui apportent un soutien structurel et fonctionnel aux neurones. Les cellules de Schwann, responsable de la formation de la gaine de myéline, appartiennent à la névroglie.

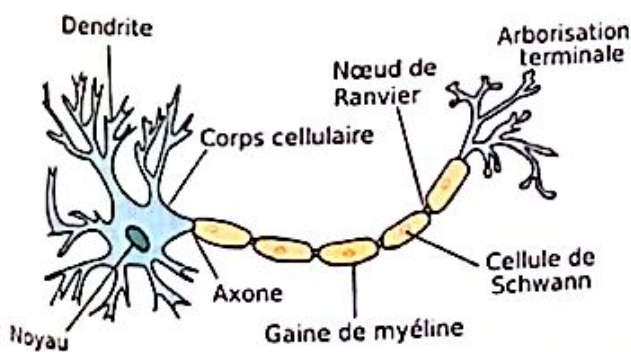
Dans l'encéphale, la substance grise est périphérique formant le cortex ou écorce grise et la substance blanche est centrale.



Document 1 : Système nerveux et ses composantes

I. Organisation du système nerveux

I. structure d'une cellule nerveuse ou neurone



Un neurone est formé par :

- Un corps cellulaire ou soma ou encore péricaryon qui contient tous les organites cellulaires ;
- Des dendrites, courts prolongements du soma, qui reçoivent des messages issus d'autres neurones ou des organes de sens ;
- Un axone ou fibre nerveuse, long prolongement cytoplasmique unique qui conduit l'influx nerveux jusqu'à l'arborisation terminale.

Document 2 : Schéma d'un neurone (cellule nerveuse)

- 1.1. Différents types de neurones
- Neurone multipolaire (moelle épinière)
 - Neurone bipolaire (rétine)
 - Neurone en T (ganglion spinal)
 - Neurone pyramidal (cortex cérébral)
 - Neurone de Purkinje.

NB : certains neurones possèdent une gaine de myéline entourant l'axone (neurones myélinisés) d'autres en sont dépourvus (neurones amyélinisés).

1.2. La vie des neurones

Les neurones peuvent se diviser pendant la vie embryonnaire. Cette faculté se perd après la naissance. Toute lésion de neurones entraîne une paralysie irréversible.

La dégénérescence et la régénération découvertes par Waller en 1850 s'expliquent de la façon suivante : après la section du neurone, le bout périphérique (cylindraxe et myéline) dégénère (dégénérescence wallerienne) et le bout central possédant le noyau régénère la partie manquante.

1.3. Différents types d'axones (fibres nerveuses)

Les fibres nerveuses peuvent être classées en deux catégories selon la présence ou non de la gaine de myéline :

- Fibres myélinisées : ce sont des fibres entourées par une gaine de myéline (fibres A et B des vertébrés) ; deux manchons successifs de myéline sont séparés par un étranglement dit **nodus de Ranvier** ;
- Fibres amyélinisées : ce sont des fibres dépourvues de gaine de myéline (fibre C des vertébrés, fibres des invertébrés).

2. Modes de propagation du message nerveux

Dans les conditions physiologiques, le message nerveux est toujours conduit dans un neurone de ses dendrites vers le corps cellulaire puis vers l'axone.

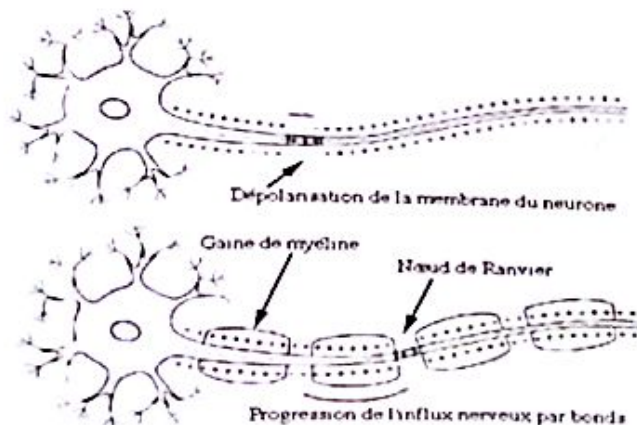
- Cas d'une fibre non myélinisée

L'existence des charges de signes opposés à proximité les unes des autres crée des courants locaux de faible amplitude qui provoquent vers l'avant, du fait de la circulation des électrons du (-) vers le (+), une dépolarisation suffisante pour déclencher un potentiel d'action. Vers l'arrière, cette dépolarisation est sans effet du fait de l'existence de la période réfractaire.

- Cas de fibre myélinisée

La présence d'une gaine de myéline, isolant électrique de nature lipidique, impose aux courants locaux de s'établir de nouveau de Ranvier en Ranvier. L'influx nerveux est donc propagé de manière saltatoire, ce qui explique la vitesse de conduction des fibres myélinisées soit plus importante que celle des fibres non myélinisées.

Document 3 : Conduction de l'influx nerveux



Etant recréé de Ranvier en Ranvier, le potentiel d'action garde ses caractéristiques (amplitudes, durée) lors de sa conduction (loi du tout ou rien).

3. Les nerfs

Le nerf est constitué d'un assemblage de fibres nerveuses venant des différents neurones, cheminant ensemble sur un long trajet. Le nerf est entouré d'une gaine conjonctive, l'épinevre contenant des cellules adipeuses et des vaisseaux sanguins.

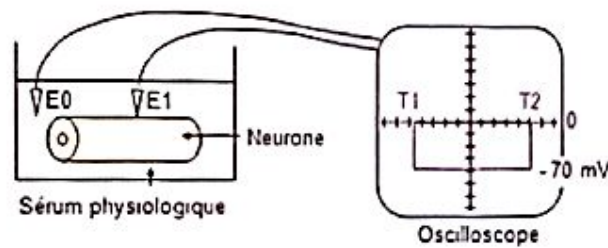
II. Le potentiel membranaire d'un neurone

1. le potentiel de repos

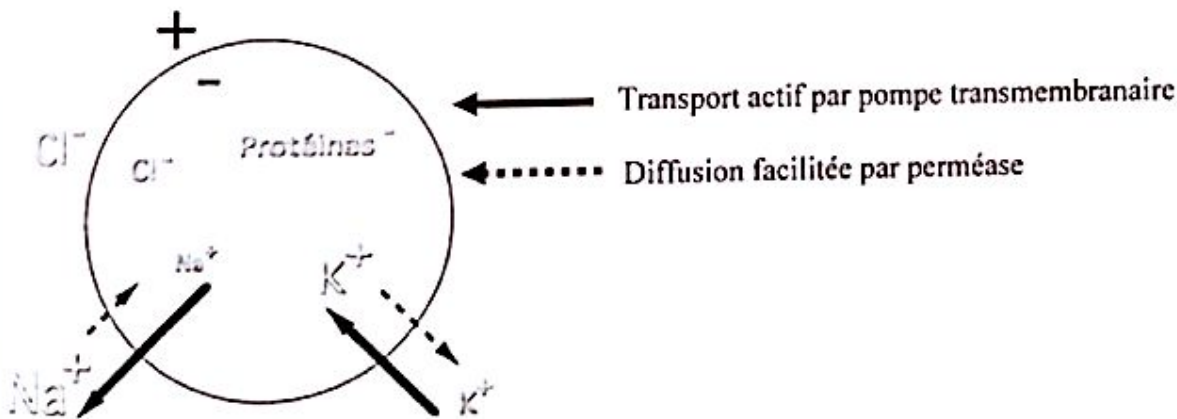
Le potentiel de repos (-70 mV) traduit pour l'essentiel, une répartition inégale des ions sodium (Na^+) et des ions potassium (K^+) à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule et des différences de la perméabilité de la membrane à ces ions.

NB : La valeur du potentiel de repos varie de -50 mV à -100 mV selon les neurones.

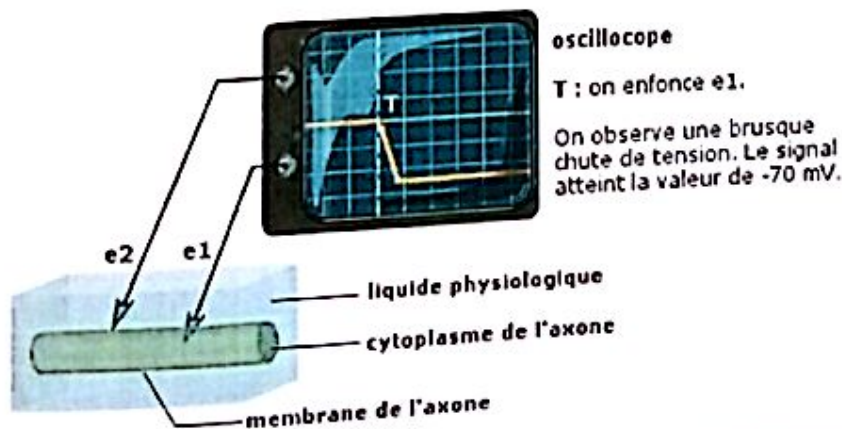
Le potentiel de repos est donc la différence de potentiel qui existe entre la surface et l'intérieur d'une cellule vivante en absence de toute stimulation.



Document 4 : Potentiel de repos – montage expérimental



Document 5 : Schéma de l'interprétation ionique du potentiel de repos



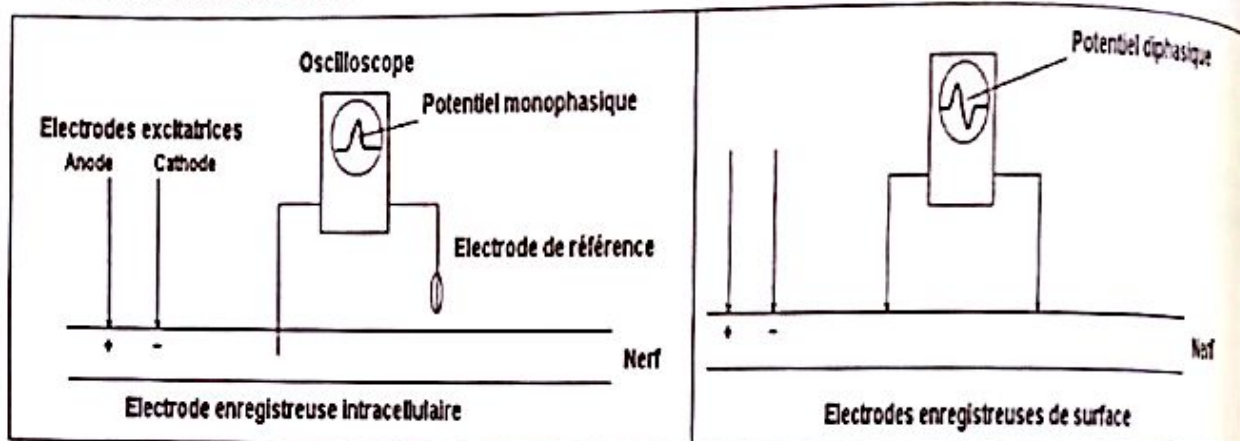
Document 6 : Enregistrement du potentiel de repos d'une fibre nerveuse

2. Potentiel d'action (PA)

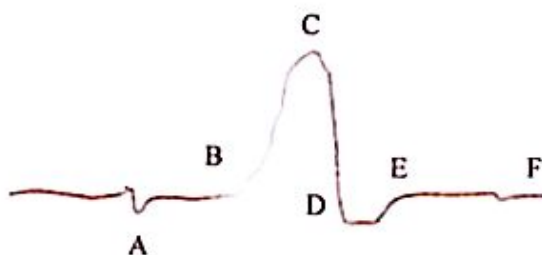
2.1. mise en évidence du potentiel d'action

On utilise un montage expérimental voisin de celui qui a été utilisé pour le potentiel de repos. Mais deux électrodes stimulatrices ont été ajoutées au montage.

Si une stimulation électrique S_1 est appliquée à la fibre nerveuse, et qu'on n'enregistre que l'artéfact de stimulation sur l'écran de l'oscilloscope cathodique, S_1 est donc inefficace pour pouvoir modifier le potentiel de membrane : son intensité est donc inférieure à l'intensité seuil ou rhéobase. S_1 est une stimulation infraliminaire.



Document 7 : Potentiel d'action - montage expérimental



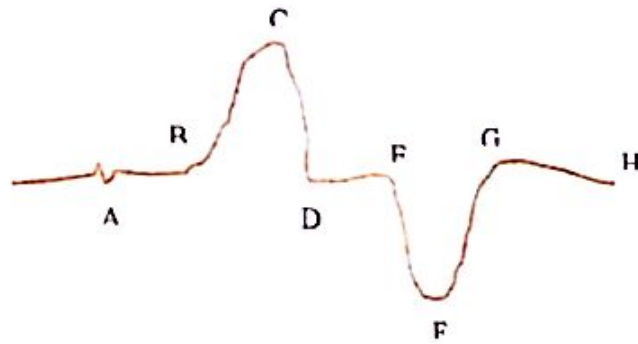
Document 8 : Schéma du potentiel d'action monophasique

Si on stimule électriquement une fibre nerveuse avec une intensité S_2 , l'enregistrement obtenu sur l'écran de l'oscilloscope après un certain retard montre, au niveau de la microélectroderéceptrice, le passage d'un signal nerveux appelé potentiel d'action monophasique. La fibre a donc répondu à la stimulation S_2 qui est efficace.

Une courbe du potentiel d'action présente les phases suivantes :

- A : c'est l'artéfact de stimulation, qui correspond au moment précis de l'excitation.
- AB : c'est le temps de latence, qui est le temps mis par le message nerveux pour aller de l'électrode stimulatrice jusqu'à l'électrode réceptrice (d'enregistrement).
- BC : c'est la dépolarisation sous l'électroderéceptrice. Le spot subit une déviation maximale d'amplitude 100 mV, indiquant la variation de la différence de potentiel de part et d'autre de la membrane.
- CD : c'est la repolarisation de la membrane sous l'électroderéceptrice. Le spot revient progressivement à sa valeur initiale (-70 mV). En D, il y a réinstallation du potentiel de repos.
- DE : c'est l'hyperpolarisation de la membrane. Le spot descend légèrement en dessous du niveau du potentiel de repos avant de se stabiliser à sa valeur initiale (-70 mV).
- EF : c'est la phase terminale du signal.

Rémarque : Lorsqu'il y a une seule électrode enregistreuse, la courbe du potentiel d'action obtenue est dite monophasique. Si les deux électrodes sont à la surface de l'axone, on obtient après stimulation une courbe diphasique.



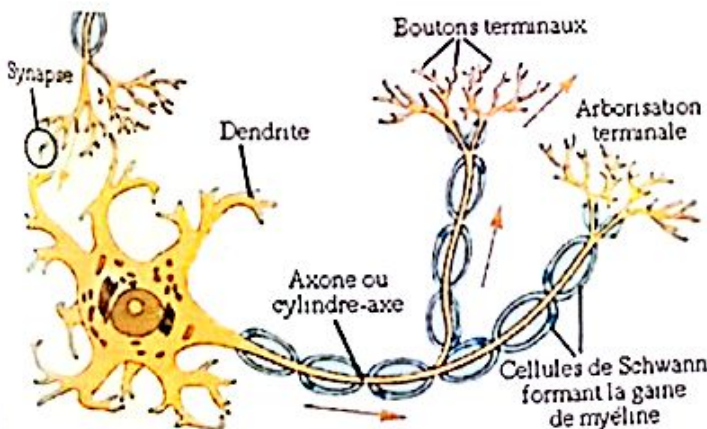
Document 9 : Potentiel d'action diphasique

INTERPRETATION DU POTENTIEL D'ACTION DIPHASIQUE

- A : c'est l'artéfact
- AB : c'est le premier temps de latence
- BC : c'est la dépolariation de la première électrode
- CD : c'est la repolarisation de la première électrode
- DE : c'est le deuxième temps de latence
- EF : c'est la dépolariation de la deuxième électrode
- FG : c'est la repolarisation de la deuxième électrode
- GH : c'est l'hyperpolarisation

III. La conduction ou la propagation du potentiel d'action le long d'une fibre nerveuse

Sur une fibre isolée de l'organisme, le potentiel d'action se propage dans les deux sens tout au long de l'axone à partir du point d'excitation. Dans les conditions naturelles (physiologiques), le potentiel d'action se propage sans atténuation et dans un seul sens le long de la fibre nerveuse à partir du point d'excitation selon le schéma :



Document 10 : Sens de propagation de l'influx nerveux

NB : Dendrite → corps cellulaire → axone → arborisation terminale

1. Mode de propagation

- Le long d'une fibre non myélinisée, la propagation se fait sans atténuation puis que ce potentiel ne se déplace pas : il est régénéré de proche en proche le long de l'axone d'une fibre nue (sans myéline).
 - Dans le cas d'une fibre myélinisée, les courants locaux s'établissent seulement au niveau des nœuds de Ranvier. Le potentiel d'action n'apparaît qu'à leur niveau. Il donne l'impression de sauter rapidement d'un nœud à l'autre (d'où l'expression « propagation saltatoire ») alors qu'il est régénéré à leur niveau.
- La vitesse de conduction du potentiel d'action est plus grande dans la fibre myélinisée que dans la fibre amyélinisée.

2 Période réfractaire d'un nerf

Lorsqu'on excite un nerf, il lui faut un temps pour répondre à une deuxième excitation. Il existe une période où le nerf ne répond plus à une excitation : c'est la période réfractaire.

3 Facteurs qui influencent la vitesse de propagation de l'influx nerveux

La vitesse de propagation de l'influx nerveux varie avec un certain nombre de facteurs :

- **Le diamètre de la fibre** : plus le diamètre de la fibre est grand, plus la vitesse de conduction de l'influx est élevée.
- **La nature de la fibre** : une fibre myélinisée conduit l'influx nerveux 50 fois plus vite qu'une fibre amyélinisée.
- **La température** : le froid diminue la vitesse de conduction, la chaleur par contre, l'augmente. Exemples : cas du nerf sciatique de grenouille : $V = 30 \text{ m/s}$ à 18°C ; $V = 80 \text{ m/s}$ à 30°C .
- **La distance entre deux nœuds de Ranvier** : plus la distance entre deux étranglements est grande, plus la vitesse de conduction est élevée.

Rémarque : D'une manière générale, la vitesse de propagation est variable d'une fibre à l'autre : elle va de moins de 1 ms à plus de 100 ms (ms = milliseconde).

1. Naissance des potentiels au niveau d'un neurone : l'excitation

Sur une grenouille dont les centres nerveux ont été détruits. Dégageons le nerf de la cuisse (sciatique) et le muscle du mollet (gastrocnémien). Déposons le nerf sur un excitateur dont les deux bornes sont reliées à un circuit électrique. Lorsqu'on ferme le circuit, on remarque que le muscle se contracte :

- Sous l'action du courant, le nerf a été le siège d'une perturbation invisible : le nerf est excitable.
- Cette perturbation appelée influx nerveux a été transmise aux muscles : le nerf est conducteur. On appelle influx nerveux, l'excitation qui s'est propagé vers le muscle lui-même excitable et contractile. L'excitabilité et la conductibilité sont les propriétés du nerf.

1 L'excitabilité

L'excitabilité du nerf est son aptitude à réagir aux événements extérieurs appelés excitants ou stimuli dont la propriété commune est de donner naissance à un influx nerveux.

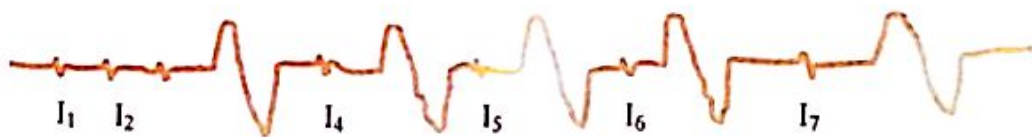
1.1. Nature de l'excitant

L'excitant peut être : **mécanique** (coup, coupure, pique, pincement, choc) ; **chimique** (acide, base, sel, sucré, amer) ; **thermique** (chaleur, fraîcheur) ; **électrique** (courant électrique), **sonore** (son), **lumineux** (influx nerveux), **odorant** (odeur), **lumineux** (couleur, forme).

Le courant électrique est le meilleur excitant parce qu'il est graduable en temps et en intensité. Il n'altère pas les tissus nerveux et se rapproche le plus souvent de l'excitant physiologique.

1.2. Variation de l'intensité du stimulus

Lorsqu'on applique à une fibre des stimuli successifs d'intensités différentes par l'intermédiaire de l'électroderéceptrice, la réponse reste la même quel que soit l'intensité : la fibre obéit à la loi de « tout ou rien ».



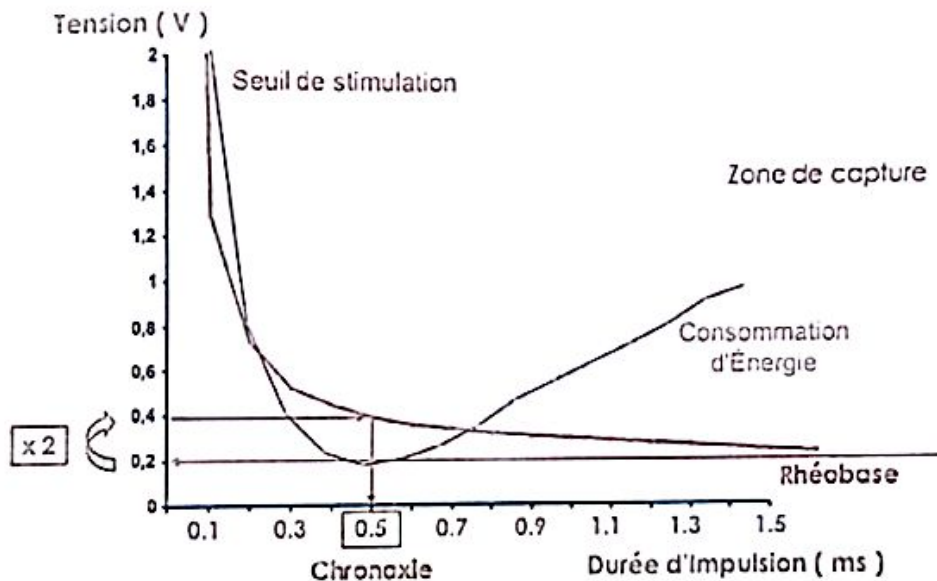
Document 11 : Schéma de la courbe de l'excitation d'une fibre

INTERPRETATION

- Pour I_1 et I_2 , on observe seulement l'artéfact de stimulation, l'axone ou la fibre ne réagit pas : ce sont des stimulations infraliminaires ;
- De I_3 à I_5 : on constate que l'amplitude des potentiels d'action reste constante, bien que l'intensité du stimulus augmente : c'est la loi de « tout ou rien ».

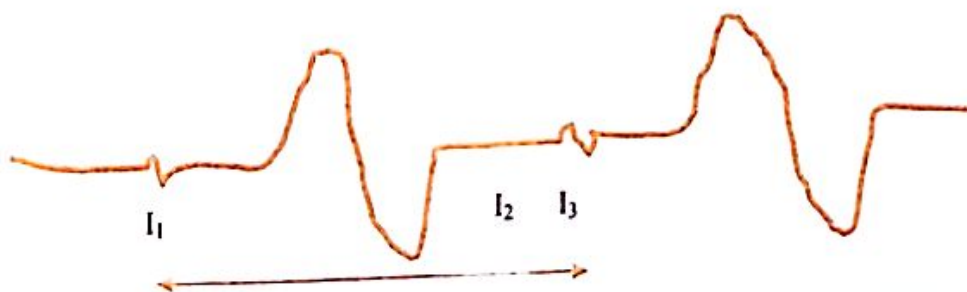
1.3. Variation de la durée d'application du stimulus

En faisant varier l'intensité de stimulation en fonction de la durée d'application, on obtient des valeurs permettant de tracer une courbe appelée courbe d'excitabilité d'un neurone ou courbe d'intensité durée. Cette courbe divise le plan en régions : en bas et à gauche, c'est la zone d'excitation inefficace ; en haut et à droite, c'est la zone d'excitation efficace.

**Document 12 : Courbe d'excitabilité d'un neurone**

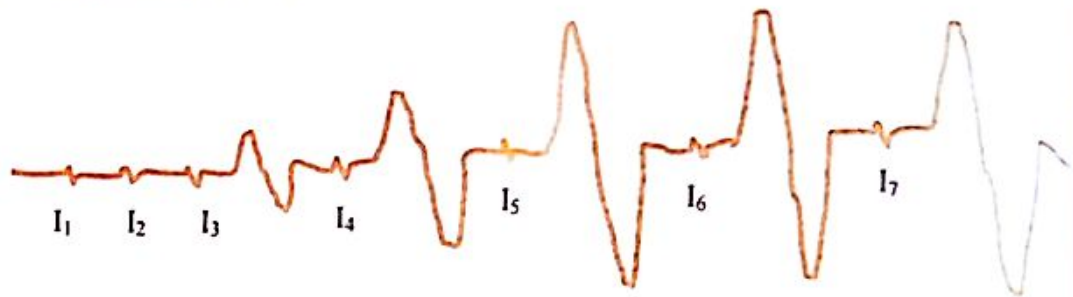
- **Chronaxie** : c'est le temps minimal pendant lequel doit lui être appliqué un courant double de la rhéobase pour qu'il y ait la naissance d'un potentiel d'action.
- **Temps utile** : c'est le temps minimal d'application d'un courant dont l'intensité est égale au seuil (à la rhéobase).

NB : L'excitabilité d'un neurone se caractérise par la rhéobase et la chronaxie.

1.4. Réponse d'un neurone à des excitations très rapprochées**Document 13 : Schéma de la réponse d'une fibre à l'excitation rapprochée**

Après une stimulation efficace I_1 , si on porte immédiatement une deuxième stimulation I_2 d'intensité égale ou supérieure à I_1 , il n'y a pas de réponse, car pendant que le premier potentiel d'action court, l'axone reste inexcitable. Cette période d'inexcitabilité provisoire est appelée période réfractaire.

1.5. Excitabilité d'un nerf



Document 14 : Schéma de la réponse d'un nerf à des stimulations d'intensités croissantes

A partir du seuil (I_3) d'excitation, l'amplitude des potentiels d'action augmente avec l'intensité de l'excitant jusqu'à une limite I_5 , à partir de laquelle l'amplitude reste constante quel que soit la valeur de l'intensité d'excitation. En réalité, chaque nerf est composé de plusieurs fibres nerveuses dont certaines sont plus excitables. Quand l'intensité du stimulus augmente, un nombre de plus en plus croissant de fibres nerveuses est stimulé et entre en activité : c'est le phénomène de sommation ou de recrutement.

2. Conductibilité (conduction) : conditions de conductibilité d'un nerf ou d'une fibre nerveuse :
- L'intégrité du nerf ou de la fibre (pas de lésion, pas de section, ...);
 - La composition ionique du milieu expérimental, proche du milieu physiologique de l'organisme;
 - La température convenable.

1'. Fonctionnement des synapses

1. Structure d'une synapse

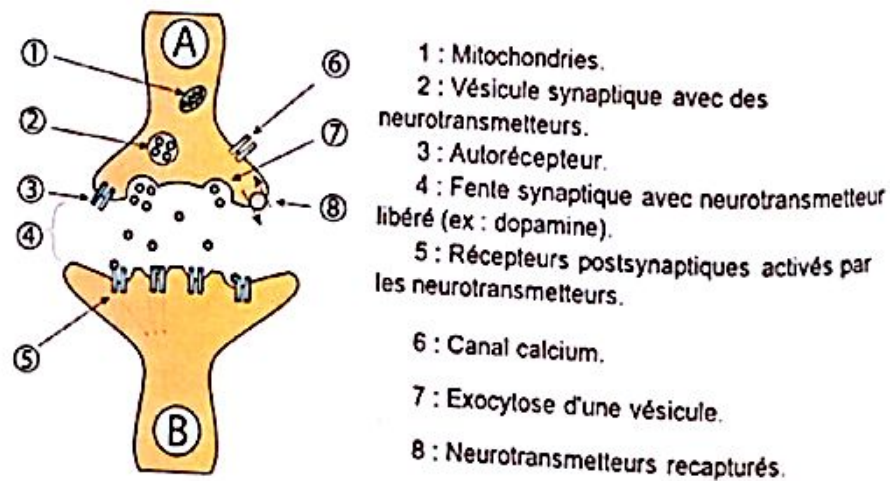
Les synapses sont des zones de connexion entre les cellules excitables. Ce sont des structures capables de transmettre l'excitation d'une cellule à l'autre.

Toute synapse comporte :

- Un élément pré-synaptique qui est toujours un bouton terminal d'un neurone ;
- Un élément post synaptique de nature variable ;
- Un espace appelé fente ou espace synaptique qui existe entre les membranes pré et post-synaptiques, rempli du liquide interstitiel.

NB : une synapse est une zone de contact entre l'arborisation terminale d'un axone et une autre structure cellulaire. Du point de vue anatomique, on distingue trois principales catégories de synapses : la synapse neuromusculaire ; la synapse neuromusculaire ; la synapse neurosensorielle.

Rémarque : La synapse neuromusculaire comporte trois variantes : la synapse axo-dendritique ; la synapse axo-axonique ; la synapse axo-somatique.

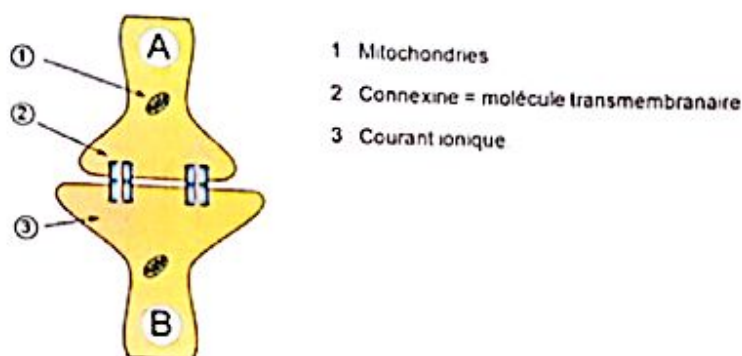


Document 15 : Schéma d'une synapse

2. Fonctionnement des synapses

Du point de vue physiologique, on distingue deux types de synapses : les synapses électriques et les synapses chimiques.

2.1. Synapse à transmission électrique



Document 16 : Schéma d'une synapse à transmission électrique

Une synapse électrique est un contact entre deux cellules, au niveau duquel les membranes pré et post synaptiques sont très rapprochées et minces (2 nm environ). Dans ce cas, les potentiels d'action passent directement d'une cellule à une autre par l'intermédiaire des communications intercellulaires, jonctions lacunaires assurant la « continuité hyaloplasmique » entre ces cellules.

2.2. Fonctionnement d'une synapse chimique

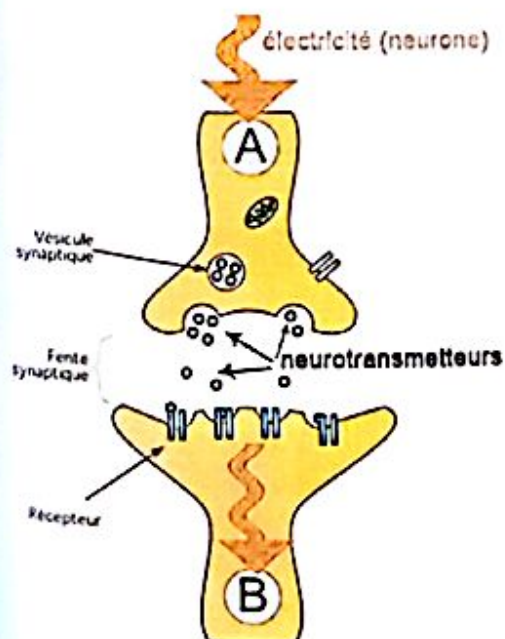
2.2.1. Mécanisme du fonctionnement d'une synapse chimique

Les synapses chimiques transmettent les messages d'un neurone à un autre au moyen de neurotransmetteurs. La structure de la synapse étant polarisée (existence des vésicules contenant les neurotransmetteurs seulement dans l'élément pré synaptique, et récepteurs sur la membrane post synaptique), la transmission du message nerveux ne peut se faire qu'en sens unique : de l'élément pré synaptique vers l'élément post synaptique.

2.2.2. Définition

Un neurotransmetteur ou médiateur chimique est une molécule de petite taille, libérée par l'arborisation terminale d'un neurone en réponse à l'arrivée d'un message nerveux.

Document 17 : Schéma du fonctionnement de la synapse à transmission chimique



Libération d'un neurotransmetteur

L'arrivée du potentiel d'action au niveau de la membrane pré synaptique provoque l'ouverture des canaux à Ca^{2+} voltage-dépendants. L'entrée des ions Ca^{2+} dans la terminaison nerveuse déclenche la libération de l'acétylcholine (ACH) par exocytose puis une pompe à Ca^{2+} expulse les ions Ca^{2+} hors du neurone, en utilisant l'ATP produit par les mitochondries.

Action du neurotransmetteur

La membrane post synaptique possède des protéines particulières, les récepteurs d'acétylcholine. Des canaux à Na^+ s'ouvrent par fixation d'une molécule (ou ligand) : ce sont des canaux chimio-dépendants ou ligand-dépendants.

L'entrée des ions Na^+ dans la cellule musculaire par exemple, dépolarise la membrane post synaptique jusqu'au seuil d'ouverture des canaux Na^+ voltage-dépendants et un

potentiel d'action musculaire prend naissance, se propage et provoque la contraction de la musculaire.

- Retour à l'état initial

L'acétylcholine est rapidement inactivée grâce à une enzyme acétylcholinestérase sécrétée par la cellule musculaire. La membrane post synaptique retrouve son état initial.

3 Effets de certaines substances sur la transmission synaptique

3.1. Facteurs modifiant la synthèse du neurotransmetteur

Si les nutriments appropriés (en particulier les acides aminés) ne sont pas fournis, la synthèse du neurotransmetteur ne peut avoir lieu. Dans le cas de la maladie de Parkinson, ce sont les enzymes de la dopamine qui ont disparu.

3.2. Facteurs agissant sur la libération du neurotransmetteur

Lors du dopage, les amphétamines agissent en augmentant la libération des médiateurs du groupe que l'adrénaline. Libérés en grande quantité au niveau des synapses, ces neuromédiateurs ont la propriété d'augmenter l'excitation des cellules nerveuses, d'améliorer la vigilance et les performances physiques, et de réduire la sensation de fatigue et de l'appétit.

3.3. Facteurs modifiant la fixation du neurotransmetteur sur le récepteur postsynaptique

Nous avons vu que le récepteur était spécifique d'un neurotransmetteur déterminé. Une molécule de forme très proche peut « tromper » le récepteur et se fixer sur lui. Suivant le cas, elle peut l'exciter ou le bloquer.

- Morphine : elle diminue la douleur par inhibition de la transmission du message chimique au niveau de synapse. Elle est très utilisée en milieu hospitalier pour atténuer la souffrance dans le cas des maladies très douloureuses. La morphine est une molécule agonisante de l'encéphale.
- Curare : c'est un antagoniste de l'acétylcholine ; il provoque la paralysie des muscles en se fixant sur les récepteurs de l'acétylcholine et le bloquer.

4 Autres substances

Ce sont les insecticides, les herbicides, etc.

V Les réflexes

Un réflexe est réaction involontaire, stéréotypée, prévisible en réponse à une stimulation.

On distingue les réflexes innés (ils assurent dès la naissance la protection contre les agressions extérieures, la régulation automatique du fonctionnement des organes internes, la recherche de l'équilibre du corps et des organes) et les réflexes conditionnels (acquisition d'automatisme, mise en place des réflexes de communication entre les individus, élaboration des signaux de bonne conduite intervenant dans les rapports sociaux).

1. Réflexes innés

- Réflexes extéroceptifs : ils protègent contre les dangers extérieurs. Exemples : réflexe de fermeture des paupières, abaissement de mâchoire inférieure, réaction à une pique, etc.
- Réflexes proprioceptifs : ils assurent l'équilibre et le maintien des attitudes du corps. Exemples : réflexe rotulien, réflexe achilléen (qui sont des réflexes myostatiques) ;
- Réflexes intéroceptifs ou végétatifs : ils coordonnent les fonctions de nutrition. Exemples : réflexe salivaire.

Arc réflexe : c'est le trajet suivi par le message nerveux de l'organe récepteur (peau) à l'organe effecteur (muscle ou glande).

2. Caractéristiques des réflexes

- Acquis, individuels et temporaires ;
- Non entretenus, ils s'atténuent et disparaissent ;
- Conduisent à une réponse stéréotypée ;
- Nécessite une nouvelle liaison entre récepteur et effecteur.

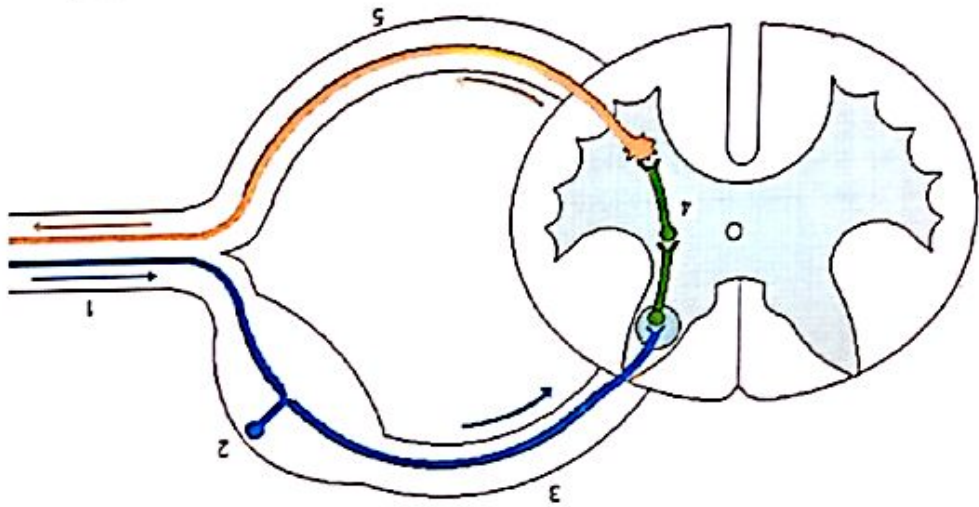
- La section de la racine dorsale (2 ou 3) ne permettant plus aux messages afférents de pénétrer dans la moelle épinière, on observera une anesthésie du territoire concerné ;
- En revanche la section de la racine ventrale (5) se traduira par une paralysie. En effet, les axones issus de motoneurones étant interrompus, les messages efférents ne pourront arriver à la destination ;
- Enfin, la section du nerf rachidien (1) affectant à la fois la voie afférente et la voie efférente, on observera une anesthésie et une paralysie du territoire concerné.

SOLUTION

Quelles sont les conséquences immédiates de chaque section ?

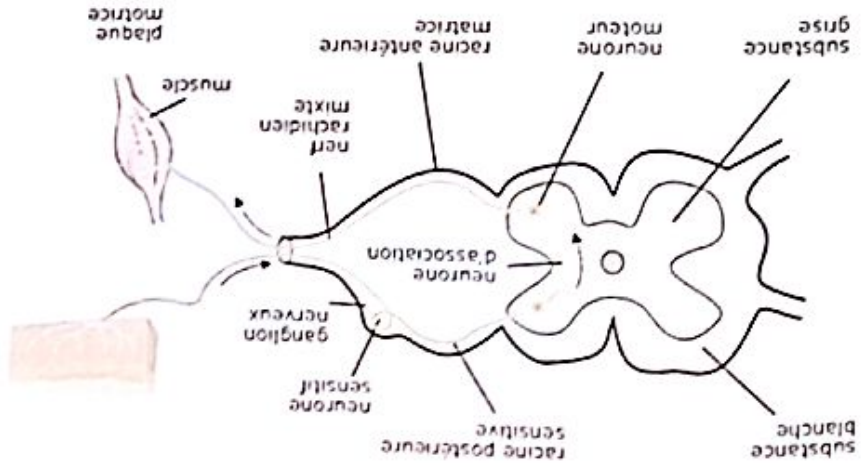
Document 19 : Schéma de l'arc réflexe

- 1 - Nerf Spinal (ou rachidien) - Nerf mixte
- 2 - Ganglion spinal
- 3 - Racine dorsale (sensitive)
- 4 - Inter - neurones (un ou plusieurs)
- 5 - racine ventrale (motrice)



EXERCICE : Afin d'étudier le rôle des racines rachidiennes, on réalise plusieurs types de sections chez un animal spinal.

Document 18 : Schéma de l'arc réflexe



CONCLUSION

Le système nerveux est constitué des centres nerveux (encéphale et moelle épinière) et des neurones. Les unités anatomiques du système nerveux sont les neurones. Le rôle de ces derniers est de conduire les influx nerveux qui permettent de communiquer avec les milieux extra et intercellulaires.

CHAPITRE 10 : REGULATION NEURO-HUMORALE

A. Régulation de la glycémie

1. Rappel

La glycémie est le taux plasmatique de glucose. Sa valeur normale varie entre 0,8 et 1,2 g/l. Il y a hyperglycémie quand cette valeur est supérieure, hypoglycémie quand elle est inférieure.

NB : Le glucose est le seul glucide utilisable par l'organisme comme source d'énergie.

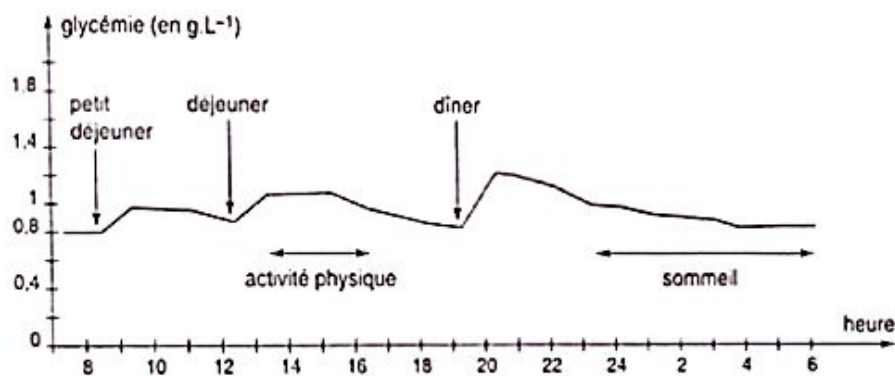
La glycosurie est le taux urinaire de glucose. La glycosurie normale est nulle et une glycosurie différente de zéro (0) signifie une glycémie supérieure à 1,8 g/l.

L'homéostasie est la tendance de l'organisme à maintenir constant les conditions physiologiques : température, composition du milieu intérieur, la pression artérielle, la fréquence cardiaque,

Or l'organisme est soumis à des nombreuses perturbations qui tendent à le déstabiliser. Trois processus majeurs différents interviennent alors pour maintenir l'homéostasie : le système nerveux, le système endocrinien et le système immunitaire.

2. Variation de la glycémie

Des expériences sanguines répétées dans la journée permettent de relever les facteurs qui font varier la glycémie d'un sujet :



Document 1 : Evolution de la glycémie

L'analyse du graphe montre que la glycémie augmente après chaque repas puis revient automatiquement à sa valeur normale de 1 g/l.

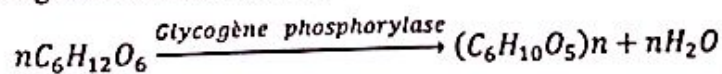
L'exercice physique abaisse la glycémie, mais le glucose prélevé dans le sang par les muscles est remplacé.

Pendant le sommeil, la glycémie revient à la valeur normale. Même pendant le jeûne, la glycémie baisse de manière passagère. Comment l'organisme régule-t-il sa glycémie ?

3. Déterminisme de la régulation de la glycémie

3.1. Rôle du foie

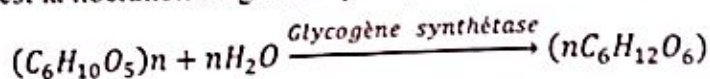
Après un repas riche en glucide, la glycémie dans la veine porte est supérieure à celle de la veine sus hépatique. On en déduit que le glucose excédentaire a été prélevé et stocké dans le foie. La glycogénogenèse est la synthèse du glycogène à partir du glucose. Le glycogène, polymère de glucose, est la forme de stockage de glucides dans le foie et les muscles.



NB : Parallèlement à la glycogénogenèse, l'organisme accroît le captage et l'utilisation du glucose par ses cellules.

Après une période de jeûne, la glycémie dans la veine porte est inférieure à celle de la veine hépatique qui reste égale à 1 g/l. On en déduit que le glucose a été libéré par le foie pour maintenir la glycémie normale.

La glycogénolyse est la libération du glucose par hydrolyse du glycogène.



Le foie peut convertir les substances non glucidiques (acides aminés, glycérol, acides organiques divers) en glucose en cas d'hypoglycémie : c'est la néoglucogenèse.

NB : le glucose peut être stocké dans les muscles sous forme de glycogène ou dans les adipocytes sous forme de triglycérides (lipides). La lipolyse est l'hydrolyse des triglycérides.

Conclusion partielle : le mécanisme de régulation de la glycémie est donc un équilibre entre deux phénomènes qui sont le stockage du glucose par le foie et son utilisation par les cellules et la libération du glucose par le foie.

3.2. Rôle du pancréas

3.2.1. Expériences de suppression de fonction et de restitution de la fonction

- L'ablation totale du pancréas (pancréatectomie) provoque des troubles digestifs dus à l'absence de suc pancréatique et un diabète sucré maigre (diabète juvénile ou diabète insulino-dépendant (DID)) avec forte hyperglycémie.
- L'ablation de $\frac{1}{4}$ du pancréas n'a aucune conséquence sur la glycémie ;
- Une greffe de pancréas dans un territoire bien irrigué permet de corriger les troubles du diabète chez un animal dépancréaté ;
- Des transfusions de sang prélevé dans la veine pancréatique d'un chien normal font disparaître les troubles du diabète d'un chien dépancréaté ;
- L'injection d'extraits pancréatiques obtenus à partir de la totalité du pancréas ne fait pas disparaître les troubles du diabète d'un chien dépancréaté ;
- Après inactivation des enzymes digestives contenues dans les extraits de suc pancréatique et en particulier la trypsine qui est une protéase, l'injection des extraits corrige le diabète ;
- L'ingestion des extraits pancréatiques par voie buccale n'a aucun effet ;
- Après injection d'alloxane (dérivé de l'urée) à un chien, le diabète apparaît. L'étude du pancréas faite après la mort du chien montre que la majorité des cellules des îlots de Langerhans ont été détruites par l'alloxane.

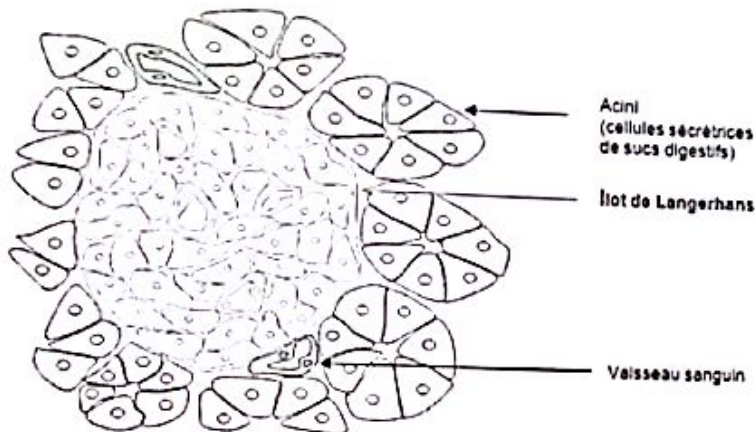
ANALYSE ET INTERPRÉTATION DE CHAQUE EXPÉRIENCE

- Les troubles digestifs et le DID observés en cas de pancréatectomie totale montrent que le pancréas intervient dans la digestion (fonction exocrine) et la régulation du taux du sucre.
- L'action du pancréas sur la glycémie se fait par des substances libérées à faible dose.
- Le pancréas agit par voie hormonale.
- Ce résultat confirme que le pancréas est une glande endocrine qui libère des hormones véhiculées par le sang.
- Ce résultat peut s'expliquer si l'on admet que certaines cellules du pancréas sécrètent des enzymes digestives (protéases) et que d'autres cellules libèrent les hormones (protéines) qui régulent la glycémie. Ces hormones sont détruites par les protéases d'où l'inefficacité de ce traitement.
- Le résultat f confirme l'analyse proposée en e.
- Ce résultat confirme que l'hormone hypoglycémisante est une protéine qui peut être dégradée dans le tube digestif.
- L'alloxane détruit les cellules (e) qui sécrètent l'hormone hypoglycémisante.

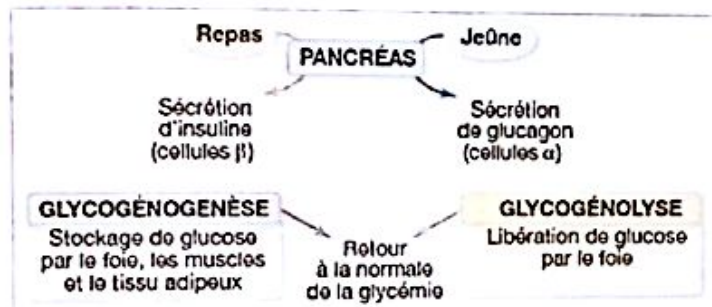
Conclusion partielle : Le pancréas est une glande mixte :

- Ses acini sécrètent et excrètent dans le duodénum le suc pancréatique riche en enzymes digestives : c'est une fonction exocrine.

- Les îlots de Langerhans sécrètent et exercent dans le sang deux hormones antagonistes : l'insuline, hormone hypoglycémisante libérée par les cellules B et le glucagon, hormone hyperglycémisante libérée par les cellules A.



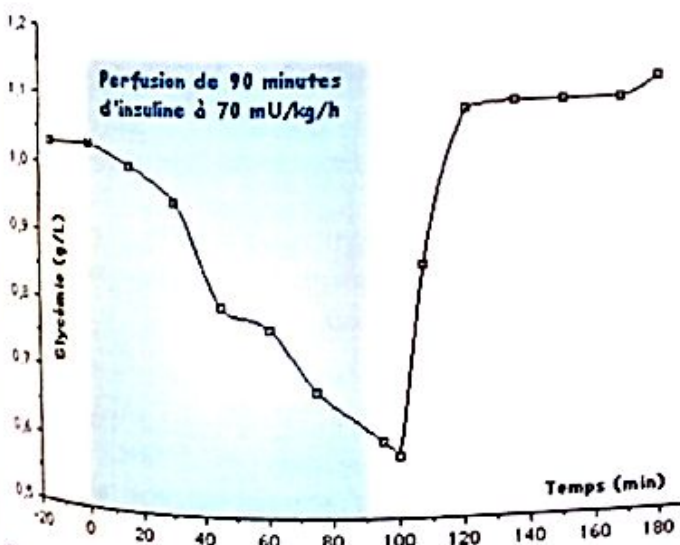
Document 2 : Cellules du pancréas



Document 3 : Rôle du pancréas

3.2.2. Mise en évidence du rôle de l'insuline

L'injection d'insuline à un animal à jeûne et le dosage de la glycémie permettent de dresser le graphe ci-après :



INTERPRETATION

Le graphe peut être subdivisé en trois (3) portions :

- Avant l'injection d'insuline (- 20 à 0 minutes) ;
- Les 90 minutes qui suivent l'injection (0 à 90 minutes) ;
- De 90 à 180 minutes ;

La glycémie d'un animal à jeûne est une constance maintenue à 1 g/l ;

L'injection d'insuline a pour effet immédiat de faire baisser la glycémie qui passe de 1 à environ 0,4 g/l en 90 minutes.

De 90 à 180 minutes, la glycémie remonte

Document 4 : Effet de l'insuline

progressivement en 1 heure pour se stabiliser à nouveau à 1 g/l (caractéristique d'une variable réglée).
Conclusion partielle : L'insuline, polypeptide de 51 acides aminés, est une hormone hypoglycémisante (la seule de l'organisme). Elle agit sur de nombreuses cellules cibles ayant des récepteurs spécifiques.

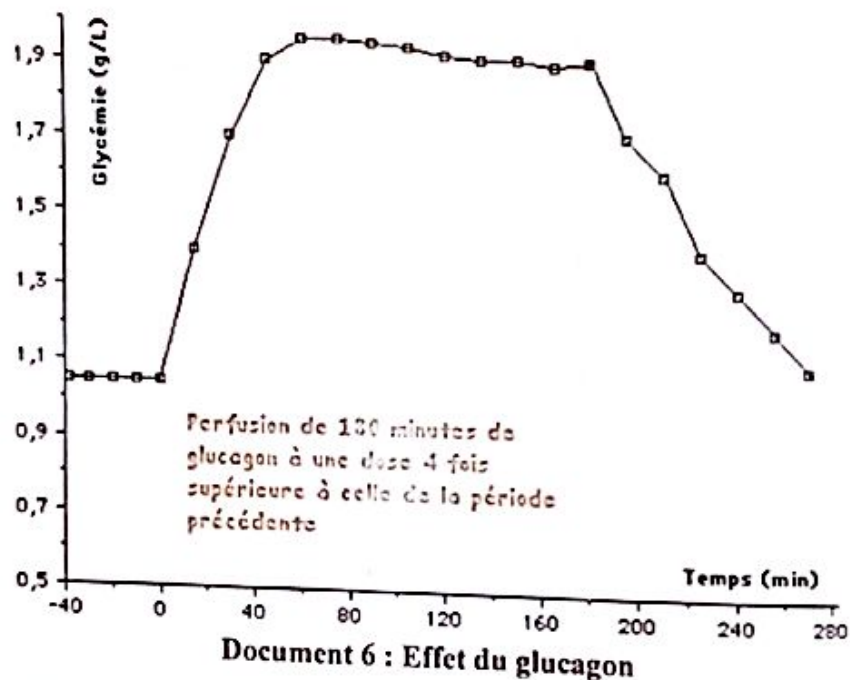
Document 5 : Cellules cibles et action de l'insuline

Cellules cibles de l'insuline	Action de l'insuline
Cellules musculaires et hépatiques	Favorise la glycogénogenèse
Ensemble des cellules de l'organisme (sauf les neurones)	Favorise le captage et l'utilisation du glucose
Cellules adipeuses	Favorise le captage du glucose et la lipogenèse

Les cellules B des îlots de Langerhans synthétisent et excrètent l'insuline dès que la glycémie dépasse un seuil de 1 g/l.

3 2.3. Mise en évidence du rôle du glucagon

Une perfusion de glucagon à raison de 2,5 µg/min chez un animal à jeûne et un dosage de la glycémie permettent de dresser le graphique suivant :



Document 6 : Effet du glucagon

INTERPRETATION

Le graphe comporte trois (3) portions :

- Avant la perfusion : on constate que la glycémie est stable, maintenue à 1 g/l environ chez un animal à jeûne.
- De 0 à 170 heure : on constate que la glycémie flambe ; cette flambée ne peut s'expliquer que par la perfusion.
- De 170 à 280 heure : on constate que la glycémie baisse graduellement pour revenir à un niveau normal malgré la perfusion de glucagon qui continue ; cette baisse de la glycémie s'explique par la mise en route des mécanismes de correction de l'hyperglycémie.

Conclusion partielle : le glucagon, polypeptide de 29 acides aminés, est une hormone hyperglycémisante.

Le glucagon agit essentiellement sur les cellules hépatiques où il se comporte comme un antagoniste de l'insuline. Il stimule ainsi la glycogénolyse et la néoglucogenèse.

Les cellules A des îlots de Langerhans synthétisent et excrètent le glucagon dès que la glycémie est en dessous du seuil de 1 g/l.

La régulation de la glycémie suppose donc un équilibre parfait entre les deux hormones pancréatiques aux effets antagonistes.

Par ailleurs d'autres expériences montrent que l'hyperglycémie stimule la production d'insuline et inversement, même temps qu'elle inhibe la production de glucagon. Par contre, l'hypoglycémie inhibe la production d'insuline.

d'insuline et stimule plutôt la production de glucagon. Le taux plasmatique de glucose régule donc directement l'activité des cellules chargées de la production de l'insuline et du glucagon.

3.3. Rôle du système nerveux dans la régulation de la glycémie

3.3.1. Observation

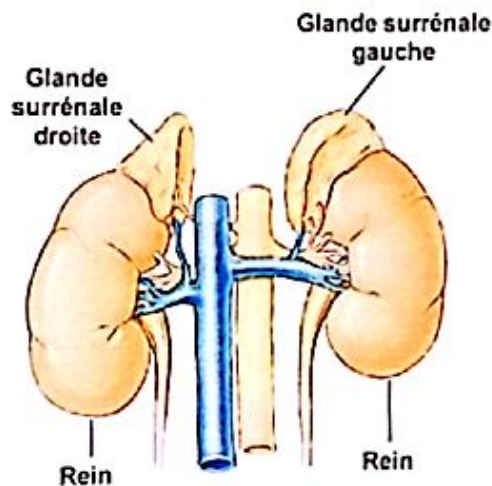
La stimulation par piqûre d'un point précis du bulbe rachidien provoque une hyperglycémie pouvant conduire à une glucosurie. Claude Bernard a appelé cette expérience la piqûre diabétique.

De même de fortes émotions enregistrées au niveau du cerveau s'accompagnent d'une hyperglycémie ; On peut donc émettre l'hypothèse d'une régulation nerveuse de la glycémie.

3.3.2. Rôle de l'adrénaline ou épinéphrine

L'adrénaline sécrétée par la médullosurrénale (d'origine nerveuse) active rapidement la glycogénolyse au niveau du foie et fournit ainsi à l'organisme le glucose dont il a immédiatement besoin pour réaliser les travaux musculaires : c'est l'hormone de l'urgence qui prépare au stress.

Des expériences complémentaires montrent que la libération de l'adrénaline est déclenchée par voie nerveuse. En effet, on localise au niveau de l'hypothalamus des neurones sensibles à une baisse de la glycémie. Par une voie nerveuse empruntant la moelle épinière et le nerf splanchnique, ces neurones sont capables de déclencher une décharge d'adrénaline au niveau de la médullosurrénale.



Document 7 : Localisation de la glande surrénale

NB : L'insuline et le glucagon ont des actions opposées ; ce sont des hormones antagonistes. C'est cet antagonisme qui maintient le taux normal du glucose sanguin.

3.3.3. Rôle du cortisol

Le cortisol est une hormone sécrétée par la corticosurrénale en réponse à la libération des corticostimulines (ACTH) par l'antéhypophyse.

L'ACTH est elle-même libérée en réponse à la stimulation de l'hypophyse par la CRH (hormone de libération des corticostimulines) hypothalamique ;

Le cortisol favorise la néoglucogénèse dans le foie et diminue l'utilisation du glucose par toutes les cellules de l'organisme (sauf les neurones) : c'est donc une hormone hyperglycémisante.

Conclusion partielle : La sécrétion de l'adrénaline et celle du cortisol sont déclenchées par voie nerveuse. Tout comme le glucagon, ces deux hormones sont hyperglycémisantes. Dans toutes les conditions habituelles, la glycémie est maintenue à sa valeur moyenne par le jeu des hormones pancréatiques. Toute variation de l'une d'entre elles est automatiquement corrigée par une variation de la sécrétion de l'hormone antagoniste : il y a autorégulation par rétroaction négative.

Dans des conditions particulières (émotion, stress, baisse brutale de la glycémie), le système nerveux est sensibilisé par l'intermédiaire des glucorécepteurs hypothalamiques : il y a libération d'adrénaline et de cortisol. Le système nerveux assure donc plutôt une adaptation qu'une régulation.

B Régulation de la pression artérielle

1 Définition et facteurs de variation

1.1. Définition

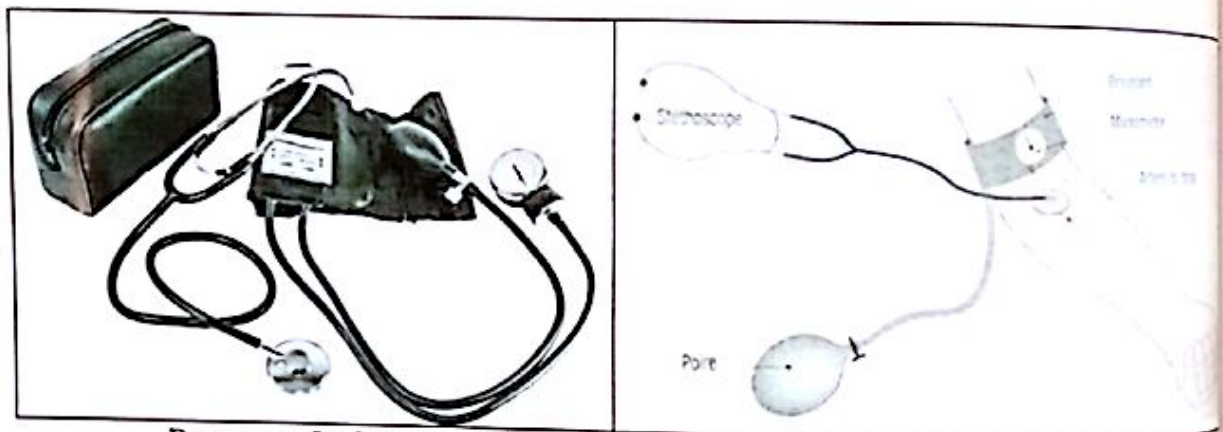
La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères. En pratique clinique, on mesure la force opposée c'est-à-dire la résistance de la paroi des artères ou tension artérielle. Elle varie constamment entre deux valeurs, directement liées à l'activité cardiaque : la pression maximale ou systolique obtenue en fin de contractions des ventricules et la pression minimale ou diastolique obtenue pendant la phase de repos du cœur.

1.2. Mesure de la pression artérielle

1.2.1. Méthode directe ou cathétérisme

Elle consiste à introduire un cathéter (tube très fin) rempli de liquide anticoagulant dans une artère. Le cathéter est relié à un manomètre à mercure. La dénivellation observée correspond à la valeur de la pression artérielle exprimée en mm de Hg (mercure).

1.2.2. Méthode directe



Document 8 : Sphygmomanomètre et mesure directe de la tension artérielle

On mesure la tension artérielle à l'aide d'un sphygmomanomètre qui comprend :

- Un brassard pneumatique gonflable relié d'une part à une pompe qui permet d'exercer une pression sur l'artère humérale et d'autre part à un manomètre sur lequel on lit la pression ;
- Un stéthoscope placé sur l'artère qui permet de surveiller l'écoulement sanguin. On gonfle le brassard de façon à atteindre une pression largement supérieure à celle du sang : l'artère humérale est alors écrasée : il y a arrêt du flux sanguin et le pouls disparaît. On dégonfle progressivement la chambre. Dès que la pression dans le brassard devient inférieure à la pression sanguine, le sang franchi l'obstacle, le pouls réapparaît et l'aiguille du manomètre monte à la valeur P_1 de la pression artérielle : c'est la pression maximale. On continue à décompresser le brassard jusqu'à l'apparition d'oscillations manométriques et les bruits s'accroissent, puis disparaissent pour la valeur P_2 : c'est la pression minimale.

NB : la valeur normale de la pression artérielle est de : 13 – 8 mm de Hg chez un sujet dont le poids est inférieur à 30 ans et de 14 – 9 mm de Hg chez un adulte.

1.3. Facteurs de variation de la pression artérielle

- Le débit cardiaque (Dc) : c'est le produit du volume d'éjection systolique (Ves) par la fréquence cardiaque (Fc). C'est l'acteur principal de la pression artérielle.
 $Dc = Ves \times Fc$
- Les résistances périphériques surtout dues à la contractilité ou vasomotricité artérielle. Elles s'opposent à l'écoulement du sang et ont aussi un rôle majeur ;
- La volémie ou volume du sang influence directement la pression artérielle ;

- La viscosité du sang, modifiée seulement dans les cas pathologiques (taux élevé d'hématies, fièvre), elle influence la pression artérielle ;
- L'élasticité de la paroi des grosses artères (aorte) atténue les conséquences du fonctionnement discontinu du cœur et soumet les organes à une pression moyenne.

Divers états physiologiques peuvent influencer la pression artérielle : les positions du corps, l'état de vigilance, une hémorragie (entraîne une hypotension), alimentation riche en chlorure (augmente la tension artérielle), l'âge, le sexe, le sommeil, le séjour en altitude, l'exercice physique, la digestion.

2. Régulation de la pression artérielle

2.1. Mécanisme nerveux

La pression artérielle est contrôlée par un mécanisme nerveux de type réflexe.

2.1.1. Organes détecteurs des variations de la pression artérielle (récepteurs)

Les travaux de Hering ont permis de mettre en évidence dans le sinus carotidien et la crosse aortique des récepteurs sensibles aux variations de la pression sanguine ou barorécepteurs. En effet, ces récepteurs réagissent aux étirements liés à la dilatation des artères et la réponse à leur stimulation est une modification du rythme cardiaque.

2.1.2. Le système de commande et l'action sur les effecteurs

Le cœur reçoit une double innervation :

- Les fibres du système parasympathique, dont les corps cellulaires sont situés dans les centres bulbaire cardiovasculaire : il s'agit des fibres du nerf vague ou pneumogastrique ou X.
- Les fibres du système nerveux orthosympathique, dont la plupart des corps cellulaires sont localisés dans le ganglion étoilé.

Les voies afférentes sont représentées par les nerfs de Cyon Ludwig et les nerfs de Hering.

Document 9 : Mise en évidence expérimentale des rôles des fibres nerveuses cardiaques

EXPERIENCE	RÉSULTATS
Stimulation du nerf X	Baisse de la fréquence cardiaque (bradycardie) et de la pression artérielle
Section du nerf X	Tachycardie et augmentation de la pression artérielle
Stimulation du bout central	Aucun effet
Stimulation du bout périphérique	Baisse de la fréquence cardiaque (bradycardie) et de la pression artérielle

Interprétation des résultats :

Le nerf X est un conducteur efférent qui véhicule les potentiels d'action dont l'effet majeur est de faire baisser le rythme cardiaque. Au niveau des vaisseaux sanguins, le nerf X provoque une vasodilatation c'est-à-dire un relâchement des fibres musculaires lisses de la paroi des artères. Les deux actions conjuguées font baisser la pression artérielle.

D'autres expériences similaires montrent que les fibres orthosympathiques accélèrent le rythme cardiaque et entraînent une vasoconstriction ou vasomotricité au niveau des vaisseaux sanguins. Les deux actions combinées réduisent la pression artérielle.

2.2. Mécanisme hormonal

Les mécanismes hormonaux agissent au niveau :

- Du tonus vasculaire en modifiant le diamètre des vaisseaux sanguins ;
- De la volémie (volume du sang).

2.2.1. Les reins et les corticosurrénales

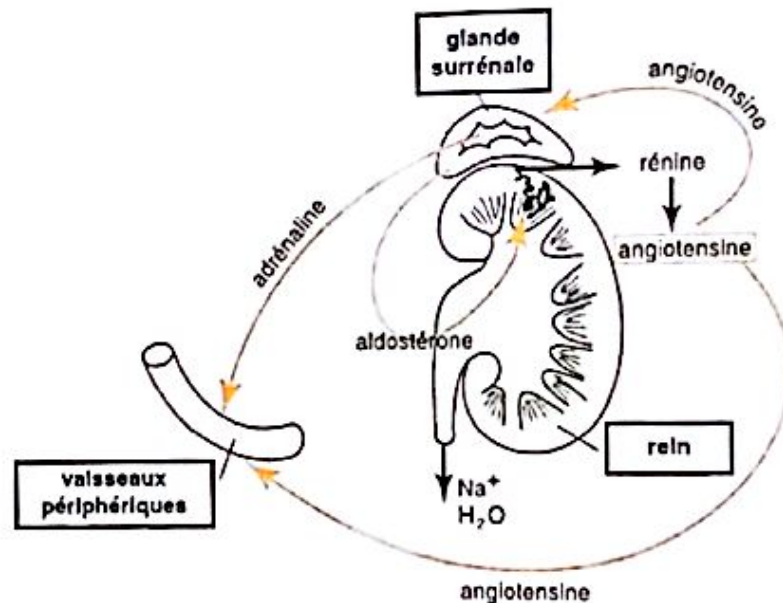
En cas d'hypotension, les reins fabriquent une enzyme, la rénine. Cette substance assure la transformation de l'angiotensinogène (protéine du foie) en angiotensine. Celle-ci, véhiculée par le sang, n'agit que les corticosurrénales, productrices d'aldostérone et sur les concentrations en Na^+ du plasma. En présence d'angiotensine, le diamètre des artérioles décroît, le volume sanguin augmente, ce qui accroît la pression artérielle.

2.2.2. L'action des médullosurrénales

Au cours d'une agression ou d'un stress, les glandes médullosurrénales déchargent dans le sang une quantité importante de catécholamines (noradrénaline, adrénaline) qui agissent sur le calibre des vaisseaux sanguins, provoquant une vasodilatation, et une accélération du rythme cardiaque.

2.2.3. L'action de l'hypothalamus

En cas de baisse de la pression artérielle, l'hypothalamus par l'intermédiaire de la posthypophyse fabrique une hormone, la vasopressine, encore appelée ADH (hormone antidiurétique) qui agit au niveau des néphrons et provoque une rétention (réabsorption) d'eau, ce qui fait augmenter la pression artérielle par l'intermédiaire de la volémie. En effet, toute baisse de remplissage des oreillettes est captée par les récepteurs de l'oreillette gauche. Des fibres afférentes conduisent alors un message nerveux jusqu'au bulbe rachidien; il se produit, par l'intermédiaire de neurones, jusqu'à l'hypothalamus. L'activité des neurones sécréteurs de la neurohormone ADH se trouve ainsi modifiée.



Document 10 : Régulation hormonale de la pression artérielle

Document 11 : Hormones du système endocrinien

Hormones	Origines de sécrétion	Organes	Effets
Adrénaline	Médullosurrénale	Le cœur	Accélération du rythme cardiaque, vasoconstriction
Aldostérone	Corticosurrénale	Le rein	Activer la sécrétion de la rénine, réabsorption des ions Na^+ , rétention d'eau, augmentation de la volémie
Angiotensine	La foie produit l'angiotensinogène qui est transformée sous l'action de la rénine en angiotensine	Les artères, La corticosurrénale	Vasoconstriction, activer la sécrétion de l'aldostérone
ADH (hormone antidiurétique)	Hypophyse postérieure	Le rein	Réabsorption d'eau, augmentation de la volémie

SUJETS DU BACCALAUREAT SERIES D et C

BACCALAUREATS SERIES D

BACCALAUREAT SERIE D 2000

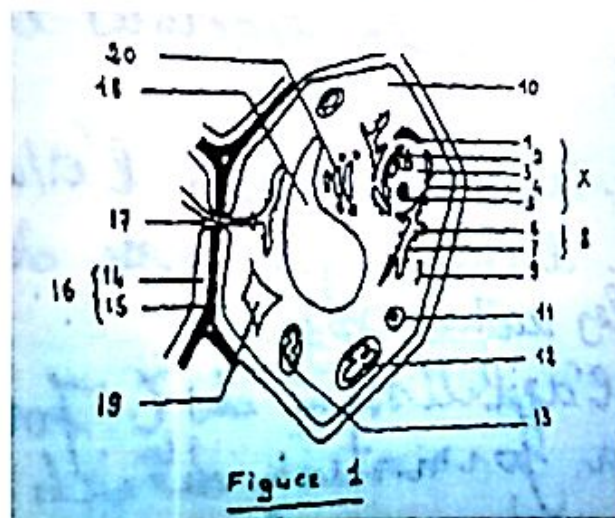
EXERCICE 1 *

L'œil et la vision

1. Schéma annoté de la coupe antéropostérieure de l'œil humain gauche.
2. Vous savez que l'œil possède trois membranes dont la rétine, membrane sensible. Indiquez à l'aide d'un schéma les variations structurales de cette membrane.
3. Après avoir défini l'acuité visuelle, dire pourquoi elle est grande au niveau de la fovéa.
4. L'œil humain est assimilé à un système optique convergent. Indiquez le trajet d'un rayon lumineux provenant de l'infini :
 - a) Dans l'œil réel. Expliquez les déviations successives.
 - b) Dans l'œil assimilé à une lentille convergente.
 - c) Lorsqu'un objet est rapproché de l'œil, celui-ci doit effectuer une mise au point pour le voir distinctement. Pourquoi ? Soit ab cet objet. Construire son image :
 - Dans le cas où l'œil n'accommode pas ;
 - Dans le cas où l'œil accommode.
5. L'information recueillie par la rétine est conduite au cerveau par le nerf optique. Quels sont les effets d'une destruction de ces aires ?

EXERCICE 2

La figure ci-dessous représente une cellule observée au microscope électronique.



1. Mettre des légendes précises aux différents numéros (ne pas refaire cette figure) et en une ligne environ, préciser le rôle des éléments 2, 12, 13, 16, 20.
2. De quel type de cellule s'agit-il ? justifier votre réponse.

PROBLEME

On croise des souris grises à marche rectiligne avec des souris albinos valseuses (une souris valseuse est une souris qui se déplace en tournant sur elle-même). Les souris sont de lignées pures. Les caractères sont transmis de façon indépendante.

1. Comment peut-on savoir que des individus sont des lignées pures ? Ecrire le génotype des parents.
2. En F_1 , on obtient uniquement des souris grises à marche rectiligne. Que pouvez-vous conclure ? Justifiez votre réponse. Comment s'appellent les souris ainsi obtenues ? Quel est leur génotype ?

- On croise les individus F_1 entre eux ; quels sont les différents types de gamètes qu'ils produisent ? Justifiez votre réponse. Établissez le tableau de croisement. Combien de phénotypes obtient-on ? Lesquels ? Dans quelles proportions ? quels sont les génotypes de souris de races pures obtenues dans ce croisement ?
- On croise les souris hybrides avec les souris de race pure bi récessives. Rechercher en effectuant un tableau : quels sont les phénotypes obtenus et leurs proportions respectives. Comment appelle-t-on ce type de croisement ?
- Effectuez le même croisement que dans la 4^{ème} question mais en supposant que les gènes sont liés. Expliquez votre résultat.

SOLUTION

EXERCICE 2

- Légendes : 1. Enveloppe nucléaire (ou membrane nucléaire), 2. Chromatine, 3. Nucléoplasme, 4. Pore nucléaire, 5. Nucléole, 6. Saccule ou réticulum endoplasmique, 7. Ribosome, 8. Ergastoplasme (ou réticulum endoplasmique rugueux ou granuleux), 9. Inclusions, 10. Hyaloplasme (ou cytoplasme), 11. Lysosome, 12. Chloroplaste, 13. Mitochondrie, 14. Membrane cellulosique, 15. Ciment pectique, 16. Membrane squelettique (ou membrane pectocellulosique), 17. Plasmodesme (ou pore), 18. Grande vacuole, 19. Petite vacuole, 20. Appareil de Golgi.

Rôles des éléments :

- 2 (chromatine) : c'est le support de l'information génétique ;
 - 12 (chloroplaste) : c'est le siège de la photosynthèse (ou assure la production des substances organiques grâce à la chlorophylle qu'il contient) ;
 - 13 (mitochondrie) : c'est la centrale énergétique, assure également la respiration cellulaire et la production d'énergie par suite d'oxydation des nutriments ;
 - 16 (Membrane squelettique) : elle assure la protection de la cellule ;
 - 20 (Appareil de Golgi) : il assure la maturation et le transport des protéines élaborées au niveau du réticulum endoplasmique (emballage et transport des protéines élaborées au niveau du réticulum endoplasmique), il assure également la synthèse de certaines substances (enzymes et hormones).
- Il s'agit d'une cellule végétale. Justification : présence de double membrane, du chloroplaste, de la grande vacuole ainsi que la forme de la cellule qui est géométrique (hexagonale polyédrique).

PROBLEME

- Pour connaître qu'on a affaire à des lignées pures, on réalise des croisements à plusieurs reprises entre les souris grises à marche rectiligne avec autofécondation pour obtenir une invariance de caractères. On fait de même avec les souris albinos valseuses. Génotypes des parents : $P_1 = GGRR$ et $P_2 = ggrr$.
- On peut conclure que la F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de F_1) et que les allèles "gris" (G) et "rectiligne" (R) dominent respectivement les allèles "albinos" (g) et "valseuse" (r). Les souris ainsi obtenues sont des hybrides, de génotype GgRr.
- Les différents types de gamètes de F_1 sont : GR, Gr, Gr et gr. Justification : $(G + g)(R + r) = GR, Gr, Gr, gr$.

Tableau de croisement :

$F_1 \times F_1$	GR	Gr	Gr	gr
GR	GRRR [GR]	GRRR [GR]	GRRR [GR]	GgRr [GR]
Gr	GGRr [GR]	GGRr [Gr]	GgRr [GR]	Ggrr [Gr]
gR	GgRR [GR]	GgRr [GR]	ggRR [gR]	ggRr [gR]
gr	GgRr [GR]	Ggrr [Gr]	ggRr [gR]	ggrr [gr]

On obtient 4 phénotypes, qui sont [GR], [Gr], [gR] et [gr], dans les proportions suivantes : $\frac{9}{16}$ [GR], $\frac{3}{16}$ [Gr], $\frac{3}{16}$ [gR] et $\frac{1}{16}$ [gr].

Génotypes des souris de races pures obtenues sont : GRRR, GGRr, ggRR et ggrr.

4. $F_1 \times P_2 \Rightarrow GgRr \times ggrr$; P_2 produit un seul type de gamète (gr).

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P_2$	GR	Gr	gR	gr
gr	GgRr [GR]	Ggrr [Gr]	ggRr [gR]	ggrr [gr]

Phénotypes obtenues : [GR], [Gr], [gR] et [gr]. Dans les proportions $\frac{1}{4}$ chacun. Ce type de croisement est un back-cross.

5. Si les gènes sont liés, la F_1 produit deux types de gamètes (GR et gr) et P_2 un seul type (gr).

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P_2$	GR	gr
gr	GgRr [GR]	ggrr [gr]

Phénotypes obtenues : [GR] et [gr]. Dans les proportions $\frac{1}{2}$ chacun. Ce type de croisement est un back-cross.

BACCALAUREAT SERIE D 2001

EXERCICE 1

- Donner le schéma annoté d'une coupe longitudinale d'un spermatozoïde.
- On se propose d'étudier certains organites de cette cellule.
 - On constate expérimentalement qu'en présence d'oxygène et de glucose, un élément noté (a) montre une intense activité énergétique. De quel organite s'agit-il ? Expliquez brièvement cette activité. En quoi cet élément est-il important pour le fonctionnement du spermatozoïde ?
 - A l'aide d'un schéma annoté, précisez l'ultrastructure de l'élément (a).
 - Un élément (b) reste intact tant qu'il n'est pas en contact avec un gamète femelle de la même espèce. Si on introduit expérimentalement le spermatozoïde à l'intérieur d'un gamète femelle en évitant tout contact avec sa membrane, on constate que l'élément (b) reste intact. Au contraire au contact avec la membrane du gamète femelle (b) s'ouvre et déverse ses enzymes hors du spermatozoïde. D'après ces renseignements, dites de quel élément s'agit-il ? et donnez son rôle. Quelle peut être l'origine cytologique de l'élément (b) ?

EXERCICE 2

Des fragments d'épiderme de pétales de tulipe dans une série de verre de montre contiennent des solutions d'urée de concentration 1%, 6%, 10%. On laisse baigner pendant 15 minutes, puis on observe au microscope.

- Donnez les schémas annotés de ces cellules correspondant aux différentes concentrations.
- Commentez ces schémas.
- L'une de ces cellules permet de calculer la pression osmotique du liquide vacuolaire. Indiquez laquelle. Calculez la pression osmotique à la température de 25°C (urée = $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$).

PROBLEME

On croise une lignée pure des drosophiles à ailes normales et tarsi normaux (5 tarsi) avec une autre drosophile à ailes tronquées et tarsi insuffisants (4 tarsi). On obtient en F_1 uniquement des drosophiles à ailes normales et tarsi normaux et cela quel que soit le sens du croisement.

1. Quelle hypothèse peut-on faire sur la transmission des caractères ?
 2. Etablir les génotypes des parents et des individus de F_1 .
- On croise les femelles de la F_1 avec les parents à ailes tronquées et tarsi insuffisants (anormaux). On obtient :

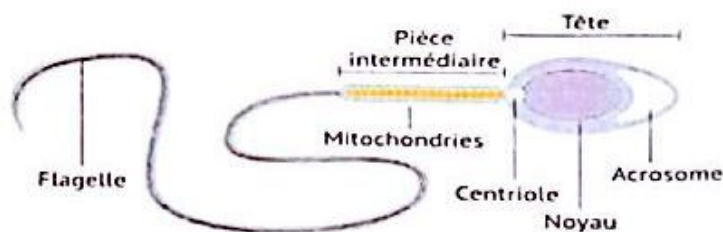
- 243 drosophiles à ailes normales et tarsi normaux ;
 - 231 drosophiles à ailes tronquées et tarsi anormaux ;
 - 57 drosophiles à ailes normales et tarsi insuffisants ;
 - 53 drosophiles à ailes tronquées et tarsi normaux.
3. Expliquez cette descendance.

Les drosophiles à ailes normales et tarsi normaux, ont aussi des yeux bruns et celles à ailes tronquées et tarsi anormaux ont des yeux pourpres (Parents P'). En croisant ces drosophiles de lignée pure, on obtient des drosophiles à ailes normales, tarsi normaux et aux yeux bruns.

4. Donnez les génotypes des parents P' et des individus F_1' .
5. Quels sont les gamètes que peuvent produire les individus F_1' ?
6. L'analyse des croisements a permis de calculer un taux de recombinaison de 23% entre les gènes des tarsi normaux et yeux pourpres. Situez les gènes sur le chromosome de la drosophile.

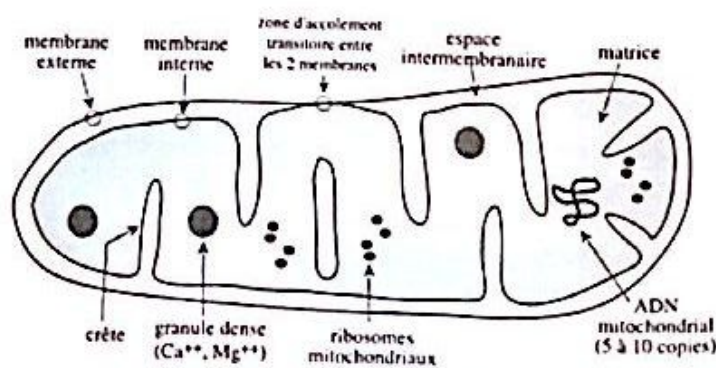
SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Schéma annoté d'un spermatozoïde



2. Etude de certains organites

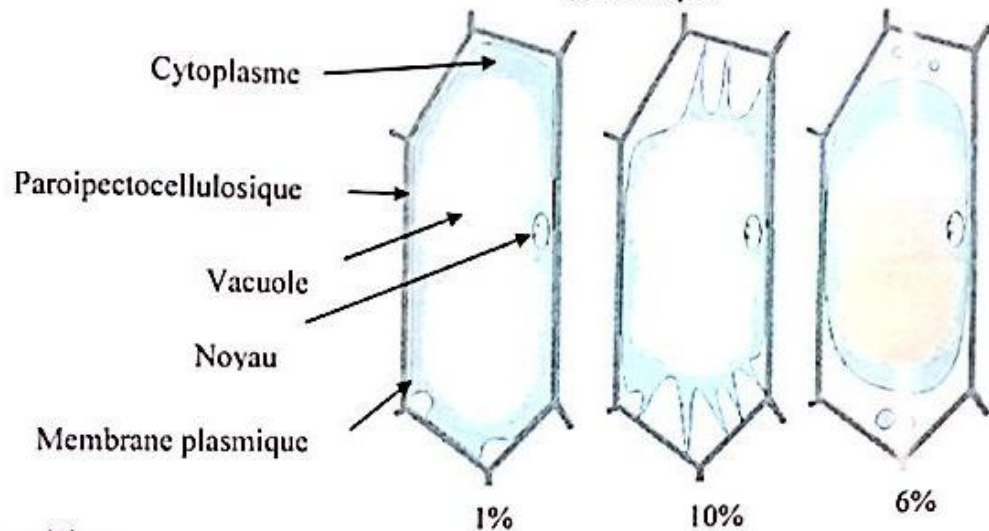
- a) Il s'agit de la mitochondrie, la mitochondrie élabore des enzymes oxydatives qui dégradent le glucose (ou le fructose) libérant de l'énergie sous forme d'ATP. La mitochondrie est importante pour le fonctionnement du spermatozoïde car elle lui fournit de l'énergie nécessaire à sa mobilité et à sa survie.
- b) Schéma de l'ultrastructure d'une mitochondrie



- c) Il s'agit de l'acrosome. Il assure la capacitation (libère des enzymes qui lysent la membrane ovulaire permettant au spermatozoïde de traverser la zone pellucide). Il provient des vésicules de l'appareil de Golgi (lors de la différenciation).

EXERCICE 2

1. Schémas annotés des cellules végétales placées dans des milieux de concentrations différentes :
1% = Milieu hypotonique ; 6% = Milieu isotonique ; 10% = Milieu hypertonique



2. Commentons ces schémas :

- Cellule placée dans un milieu de concentration de 1% : il y a endocytose de l'eau. Le milieu intracellulaire est plus concentré que le milieu extracellulaire (il s'agit d'un milieu hypotonique) : la cellule est dite turgescente.
- Cellule placée dans un milieu de concentration de 6% : il y a équilibre entre les deux milieux (ce sont des milieux isotoniques). La vacuole a un aspect normal : c'est la plasmolyse commençante.
- Cellule placée dans un milieu à concentration de 10% : il y a exocytose de l'eau, car le milieu extracellulaire est plus concentrée que le milieu intracellulaire (il s'agit d'un milieu hypertonique) : la cellule est dite plasmolysée.

3. La cellule permettant de calculer la pression osmotique est celle placée dans la concentration de 6%.

Calcul de la pression osmotique (PO).

$$PO = xnRT; \text{ avec } n = \frac{c}{M}; x = 1; R = 0,082 \text{ et } T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}; M_{\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}} = 60 \text{ g/mol}$$

$$PO = \frac{0,082 \times 6\% \times 298}{60} = 0,24 \text{ atm}$$

PROBLEME

1. Hypothèse sur la transmission des caractères : La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». les allèles "ailes normales" (N) et "tarses normaux" (I) dominent respectivement les allèles "ailes tronquées" (n) et "tarses insuffisants" (i). Le fait que le résultat est identique dans tout le sens du croisement montre que l'hérédité est autosomale.

2. Génotypes des parents : $P_1 = (NI//NI)$; $P_2 = (ni//ni)$.

Génotype de F_1 : $(NI//ni)$.

3. Expliquons cette descendance :

Calcul des proportions statistiques de F_2 :

$$T = 584; [NI] = \frac{243}{584} \times 100 = 41,60\%; [ni] = \frac{231}{584} \times 100 = 39,55\%; [Ni] = \frac{57}{584} \times 100 = 9,76\%; [nI] = \frac{53}{584} \times 100 = 9,07\%.$$

$$\sum \%PP = 41,60\% + 39,55\% = 81,15\% > \sum \%PR = 9,76\% + 9,07\% = 18,83\%. \text{ Il s'est}$$

produit un crossing-over chez la femelle F_1 lors de l'ovogenèse.

$$F_1 (NI//ni) \times (ni//ni) P_2$$

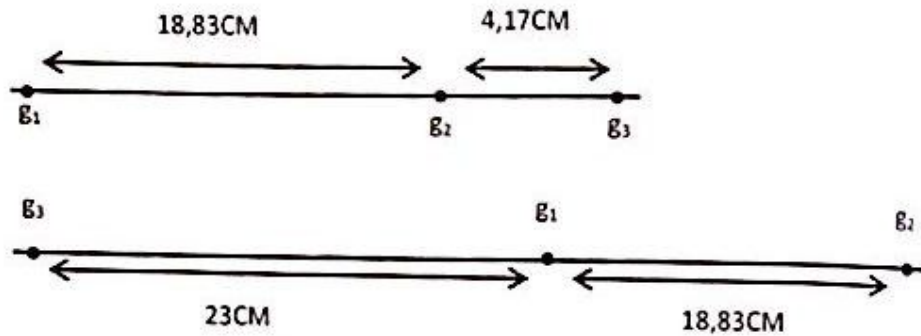
Gamètes de F_1 : (NI) , (Ni) , (nI) et (ni) ; Gamète de P_2 : (ni)

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P_2$	(NI	(Ni	(nl	(ni
(ni	(NI//ni) 41,60% [NI]	(Ni//ni) 9,76% [Ni]	(nl//ni) 9,07% [nl]	(ni//ni) 39,55% [ni]

- L'allèle "brun" (B) domine l'allèle "pourpre" (b) et ce gène est autosomal.
Génotypes des parents P^* : $P_1^* = (NIB/NIB)$; $P_2^* = (nib/nib)$, d'où la $F_1^* = (NIB/nib)$.
- Les gamètes de F_1^* sont : $(N + n)(I + i)(B + b) = (NI + Ni + nl + ni)(B + b) = (NIB/), (NiB/), (nlB/), (nlb/), (niB/)$ et $(nib/)$.
- Soient $g_1 (N, n)$, $g_2 (I, i)$ et $g_3 (B, b)$; $p(g_1g_3) = 23\% \Rightarrow d(g_1g_3) = 23cM$; on sait que $p(g_1g_2) = 18,83\% \Rightarrow d(g_1g_2) = 18,83cM$.

Situons ces gènes sur le chromosome : 2 cas

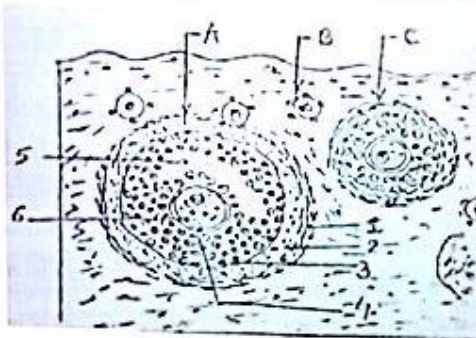


BACCALAUREAT SERIE D 2002

EXERCICE 1

La figure ci-contre représente une coupe effectuée dans un ovaire de rate adulte.

- Identifiez les éléments A, B et C et classez-les dans l'ordre chronologique de leur formation.
- Nommez les structures 1, 2, 3, 4 et 5 de l'élément A.
- Donnez l'importance de la structure 2 dans le cycle utérin.
- La structure 6 représente un type d'une cellule sexuelle femelle en évolution. Après l'avoir identifié, précisez le stade auquel elle se trouve. Quels sont les stades antérieurs et ultérieurs de son évolution pour devenir un véritable gamète ? Illustrez vos réponses par un schéma.



EXERCICE 2 *

- Faites un schéma soigné et annoté de la coupe antéropostérieure de l'œil humain.
- Montrez par des schémas clairs, en y indiquant aussi le sens des rayons lumineux et celui de l'influx nerveux, les variations structurales de la coupe de la rétine à ses principaux points que vous connaissez.
- Quelles sont les fonctions attribuées aux cellules visuelles à bâtonnet ? sur quelles observations se base-t-on pour les établir ?

4. La distance minimale de la vision distincte augmente chez l'homme avec l'âge. Expliquez le mécanisme de la vision des objets rapprochés et sa nécessité du point de vue optique. En quoi consiste l'altération de mécanisme chez le vieillard et comment y remédie-t-on ?

PROBLEME

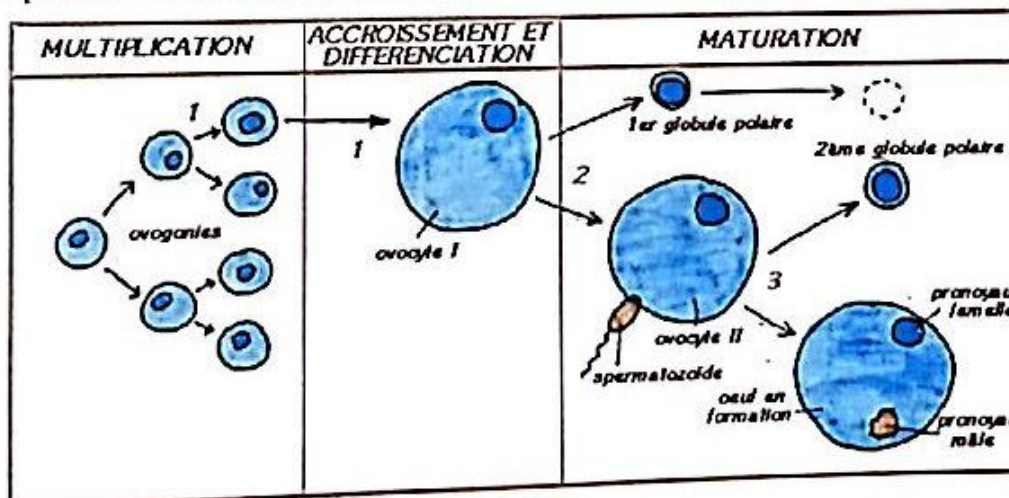
Quand on croise un chat noir de race pure avec une chatte orange de race pure, on obtient en F_1 des chats oranges et des chattes bigarrées. Le croisement d'un chat orange de race pure avec une chatte noire de race pure donne en F_1 des chats noirs et des chattes bigarrées.

1. Comment peut-on expliquer ces résultats ? Etablir les génotypes des parents et ceux des individus de la F_1 dans chacun de ces croisements.
2. Que donnera le croisement d'une chatte bigarrée et d'un chat noir en ce qui concerne la couleur du pelage et les proportions statistiques en fonction de sexe ?
3. Expliquer comment, n'ayant en sa disposition que la descendance obtenue en 2, on s'y prendrait pour obtenir par la suite une race pure de chats et de chattes oranges ?

SOLUTION

EXERCICE 1

1. A = Follicule tertiaire ; B = follicule primordial ; C = follicule secondaire. Ordre chronologique : B - C - A.
2. 1 = Thèque externe ; 2 = thèque interne ; 3 = Granulosa ; 4 = Zone pellucide ; 5 = Antrum.
3. La structure 2 secrète l'œstradiol assurant la croissance de l'endomètre utérin et la motricité du myomètre.
4. La structure 6 représente l'ovocyte I. Il se trouve à la phase de l'accroissement. Stade antérieur : multiplication. Stade ultérieur : maturation. Schéma de l'ovogenèse



PROBLEME

1. Les résultats de F_1 montrent que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère. Il s'agit d'un criss-cross alors l'hérédité est liée au sexe. Quant aux descendants femelles, ils ont un caractère intermédiaire, ce qui montre qu'il y a la codominance entre les allèles "orange" (O) et "noir" (N).

Premier croisement

Génotypes de parents : mâle = $X_N Y$; Femelle = $X_O X_O$
 $X_N Y \times X_O X_O$

Gamètes du mâle : X_N et Y ; gamète de la femelle : X_O

Echiquier de croisement:

Mâle x Femelle	X_N	Y
X_O	$X_N X_O \frac{1}{2}$ [NO] femelles	$X_O Y \frac{1}{2}$ [O] mâles

Génotypes de F_1 { Mâles : $X_O Y$
Femelles : $X_N X_O$

Deuxième croisement :

Génotypes de parents : mâle = $X_O Y$; femelle = $X_N X_N$
 $X_O Y \times X_N X_N$ Gamètes du mâle : X_O et Y ; gamète de la femelle : X_N

Echiquier de croisement:

Mâle x Femelle	X_O	Y
X_N	$X_N X_O \frac{1}{2}$ [NO] femelles	$X_N Y \frac{1}{2}$ [N] mâles

Génotypes de F_1 { Mâles : $X_N Y$
Femelles : $X_N X_O$

2. Résultats du croisement :

 $X_N Y \times X_N X_O$ Gamètes du mâle : X_N et Y ; gamète de la femelle : X_N et X_O

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	X_N	Y
X_N	$X_N X_N \frac{1}{4}$ [N] femelles	$X_N Y \frac{1}{4}$ [N] mâles
X_O	$X_N X_O \frac{1}{4}$ [NO] femelles	$X_O Y \frac{1}{4}$ [O] mâles

3. Pour obtenir les chats et chattes oranges à partir des résultats de 2), on procède de la façon suivante :

Premier croisement : $X_N X_O \times X_O Y$. Gamètes de la femelle : X_N et X_O ; Gamètes du mâle : X_O et Y

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	X_O	Y
X_N	$X_N X_O \frac{1}{4}$ [NO] femelles	$X_N Y \frac{1}{4}$ [N] mâles
X_O	$X_O X_O \frac{1}{4}$ [O] femelles	$X_O Y \frac{1}{4}$ [O] mâles

Deuxième croisement : $X_O X_O \times X_O Y$

Mâle x Femelle	X_O	Y
X_O	$X_O X_O$ [O] femelles	$X_O Y$ [O] mâles

Bilan : 100% [O] { 50% mâles
50% femelles**BACCALAUREAT SERIE D 2003****EXERCICE 1**

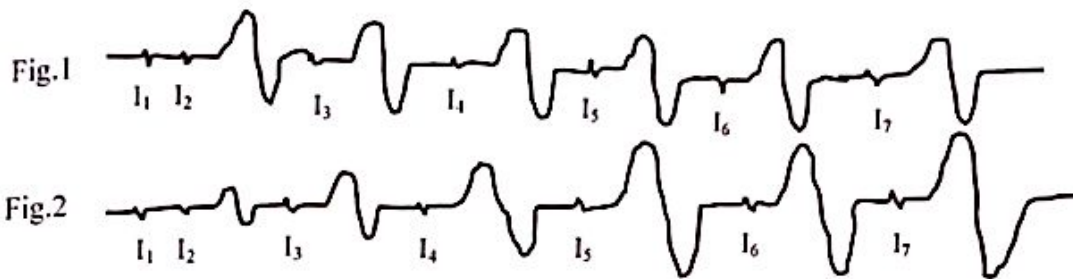
Certaines plantes sont hermaphrodites, c'est-à-dire le même produit à la fois les gamètes mâles et les gamètes femelles. D'autres sont à sexes séparés, c'est-à-dire des pieds mâles et des pieds femelle

1. Comment désigne-t-on ces deux types de plantes ?
2. Faites un schéma annoté d'un ovule d'arachide ou de toute autre angiosperme.
3. Quelles différences existent entre l'ovule d'un oursin et l'ovule d'une angiosperme ?
4. Expliquez le devenir de l'oosphère.

EXERCICE 2Sur une fibre nerveuse isolée, on place deux microélectrodes excitatrices E_1 et E_2 et deux microélectrodes réceptrices R_1 et R_2 , réalisées aux plaques horizontales P_1 et P_2 d'un oscilloscope cathodique. On applique successivement à cette fibre des excitations convenablement espacées d'intensités croissantes $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$ et I_7 . On observe l'enregistrement de la figure 1.

1. Indiquez les propriétés de la fibre nerveuse que l'on déduit de cette expérience. On remplace la fibre nerveuse par un nerf et on applique les mêmes intensités que précédemment. On observe l'enregistrement de la figure 2.
2. Interprétez ces résultats.

3. Enumérez les conditions de conductibilité d'un nerf ou d'une fibre nerveuse.



PROBLEME

On croise les drosophiles différant par la couleur et la forme des ailes.

Le premier croisement entre une femelle aux yeux rouges et à ailes normales avec un mâle aux yeux noirs et à ailes coupées de race pure donne en F_1 des drosophiles uniquement aux yeux rouges et à ailes normales.

Un deuxième croisement entre une femelle aux yeux noirs et à ailes coupées avec un mâle aux yeux rouges et à ailes normales de race pure, donne des femelles aux yeux rouges et à ailes normales et les mâles aux yeux noirs et à ailes coupées.

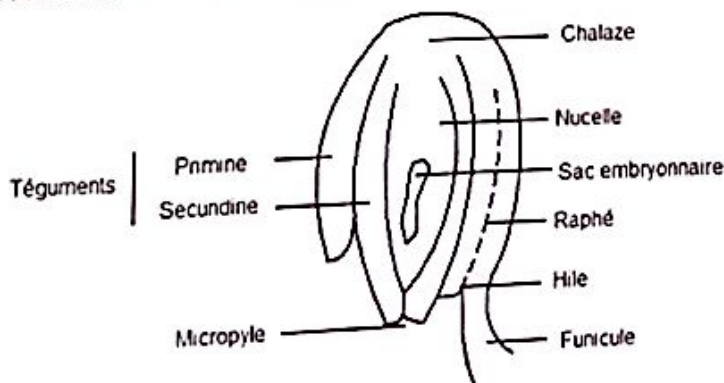
Un troisième croisement entre mâle et femelle issus du premier croisement donne :

- 410 femelles aux yeux rouges et à ailes normales ;
 - 200 mâles aux yeux noirs et à ailes coupées ;
 - 167 mâles aux yeux rouges et à ailes normales ;
 - 12 mâles aux yeux rouges et à ailes coupées ;
 - 10 mâles aux yeux noirs et à ailes normales.
1. A partir des résultats des deux premiers croisements formulez une hypothèse sur la localisation chromosomique des gènes étudiés.
 2. Les résultats du troisième croisement sont-ils en conformité avec l'hypothèse ?
 3. Évaluez une distance entre les deux gènes.

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Plantes hermaphrodites = plantes monoïques ; plantes à sexes séparés = plantes dioïques.
2. Schéma de l'ovule d'arachide ou de toute autre angiosperme.



3. L'ovule d'oursin est un gamète tandis que l'ovule d'une angiosperme est un macrosporange au sein duquel se différencie le sac embryonnaire contenant un véritable gamète appelé oosphère.
4. L'oosphère après fécondation devient l'œuf embryon, qui évolue pour donner l'embryon.

EXERCICE 2

- Les propriétés de la fibre nerveuse que l'on déduit de cette expérience sont : l'excitabilité et la conductibilité.
- Interpretation des résultats : L'intensité I_1 est inefficace car on n'observe que l'artefact de stimulation.
Pour la fig.1, quelque soit les intensités de stimulations l'amplitude de potentiel d'action est constante, la fibre nerveuse obéit à la loi de « tout ou rien ».
Pour la fig.2, les amplitudes de potentiel d'action augmentent avec les intensités jusqu'à la limite I_3 . Le nerf obéit au phénomène de somation. Etant donné qu'il est constitué de plusieurs fibres, les intensités croissantes stimulent une frange de fibres nerveuses.
- Les conditions de conductibilités d'un nerf ou d'une fibre nerveuse sont : intégrité du nerf ou de la fibre (pas de lésion, pas de section, ...); composition ionique du milieu expérimental, proche du milieu physiologique de l'organisme; température convenable.

PROBLEME

- Premier croisement : la F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 », ce qui montre que les allèles « rouges » (R) et « normales » (N) dominent respectivement les allèles « noirs » (r) et « coupées » (n).
Deuxième croisement : la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel montrant que l'hérédité est liée au sexe.
- Calculons les proportions statistiques de F_2 :

$$T = 799; [RN] \text{ femelles} = \frac{410}{799} \times 100 = 51,31\%; [rN] \text{ mâles} = \frac{200}{799} \times 100 = 25,03\%; [RN] \text{ mâles} = \frac{167}{799} \times 100 = 20,90\%; [rN] \text{ mâles} = \frac{12}{799} \times 100 = 1,50\%; [rN] \text{ mâles} = \frac{10}{799} \times 100 = 1,25\%$$

$$\sum \%PP = 97,24\% > \sum \%PR = 2,75\%$$

Il s'est produit un crossing-over lors de la formation des gamètes chez la femelle, donc les résultats de croisement confirme l'hypothèse.

Premier croisement : $X_N^R X_N^R \times X_n^r Y$

Gamète de la femelle : X_N^R ; gamètes du mâle : X_n^r et Y

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	$X_n^r Y$	Y
X_N^R	$X_N^R X_n^r$ $\frac{1}{2}$ [RN] femelles	$X_N^R Y$ $\frac{1}{2}$ [RN] mâles

Deuxième croisement : $X_n^r X_n^r \times X_N^R Y$

Gamète de la femelle : X_n^r ; gamètes du mâle : X_N^R et Y

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	$X_N^R Y$	Y
X_n^r	$X_n^r X_N^R$ $\frac{1}{2}$ [RN] femelles	$X_n^r Y$ $\frac{1}{2}$ [rn] mâles

$X_N^R X_n^r \times X_N^R Y$

Gamètes de femelle F_1 : X_N^R , X_n^R , X_n^r et X_n^r (faites le déroulement du crossing-over); Gamètes du mâle de F_1 : X_N^R et Y

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	X_N^R	X_n^R	X_n^r	X_n^r
X_N^R	$X_N^R X_N^R$ [RN] femelles	$X_N^R X_n^R$ [RN] Femelles	$X_N^R X_n^r$ [RN] Femelles	$X_N^R X_n^r$ [RN] femelles
Y	$X_N^R Y$ [RN] mâles	$X_n^R Y$ [rn] mâles	$X_n^r Y$ [rN] mâles	$X_n^r Y$ [rn] mâles

Bilan : [RN] femelles = 51,31%; [rn] mâles = 25,03%; [RN] mâles = 20,90%; [rn] mâles = 1,50%; [rN] mâles = 1,25%.

- Distance entre les gènes = 2,75cMg.

BACCALAUREAT SERIE D 2004**EXERCICE 1**

En 1960, Zalokar effectue l'expérience suivante sur les filaments des champignons du genre *neurospora* sur un milieu nutritif. Les filaments sont placés pendant trois minutes dans un milieu contenant un nucléotide à uracile radioactif. Puis, ils sont transférés dans un milieu normal dit froid. Des échantillons sont prélevés, centrifugés puis fixés. La centrifugation sépare les constituants cellulaires. L'analyse se poursuit par une mesure de radioactivité et de son évolution au cours du temps. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-contre:

Durée (minutes)	Noyau	Mitochondrie	Réticulum
Au bout de 4 minutes	++	0	0
Au bout de 10 minutes	+	0	+
Au bout de 60 minutes	0	0	++

NB : le nombre de (+) montre l'importance de la radioactivité.

1. Que montrent les résultats du tableau ?
2. A l'aide de vos connaissances dites :
 - a) Quelle est la substance qui incorpore l'uracile radioactif ? Précisez ses constituants.
 - b) Comment se forme ce type de substance ?
3. Pour quelle raison la radioactivité ne se trouve-t-elle pas dans les protéines synthétisées ?
4. Quelles sont les principales étapes de la synthèse des protéines ?

EXERCICE 2

On se demande ce qui se passe au niveau de l'utérus durant les cycles ovariens. Plusieurs expériences ont été pratiquées sur plusieurs femelles des rongeurs qui étaient initialement dans le même état physiologique normal.

- **Expérience A :** l'ablation des ovaires est suivie de l'hypertrophie de l'hypophyse qui sécrète et libère dans le sang une quantité très importante et croissante des gonadostimulines hypophysaires, l'utérus s'atrophie progressivement.
- **Expérience B :** on peut provoquer également une hypersécrétion des gonadostimulines hypophysaires sur les femelles non castrées en portant des stimulations électriques, régulières et localisées au niveau de l'hypothalamus.
- **Expérience C :** on traite les femelles castrées (expérience A) par injection intraveineuse d'œstradiol à une dose égale à celle de la sécrétion physiologique. Après quelques séances, on peut constater que la sécrétion des gonadostimulines hypophysaires diminue et se stabilise au tour du taux physiologique normal. L'utérus se développe, retrouve et conserve l'aspect qu'il a avant la castration, au milieu du cycle ovarien.

1. Analysez brièvement chaque expérience et notez les conclusions qui s'en dégagent directement.
2. Résumez sous forme d'un schéma, l'ensemble des phénomènes mis en évidence par ces trois expériences. On fera apparaître clairement les types de relations existant entre ces organes mis en jeu (hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus).

PROBLEME

Dans un élevage, on croise un coq noir et une poule à pelage barré de stries blanches (plumage barré). Ce croisement donne en F_1 de poules noires et de coqs "barrés". Les individus de F_1 croisés entre eux donnent en F_2 un élevage comprenant 12 poules noires, 11 coqs noirs, 13 poules à plumage barré et 12 coqs à plumage barré. Le croisement des coqs à plumage barré et poules à plumage barré donne parfois des individus (poules) à plumage noir. Sachant que la poule ne possède qu'un chromosome X (formule XO), que le coq possède deux chromosomes X (formule XX) et que le caractère est lié au sexe.

- a) Quel est l'allèle dominant ?
- b) Quel sont les génotypes des parents ?
- c) Quels sont les génotypes des individus de F_1 ?

d) Expliquez les résultats de F_2 .

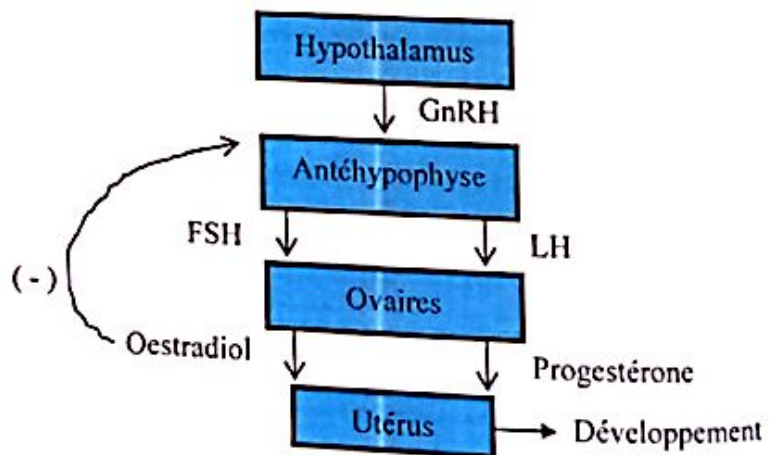
SOLUTION

EXERCICE 1

- Les résultats du tableau montrent qu'au début de l'expérience, la radioactivité est accentuée dans le noyau. Au fil du temps, la radioactivité migre dans le cytoplasme (plus précisément au niveau du réticulum). En revanche, la radioactivité est absente dans la mitochondrie.
- a) La substance qui incorpore l'uracile radioactif est l'ARN. Ses constituants sont : le phosphate, le ribose et quatre (4) bases azotées organiques : adénine, uracile, cytosine et guanine.
b) Cette substance se forme par la transcription de l'ADN.
- La radioactivité ne se trouve pas dans les protéines synthétisées car l'uracile n'est pas un constituant des protéines.
- Les principales étapes de la synthèse de protéines sont : la transcription et la traduction.

EXERCICE 2

- Analyse et conclusions :
 - **Expérience A** : Les ovaires exercent une action frénatrice sur l'hypophyse. Il s'agit d'un rétrocontrôle négatif. De même, les ovaires sont indispensables pour le développement de l'utérus.
 - **Expérience B** : Cette expérience montre que l'hypothalamus commande le fonctionnement de l'hypophyse. Sa stimulation entraîne une hypersécrétion des gonadostimulants hypophysaires.
 - **Expérience C** : Le rétrocontrôle négatif de l'ovaire sur l'hypophyse se fait de manière indirecte, l'œstradiol véhiculé par le sang et c'est cette même hormone qui stimule la croissance ou le développement de l'utérus.
- Schéma fonctionnel



PROBLEME

- C'est l'allèle "barré" (Symbolisme des allèles : barré → B ; noir → b).
- Génotypes des parents : coq noir → $X_b X_b$; poule barrée → $X_B O$
- Génotypes de F_1 ; P : $X_b X_b \times X_B O$. Gamète du coq : X_b ; Gamètes de la poule : X_B et O

Echiquier de croisement :

Poule x Coq	X_B	O
X_b	$X_B X_b$ ½ [B] coqs	$X_b O$ ½ [b] poules

Génotypes de F_1 { coq : $X_B X_b$
poule : $X_b O$

- d) Explication des résultats de F_2 : Après calcul de proportions, on obtient $\frac{1}{4}$ chacun, ce qui montre qu'il y a la ségrégation indépendante des allèles. $F_1 \times F_1 \Rightarrow X_B X_b \times X_b O$. Gamètes du mâle de F_1 : X_B et X_b . Gamètes de femelle de F_1 : X_b et O . Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	X_B	X_b
X_b	$X_B X_b$ [B] mâles	$X_b X_b$ [b] mâles
O	$X_B O$ [B] femelles	$X_b O$ [b] femelles

Bilan : $\frac{1}{4} \sigma^{\text{♂}}$ [B], $\frac{1}{4} \sigma^{\text{♂}}$ [b], $\frac{1}{4} \text{♀}$ [B] et $\frac{1}{4} \text{♀}$ [b]

BACCALAUREAT SERIE D 2005

EXERCICE 1

On sélectionne des lots de trois rats de même âge et de même poids. On procède à l'ablation des testicules sur deux rats de chaque lot. Aussitôt après l'ablation, l'un des deux rats castrés reçoit une injection intramusculaire d'une substance : la testostérone. Dix jours après l'opération, les rats sont sacrifiés. On procède à un prélèvement des vésicules séminales et on les pèse. Les résultats sont donnés par le tableau ci-dessous.

Poids des vésicules séminales des rats de 275 g environ		
Rats normaux	Rats castrés non traités	Rats castrés ayant reçus 1,5 mg de testostérone
Vésicules prélevées 10 jours après castration		
1,500 g	0,220 g	1,750 g
1,650 g	0,410 g	1,630 g
1,620 g	0,270 g	1,950 g

(La testostérone est une substance fabriquée par l'organisme)

- Analysez ces résultats. Déterminez l'origine et le mode d'action de la testostérone.
- A quelle catégorie vous paraît appartenir cette substance ?
- Quelle expérience suggérez-vous pour confirmer cette hypothèse ?

EXERCICE 2

On considère les cellules sexuelles de l'espèce humaine (pour laquelle $2n = 46$).

- Indiquez le nombre de chromosomes et leur nombre de chromatides, le nombre de spermatozoïdes qui en sont issus pour chacun des stades suivants : a) une spermatide b) un spermatocyte de 2^{ème} ordre c) un spermatocyte de 1^{er} ordre.
- De même, pour chacune des cellules données ci-dessous, indiquez le nombre de chromosomes et leur nombre de chromatides, le nombre d'ovules issus de cette cellule : a) Globule polaire I ; b) Ovocyte I ; c) Ovocyte II.

PROBLEME

La drosophile constitue un matériel de choix en génétique. On rappelle que les drosophiles sauvages ont le corps gris, les ailes longues et les soies lisses.

- a. On croise une drosophile sauvage des races pures avec une drosophile de race pure aux ailes vestigiales et au corps ébène. Tous les descendants de la première génération sont de type sauvage. Que peut-on déduire de ce résultat ? Etablir les génotypes des parents et des descendants F_1 .
b. On croise les individus F_1 avec des parents corps ébène ailes vestigiales, on obtient en F_2 :
 - 248 drosophiles corps gris ailes longues ;
 - 250 drosophiles corps gris ailes vestigiales ;
 - 251 drosophiles corps ébène ailes vestigiales ;
 - 252 drosophiles corps ébène ailes longues.
 Interprétez ces résultats.

2. On réalise les deux expériences suivantes :

- **Première expérience** : on croise une drosophile femelle aux soies lisses avec une drosophile mâle aux soies fourchues. Les insectes croisés sont de race pure. Tous les descendants de la F₁ ont les soies lisses.
 - **Deuxième expérience** : on croise les drosophiles mâles aux soies lisses avec les femelles aux soies fourchues. Les insectes croisés sont des races pures. Les descendants mâles ont les soies fourchues et les femelles ont les soies lisses.
- a. Quel renseignement apporte la comparaison des résultats obtenus en première génération dans le croisement ?
- b. Indiquez dans chaque croisement, les génotypes des parents et des descendants de première génération.

3. Certaines drosophiles peuvent présenter outre caractère soies fourchues, le caractère jaune sur la même paire de chromosomes.

On réalise l'expérience suivante : on croise une femelle de type sauvage avec un mâle au corps jaune et soies fourchues. Tous les descendants présentent le type sauvage. On obtient en deuxième génération en croisant les mâles et femelles de première génération. Les résultats sont dans le tableau :

Soies	Femelles		Mâles		
	Lisses	Lisses	Lisses	Fourchues	Fourchues
Corps	Gris	Jaune	Gris	Jaune	Gris
Nombre observé	1595	148	653	649	150

- a. De quel parent provient le chromosome X des mâles de F₂ ?
- b. Quels types de gamètes ont produit les femelles de F₁ et dans quelles proportions ?

SOLUTION

EXERCICE 1

- Analyse des résultats du tableau : on constate que les poids des vésicules séminales sont variables. Les rats castrés non traités présentent des vésicules séminales de poids très faible. Les rats castrés ayant reçu une injection intramusculaire de testostérone ont des vésicules séminales de poids supérieurs à ceux de rats normaux. D'après cette expérience, la testostérone est sécrétée par les testicules. Son mode d'action : elle agit par voie sanguine et permet le développement des vésicules séminales.
- Cette substance (testostérone) appartient à la catégorie des stéroïdes (hormones sexuelles).
- On peut réaliser la greffe des testicules (ou la parabiose).

EXERCICE 2

- Déterminons le nombre de chromosomes, leurs chromatides et le nombre de spermatozoïdes

Stades	Nombre de chromosomes	Leur nombre de chromatides	Nombre de spermatozoïdes
Une spermatide	$n = 23$	1	1
Un spermatocyte II	$n = 23$	2	2
Un spermatocyte I	$2n = 46$	2	4

- Déterminons le nombre de chromosomes, leurs chromatides et le nombre d'ovules

Stades	Nombre de chromosomes	Leur nombre de chromatides	Nombre d'ovules
Globule polaire I	$n = 23$	2	0
Un ovocyte I	$2n = 46$	2	1
Un ovocyte II	$n = 23$	2	1

PROBLEME

1. a) On peut déduire de ce résultat que les caractères "gris" (G) et "longues" (L) dominent respectivement les caractères "ébène" (g) et vestigiales (l).

Etablissons les génotypes des parents et des individus de F_1

L'hérédité étant autosomale, on a : P_1 : GGLL ; P_2 : ggll ; d'où F_1 : GgLl.

- b) Interprétation des résultats de F_2 : $T = 1001$; $[GL] = [G] = [gL] = [gl] = \frac{1}{4}$: ces résultats sont conformes au back-cross du dihybridisme avec gènes indépendants.

$F_1 \times P_2 \Rightarrow GgLl \times ggll$. Gamètes de F_1 : GL, Gl, gL et gl; Gamète de P_2 : gl

Echiquier ce croisement :

$F_1 \times P_2$	GL	Gl	gL	gl
gl	GgLl $\frac{1}{4}$ [GL]	Ggll $\frac{1}{4}$ [G]	ggLl $\frac{1}{4}$ [gL]	ggll $\frac{1}{4}$ [gl]

2. a) Première expérience : la F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 ». ce qui montre que l'allèle "lisses" (F) domine l'allèle "fourchues" (f).

Deuxième expérience : la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants femelles ont hérité le caractère de leur père. Il s'agit d'un criss-cross alors l'hérédité est liée au sexe.

- b) Indiquons les génotypes des parents et de F_1 dans chaque croisement :

Première expérience : Femelle = $X_L X_L$; mâle = $X_l Y$

$X_L X_L \times X_l Y$; Gamète de la femelle : X_L ; Gamètes du mâle : X_l et Y

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	X_l	Y
X_L	$X_L X_l$ $\frac{1}{2}$ [L] femelles	$X_L Y$ $\frac{1}{2}$ [L] mâles

Génotypes de F_1 $\left\{ \begin{array}{l} \text{mâles : } X_L Y \\ \text{femelles : } X_L X_l \end{array} \right.$

Deuxième expérience : Femelle = $X_l X_l$; mâle = $X_L Y$

$X_l X_l \times X_L Y$. Gamète de la femelle : X_l ; Gamète du mâle : X_L et Y

Echiquier de croisement :

Mâle x Femelle	X_L	Y
X_l	$X_L X_l$ $\frac{1}{2}$ [L] femelles	$X_l Y$ $\frac{1}{2}$ [l] mâles

Génotypes de F_1 $\left\{ \begin{array}{l} \text{mâles : } X_l Y \\ \text{femelles : } X_L X_l \end{array} \right.$

3. Le caractère "gris" (J) domine le caractère "jaune" (j) et ce caractère est aussi lié au sexe.

Femelle $X_j^L X_j^L \times X_j^l Y$ mâle $\Rightarrow 100\%$ [LJ]

- a) Le chromosome X des mâles de F_2 provient de la femelle de F_1 .

- b) Nombre de types de gamètes de femelles de F_1 et leurs proportions

Calculons les proportions statistiques de F_2 : $T = 3195$; [LJ] femelles = $\frac{1595}{3195} \times 100 =$

49,92% ; [Lj] mâles = $\frac{148}{3195} \times 100 = 4,63\%$; [LJ] mâles = $\frac{653}{3195} \times 100 = 20,43\%$; [lj]

mâles = $\frac{649}{3195} \times 100 = 20,31\%$; [lJ] mâles = $\frac{150}{3195} \times 100 = 4,69\%$. $\sum \%PP > \sum \%PR$: Il

s'est produit un crossing-over chez les femelles de F_1 lors de l'ovogenèse. Les gamètes

produits par les femelles de F_1 sont : X_j^L ; X_j^l ; $X_j^L X_j^l$ et $X_j^l X_j^L$ (veuillez réaliser le crossing-over) ; dans les proportions 70,35% X_j^L ; 4,69% X_j^l ; 4,63% $X_j^L X_j^l$ et 20,31% $X_j^l X_j^L$.

BACCALAUREAT SERIE D 2006**EXERCICE 1**

On effectue un dosage de la quantité d'ADN dans les cellules de coq. Les résultats obtenus dans le tableau ci-contre sont donnés en picogrammes (pg) d'ADN avec une précision de $\pm 2\%$.

Origine de cellules	Pancréas	Reins	Cœur	Spermatozoïdes
Quantité d'ADN en mg	2,61	2,39	2,45	1,26

- Interprétez ces résultats en mettant en relation la teneur d'ADN et les phénomènes chromosomiques observables au cours de la division cellulaire.
- Existe-t-il pour les cellules deux modes de division ? lesquels ?

EXERCICE 2

Après avoir dessiné un spermatozoïde et un ovule, faites un tableau comparatif de ces cellules.

PROBLEME

Deux races pures de drosophiles sont croisées. L'une à ailes longues et à corps noir, l'autre à ailes vestigiales et à corps gris.

- Les individus de F_1 ont tous des ailes longues et corps gris. Ils donnent par croisement entre eux des individus constitués de :
 - 1178 drosophiles à ailes longues et corps gris ;
 - 578 drosophiles à ailes longues et corps noir ;
 - 592 drosophiles à ailes vestigiales et corps gris.
 - Que peut-on conclure pour les deux couples de caractères ?
 - Déterminer les génotypes des parents et des individus de F_1 et de F_2 .
 - On croise un mâle de F_1 avec une femelle de chacune de deux races pures initiales. Quelle est la composition des populations obtenues ? (on rappelle que chez le mâle de drosophile, il n'y a pas de crossing-over).
 - On isole à partir de la génération F_2 une femelle déterminée que l'on note H à ailes longues et corps noir et un mâle noté K à ailes vestigiales et corps gris et on les croise. Bien que le problème paraisse en ce qui concerne les phénotypes, semblable à celui indiqué au début de l'exercice, les résultats sont différents. La population obtenue montre un quart de chaque quatre phénotypes possibles : ailes longues corps gris, ailes longues corps noir, ailes vestigiales corps gris et ailes vestigiales corps noir. Quel est, obligatoirement le génotype de ces deux individus qui allient dans leurs phénotypes les deux caractères récessifs ?
- En déduire les génotypes des drosophiles H et K. Par quel phénomène peut-on expliquer la présence de tels génotypes dans la génération F_2 ?
- Faites une interprétation chromosomique de ces caractères.

SOLUTION**EXERCICE 1**

- Les résultats du tableau montrent que la teneur d'ADN dans les cellules somatiques est le double de celle des cellules germinales. Les phénomènes chromosomiques mis en évidence sont : à l'interphase, les chromosomes se décondensent, se spiralisent et se dédoublent, faisant passer la quantité d'ADN de q à $2q$ puis il se produit une séparation des centromères des chromosomes, faisant passer une condensation des chromosomes sous forme de chromatine.
- Oui. Mitose pour les cellules somatiques, méiose pour les cellules germinales.

EXERCICE 2 (Confer cours de reproduction humaine)

PROBLEME

1. a) La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 ». ce qui montre que les allèles « longues » (L) et « gris » (G) dominent respectivement les allèles « vestigiales » (l) et « noir » (g).

Calcul des proportions statistiques de F_2

$$T = 2348 ; [LG] = \frac{1178}{2348} \times 100 = 50\% ; [Lg] = \frac{578}{2348} \times 100 = 25\% ; [IG] = \frac{592}{2348} \times 100 = 25\%$$

Ces proportions sont conformes au monohybridisme avec codominance, ce qui montre qu'il y a un linkage total entre les allèles « longues » et « noir » d'une part et les allèles « vestigiales » et « gris » d'autre part.

b) Génotypes des parents : $P_1 : (Lg//Lg) ; P_2 : (IG//IG)$

$P_1 \times P_2$; Gamètes de $P_1 : (Lg/)$; gamète de $P_2 : (IG/)$

Génotype de $F_1 : LlGg$. $F_1 \times F_1 \Rightarrow (Lg//IG) \times (Lg//IG)$; Gamètes de $F_1 : (Lg/)$ et $(IG/)$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	$(Lg/)$	$(IG/)$
$(Lg/)$	$(Lg//Lg) [Lg]$	$(Lg//IG) [LG]$
$(IG/)$	$(Lg//IG) [LG]$	$(IG//IG) [IG]$

Génotypes de $F_2 : [Lg] = (Lg//Lg) ; [LG] = (Lg//IG) ; [IG] = (IG//IG)$

2. Résultats des croisements mâle de $F_1 \times$ femelle P_1 et mâle de $F_1 \times$ femelle P_2

Mâle de $F_1 \times$ femelle P_1 ; Gamètes du mâle de $F_1 : (Lg/)$ et $(IG/)$; gamète de $P_1 : (Lg/)$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P_1$	$(Lg/)$	$(IG/)$
$(Lg/)$	$(Lg//Lg) [Lg]$	$(Lg//IG) [LG]$

Bilan : $\frac{1}{2} [Lg]$ et $\frac{1}{2} [LG]$

Mâle de $F_1 \times$ femelle P_2 ; Gamètes du mâle de $F_1 : (Lg/)$ et $(IG/)$; gamète de $P_2 : (IG/)$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P_2$	$(Lg/)$	$(IG/)$
$(IG/)$	$(Lg//IG) [LG]$	$(IG//IG) [IG]$

Bilan : $\frac{1}{2} [LG]$ et $\frac{1}{2} [IG]$

3. Femelle H : $[Lg]$ et mâle K : $[IG]$

$$H \times K \Rightarrow F_3 \begin{cases} \frac{1}{4} [LG] \\ \frac{1}{4} [Lg] \\ \frac{1}{4} [IG] \\ \frac{1}{4} [lg] \end{cases}$$

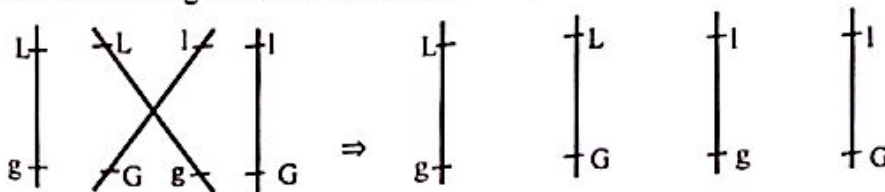
Génotype de $[lg] : llgg$

Ces résultats montrent que les individus H et K ne sont pas de races pures. Leurs génotypes sont :

H : $(Lg//lg)$ et K : $(IG//lg)$

La présence de tels génotypes dans la génération F_2 s'explique par le fait qu'il s'est produit un crossing-over lors de la production des gamètes de la femelle F_1 .

Déroulement du crossing-over chez la femelle de F_1



Gamètes du mâle de $F_1 : Lg$ et IG .

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	(LG/)	(Lg/)	(IG/)	(lg/)
(Lg/)	(LG//Lg) [LG]	(Lg//Lg) [Lg]	(Lg//IG) [LG]	(Lg//lg) [Lg]
(IG/)	(LG//IG) [LG]	(Lg//IG) [Lg]	(IG//IG) [IG]	(IG//lg) [IG]

Les individus H et K apparaissent dans cet échiquier de croisement

$H \times K \Rightarrow (Llgg \times llGg)$; Gamètes de H : (Lg et lg) ; Gamètes de K : (IG et lg).

Echiquier de croisement :

H x K	(Lg/)	(lg/)
(IG/)	(Lg//IG) [LG]	(IG//lg) [IG]
(lg/)	(Lg//lg) [Lg]	(lg//lg) [lg]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [LG] ; $\frac{1}{4}$ [Lg] ; $\frac{1}{4}$ [IG] ; $\frac{1}{4}$ [lg]

BACCALAUREAT SERIE D 2007

EXERCICE 1

Les acides nucléiques sont considérés comme les fascinantes molécules du monde vivant. Figure A représente un brin des acides.

Figure A : AAA GGC CTA GCC TTA GTC CGA AGG

1. Constituer un nouveau brin de manière à former une molécule d'ADN.
2. Former une molécule d'ARN à partir de ce brin.
3. Etablir la différence entre les deux types d'acides nucléiques.
4. On dit que l'ADN fait l'ARN et l'ARN fait la protéine. Expliquez.

EXERCICE 2

Un individu possède quatre paires de chromosomes (on les rappelle I, II, III, IV) ; dans ces cellules, quatre chromosomes sont d'origine paternelle (I_p, II_p, III_p, IV_p), quatre chromosomes sont d'origine maternelle (I_m, II_m, III_m, IV_m).

1. Combien de types distincts de gamètes fabrique-t-il ?
2. Représentez les anaphases de la 1^{ère} et la 2^{ème} division de la méiose donnant les gamètes ; la garniture chromosomique sera I_p, II_p, III_m et IV_m .
3. Calculez le nombre de zygotes possibles produits par le croisement de deux individus de cette espèce.

PROBLEME

Quand on croise un chat noir de race pure avec une chatte orange de race pure. On obtient des chats oranges et des chattes bigarrées. Le croisement d'un chat orange de race pure avec une chatte noire de race pure donne en F_1 des chats noirs et des chattes bigarrées.

1. Comment peut-on expliquer ces résultats ? Etablir les génotypes des parents et ceux des individus de la F_1 dans chacun de ces croisements.
2. Que donnera le croisement d'une chatte bigarrée et d'un chat noir en ce qui concerne la couleur du pelage et les proportions statistiques en fonction de sexe ?
3. Expliquer comment, n'ayant en sa disposition que la descendance obtenue en 2, on s'y prend pour obtenir par la suite une race pure de chats et de chattes oranges ?

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	(LG/)	(Lg/)	(IG/)	(lg/)
(Lg/)	(LG//Lg) [LG]	(Lg//Lg) [Lg]	(Lg//IG) [LG]	(Lg//lg) [Lg]
(IG/)	(LG//IG) [LG]	(Lg//IG) [Lg]	(IG//IG) [IG]	(IG//lg) [IG]

Les individus H et K apparaissent dans cet échiquier de croisement

$H \times K \Rightarrow (Llgg \times llGg)$; Gamètes de H : (Lg et lg) ; Gamètes de K : (IG et lg)

Echiquier de croisement :

H x K	(Lg/)	(lg/)
(IG/)	(Lg//IG) [LG]	(IG//lg) [IG]
(lg/)	(Lg//lg) [Lg]	(lg//lg) [lg]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [LG] ; $\frac{1}{4}$ [Lg] ; $\frac{1}{4}$ [IG] ; $\frac{1}{4}$ [lg]

BACCALAUREAT SERIE D 2007

EXERCICE 1

Les acides nucléiques sont considérés comme les fascinantes molécules du monde vivant. La figure A représente un brin des acides.

Figure A : AAA GGC CTA GCC TTA GTC CGA AGG

1. Constituer un nouveau brin de manière à former une molécule d'ADN.
2. Former une molécule d'ARN à partir de ce brin.
3. Etablir la différence entre les deux types d'acides nucléiques.
4. On dit que l'ADN fait l'ARN et l'ARN fait la protéine. Expliquez.

EXERCICE 2

Un individu possède quatre paires de chromosomes (on les rappelle I, II, III, IV) ; dans chacune de ces cellules, quatre chromosomes sont d'origine paternelle (I_p, II_p, III_p, IV_p), quatre chromosomes sont d'origine maternelle (I_m, II_m, III_m, IV_m).

1. Combien de types distincts de gamètes fabrique-t-il ?
2. Représentez les anaphases de la 1^{ère} et la 2^{ème} division de la méiose donnant les gamètes de la garniture chromosomique sera I_p, II_p, III_m et IV_m .
3. Calculez le nombre de zygotes possibles produits par le croisement de deux individus de cette espèce.

PROBLEME

Quand on croise un chat noir de race pure avec une chatte orange de race pure. On obtient des chats oranges et des chattes bigarrées. Le croisement d'un chat orange de race pure avec une chatte noire de race pure donne en F_1 des chats noirs et des chattes bigarrées.

1. Comment peut-on expliquer ces résultats ? Etablir les génotypes des parents et ceux des individus de la F_1 dans chacun de ces croisements.
2. Que donnera le croisement d'une chatte bigarrée et d'un chat noir en ce qui concerne la couleur du pelage et les proportions statistiques en fonction de sexe ?
3. Expliquer comment, n'ayant en sa disposition que la descendance obtenue en 2, on s'y prend pour obtenir par la suite une race pure de chats et de chattes oranges ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Molécule d'ADN $\begin{cases} \text{AAA GGC CTA GCC TTA GTC CGA AGG} \\ \text{TTT CCG GAT CGG AAT CAG GCT TCC} \end{cases}$
2. Séquence d'ARNm : UUU CCG GAU CGG AAU CUG GCU UCC
3. Établissons les différences entre l'ADN et l'ARN (Confer cours)
4. (Confer cours)

EXERCICE 2

1. Nombre de gamètes distincts : $2^n = 2^4 = 16$
2. Représentation de l'anaphase I et l'anaphase II (à réaliser).
3. Nombre de zygotes : $2^{2n} = 2^8 = 256$

PROBLEME (Confer la solution problème Bac D 2002)

BACCALAUREAT SERIE D 2008**EXERCICE**

1. a) Comment appelle-t-on le passage de la fleur au fruit ? b) Quel est le phénomène qui déclenche ce processus ?
2. a) Quel nom généralement donne-t-on aux plantes à fleurs ? b) Illustrez par un schéma soigneusement annoté la double fécondation au niveau du sac embryonnaire.
3. Un anthérozoïde féconde l'oosphère : a) Que devient l'œuf obtenu ? b) Quelle est sa garniture chromosomique ?
4. Un autre anthérozoïde féconde les deux noyaux du sac : a) Quel est le devenir de cet œuf ? b) Comment l'appelle-t-on ? c) Quelle est sa garniture chromosomique ?
5. Quelles sont les conditions externes et internes de la germination de la graine ?

PROBLEME

Le généticien canadien Mac Arthur (1931) a analysé expérimentalement la transmission des caractères héréditaires chez la tomate. Dans une expérience, il croise une variété naine à feuilles découpées (race pure) avec une variété de taille normale aux feuilles entières (race pure), les plantes obtenues en première génération sont de taille normale et les feuilles sont découpées. En deuxième génération, on obtient d'une part des plantes de taille normale dont 926 ont les feuilles découpées et 288 des feuilles entières, d'autre part des plantes naines dont 293 ont des feuilles découpées et 104 des feuilles entières.

1. En partant des lois de Mendel que l'on énoncera sans les établir, interprétez ces résultats.
2. Comparez la descendance éventuelle de la dernière catégorie (plantes naines à feuilles entières) à celle des autres catégories.
3. On croise deux plantes de la deuxième génération décrites précédemment, l'une (A) de taille normale à feuilles découpées, l'autre (B) de taille normale à feuilles entières. On obtient à la génération suivante :
 - 219 plantes normales à feuilles découpées ;
 - 207 plantes normales à feuilles entières ;
 - 64 plantes naines à feuilles découpées ;
 - 71 plantes naines à feuilles entières.

Quel est le génotype vraisemblable des plantes (A) et (B) ?

On croise deux autres plantes provenant également de la deuxième génération décrite précédemment, l'une (C) de taille normale à feuilles entières, l'autre (D) naine à feuilles découpées. On obtient à la génération suivante :

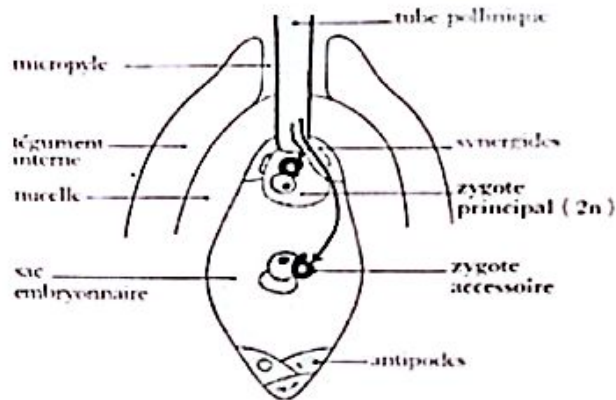
- 70 plantes normales à feuilles découpées ;
- 91 plantes normales à feuilles entières ;
- 86 plantes naines à feuilles découpées ;
- 77 plantes naines à feuilles entières.

Quel est le génotype vraisemblable des plantes (C) et (D) ?

SOLUTION

EXERCICE

1. a) C'est la fructification. b) c'est la fécondation
2. a) Il s'agit de spermatophytes. b) Schéma de la double fécondation au niveau du sac embryonnaire



3. a) Embryon. b) 2n.
4. a) Albumen. b) œuf accessoire. c) 3n.
5. Conditions externes : humidité, aération, température, lumière, substances chimiques
Conditions internes : la maturité (la graine doit être bien mûre), la longévité (la graine ne pas perdre son pouvoir germinatif) et la santé (la graine saine et intacte).

PROBLEME

1. Énoncés des lois de Mendel :

- 1^{ère} loi : loi d'uniformité des hybrides de la première génération ;
- 2^{ème} loi : loi de pureté des gamètes ;
- 3^{ème} loi : loi de disjonction indépendante des caractères.

Interprétation des résultats : la F₁ est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « d'uniformité des hybrides de la première génération ». Ce qui montre que les allèles « normale » (N) et « découpées » (D) dominant respectivement les allèles « naine » (n) et « entières » (d).

Calcul des proportions statistiques de F₂ : $[ND] = \frac{926}{404} = 9$; $[Nd] = \frac{288}{404} = 3$; $[nD] = \frac{283}{404}$; $[nd] = \frac{404}{404} = 1$.

Ces proportions sont conformes à la 3^{ème} loi de Mendel « loi de ségrégation indépendante des caractères ». Parents : nnDD x NNdd ⇒ F₁ : NnDd 100% [ND]

F₁ x F₁ ⇒ NnDd x NnDd. Gamètes de F₁ : ND, Nd, nD et nd

Echiquier de croisement :

F ₁ x F ₁	ND	Nd	nD	nd
ND	NNDD [ND]	NNDd [ND]	NnDD [ND]	NnDd [ND]
Nd	NNDd [ND]	NNdd [Nd]	NnDd [ND]	Nndd [Nd]
nD	NnDD [ND]	NnDd [ND]	nnDD [nD]	nnDd [nD]
nd	NnDd [ND]	Nndd [Nd]	nnDd [nD]	nndd [nd]

Bilan : 9/16 [ND], 3/16 [Nd], 3/16 [nD] et 1/16 [nd]

2. Comparaison : La descendance des plantes de la dernière catégorie (plante naine à feuilles entières) est composée des individus homozygotes birécessifs, tandis que les individus de la première diagonale (colorée en bleu dans le carré de Punnett) sont des homozygotes mais les autres sont des hétérozygotes.

3. Déterminons le génotype vraisemblable des plantes A et B.

Calcul des proportions statistiques en considérant les gènes individuellement. $T = 561$

4. Gène responsable de la taille des plantes : $[N] = \frac{219+207}{561} \times 100 = 75\%$; $[n] = \frac{64+71}{561} \times 100 = 25\%$
Ces proportions sont conformes à la deuxième loi de Mendel : A (Nn) x B (Nn).

5. Gène responsable de la forme des feuilles : $[D] = \frac{219+64}{561} \times 100 = 50\%$; $[d] = \frac{207+71}{561} \times 100 = 50\%$
Ces proportions sont conformes au test-cross du monohybridisme : A (Dd) x B (dd).

D'après ce qui précède, les génotypes vraisemblables de A et B sont : A = NnDd ; B = NnDd. NnDd x NnDd. Gamètes de A : ND, Nd, nD et nd ; Gamètes de B : Nd et nd. Echiquier de croisement :

A x B	ND	Nd	nD	nd
Nd	NNDd [ND]	NNdd [Nd]	NnDd [ND]	NnDd [Nd]
nd	NnDd [ND]	NnDd [Nd]	nndD [nD]	nndd [nd]

Bilan : $3/8$ [ND] ; $3/8$ [Nd] ; $1/8$ [nD] et $1/8$ [nd]

Déterminons le génotype vraisemblable des plantes C et D. $T = 323$

- gène responsable de la taille des plantes : $[N] = \frac{70+91}{323} \times 100 = 50\%$; $[n] = \frac{85+77}{323} \times 100 = 50\%$

Ces proportions sont conformes au test-cross du monohybridisme : C (Nn) x D (nn).

- gène responsable de la forme des feuilles : $[D] = \frac{70+85}{323} \times 100 = 50\%$; $[d] = \frac{91+77}{323} \times 100 = 50\%$

Ces proportions sont conformes au test-cross du monohybridisme : C (dd) x D (Dd).

D'après ce qui précède, les génotypes vraisemblables de C et D sont : C = NnDd ; D = nnDd. NnDd x nnDd. Gamètes de C : Nd et nd ; Gamètes de D : nD et nd

Echiquier de croisement :

C x D	Nd	nd
nD	NnDd $1/4$ [ND]	nnDd $1/4$ [nD]
nd	NnDd $1/4$ [Nd]	nnDd $1/4$ [nd]

BACCALAUREAT SERIE D 2008 SESSION SPECIALE

PROBLEME

Le pois chiche est une plante voisine du pois et dont la gousse contient deux graines comestibles. Chez la plante, la couleur de la fleur est déterminée par 2 gènes indépendants dont les allèles sont pour l'une A et a et pour l'autre B et b. La présence simultanée de A et B produit une lignée à fleurs pourpres. Par contre l'absence de A ou B produit une lignée à fleurs blanches.

1. Quelle est la coloration des fleurs de ces 4 plantes de génotype AABb, AaBb, AAbb et aaBb ?
2. Qu'obtiendra-t-on par le croisement de AaBb avec AaBB ? Précisez pour chaque phénotype la proportion et couleur des fleurs correspondantes ?
3. Est-ce que le croisement des 2 individus de phénotypes blancs peut produire uniquement une lignée aux fleurs pourpres ? Justifiez votre réponse.

SOLUTION

1. AABb, AaBb : pourpres ; AAbb, aaBb : blanches.
2. AaBb x AaBB. Gamètes : AB, Ab, aB et ab ; Gamètes : AB et aB

Echiquier de croisement :

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB [AB]	AABb [AB]	AaBB [AB]	AaBb [AB]

aB	AaBB [AB]	AaBb [AB]	aaBB[aB]	aaBb [aB]
----	-----------	-----------	----------	-----------

Bilan : $\frac{1}{4}$ [AB] et $\frac{1}{4}$ [aB].

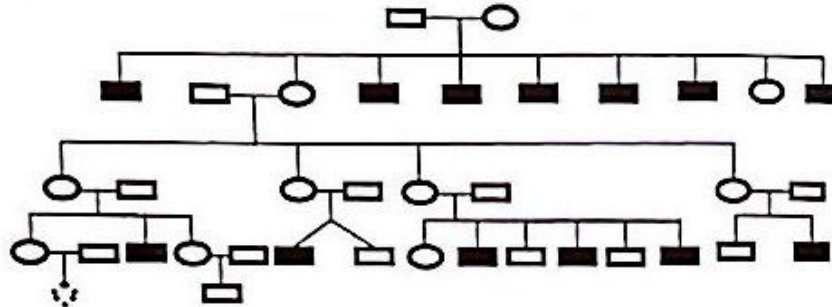
3. Oui, par exemple : AAbb x aaBB, on aura AaBb d'où 100% [AB] (pourpres).

BACCALAUREAT SERIE D 2009

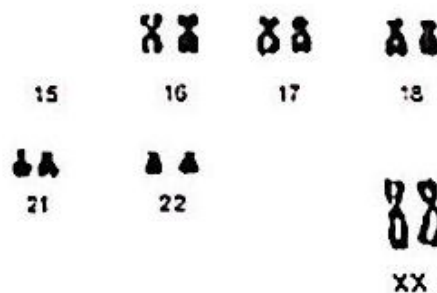
EXERCICE 1 (Confer Bac 2003)

PROBLEME

Le syndrome de Lesch Nyhan est une forme de paralysie rare, entraînant généralement la mort avant la puberté. Cette maladie est caractérisée, entre autres symptômes, par une hypersécrétion d'urique. L'arbre généalogique est ci-dessous (numéroté de 1 à 37).



1. Le gène du syndrome de Lesch Nyhan est-il dominant ou récessif ? Justifiez votre réponse.
2. Quel est le mode de transmission le plus probable : autosomal ou chromosome sexuel ? Justifiez votre réponse et donnez les génotypes des individus : 1, 2, 3, 5, 13 et 21 (Madame A).
3. Pour quelle raison est-il peu probable de rencontrer une fille malade ?
4. Comment expliquez-vous que seul l'un des deux jumeaux 26 et 27 soit malade ? Quels sont leurs génotypes ?
5. Madame A est inquiète sur le sexe de son futur enfant. Le médecin lui propose de faire un caryotype du fœtus : voir le document ci-dessous, montrant une partie du caryotype. Après avoir fait l'examen, pensez-vous qu'il puisse la rassurer ? Quel pourra être le ou les genres les plus probable(s) de son futur enfant ?



SOLUTION

EXERCICE 1

1. Les propriétés de la fibre nerveuse sont : l'excitabilité et la conductibilité.
2. Interprétation : Les intensités I_1 et I_2 sont inférieures au seuil minimal (rhéobase) et n'observent que l'artéfact de stimulation : ce sont des intensités inefficaces ou infraliminales, tandis que les intensités I_3, I_4, I_5, I_6 et I_7 sont supraliminales ou efficaces.

- La figure 1 : on constate que quel que soit l'intensité de stimulation supérieure ou égale à la rhéobase, l'amplitude du potentiel d'action reste constante : on dit que la fibre nerveuse obéit à la loi de "tout ou rien".
 - La figure 2 : on constate que les amplitudes des potentiels d'action augmentent avec l'intensité jusqu'à la limite I_5 . Le nerf étant constitué d'un ensemble de fibres nerveuses, une stimulation croissante touche une frange de fibres ; alors le nerf obéit à un phénomène de sommation ou recrutement et non la loi de "tout ou rien".
3. Les conditions de conductibilité d'un nerf ou d'une fibre nerveuse sont : l'intégrité du nerf ou de la fibre nerveuse : pas de section, pas de lésion, la température doit être convenable, la composition ionique du milieu expérimental doit être semblable ou proche du milieu physiologique normal.

PROBLEME

1. Le gène responsable de la maladie est récessif, car les couples sains ont donné naissance aux enfants malades.
2. Le mode de transmission le plus probable est le mode lié au chromosome sexuel X, car seuls les garçons sont malades et ces derniers ont hérité la maladie de leurs mères vectrices : il s'agit d'un criss-cross (ou l'hérédité liée au sexe). Symbolisme des allèles : allèle normal = L ; allèle morbide = l. Génotypes des individus 1 = $X_L Y$; 3 = $X_l Y$; 2 = $X_L X_l$; 5 = $X_L X_l$; 13 = $X_L X_l$; 21 (Madame A) = $X_L X_L$ ou $X_L X_l$.
3. Il est peu probable de rencontrer une fille malade pour des raisons suivantes :
6. Pour avoir une fille malade, il faut un couple composé d'un homme malade et d'une femme vectrice (ce cas n'existe pas dans le pedigree) ;
7. La maladie entraîne la mort des garçons avant la puberté (avant l'âge de mariage).
4. Ils sont des faux jumeaux car ils ont des phénotypes différents. Leurs génotypes sont : 26 = $X_l Y$; 27 = $X_L Y$.
5. Oui le médecin peut rassurer Madame A du sexe de son futur enfant, car d'après le caryotype, l'enfant est de sexe féminin. Son génotype est $X_L X_L$ ou $X_L X_l$.

BACCALAUREAT SERIE D 2009 DEUXIEME SERIE D'EPREUVE

EXERCICE 1

L'ARN de transfert (ARN_t) est une molécule repliée sur elle-même ayant quatre sites dont un site d'anticodon. L'anticodon est une suite de trois nucléotides complémentaires d'un codon.

1. Quel est le rôle de l'ARN_t ?
2. Supposons que les anticodons de l'ARN_t sont les suivants : GCU ; UGU ; GAU ; CCU. Donner la séquence de protéine correspondant à ces anticodons.

EXERCICE 2

1. Le caractère « yeux bruns » domine « yeux bleus ». la descendance d'un homme et d'une femme tous deux aux « yeux bruns » comporte tous des garçons et filles aux « yeux bruns ». Que dites-vous de cette affirmation ? Justifiez votre réponse.
2. Quel est le nom du sucre de réserve chez les animaux d'une part et chez les végétaux d'autre part.
3. Quelle est le rôle de la mitose dans la vie des êtres vivants ?
4. Reproduisez fidèlement le schéma ci-dessous et l'annoter.
5. Les cellules haploïdes (n) issues de la méiose à partir d'une cellule diploïde (2n) sont-elles génétiquement identiques ? Justifiez.
6. Donnez l'année et le nom de la découverte paléontologique au nord du Tchad qui met en émoi le monde scientifique.
7. Citer les trois éléments fondamentaux constituant la cellule animale.
8. Etablir la différence entre le VIH et le SIDA.

9. Énoncer les trois de Mendel ?



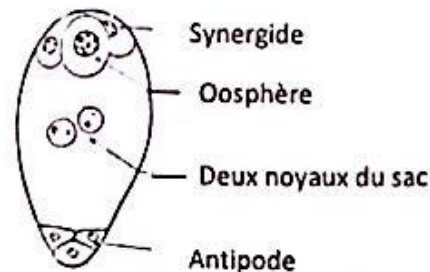
SOLUTION

EXERCICE 1

1. Rôle de l'ARN_t : c'est un adaptateur entre les codons de l'ARN_m et les acides aminés protéines.
2. ARN_t : GCU UGU GAU CCU ⇒ ARN_m : CGA ACA CUA GGA ⇒ Séquence de la protéine comme suit : Arg-Thr-Leu-Gly.

EXERCICE 2

1. Le gène responsable de la couleur des yeux est autosomal et que les parents croisés sont deux homozygotes ou l'un d'entre eux est hétérozygote. Justification : Symboles : Brun bleu → b. Homme (B//B) x (B//B) ou (B//b) Femme ⇒ (B//B) ou (B//b) 100%[B].
2. Chez les animaux : le sucre de réserve est le glycogène ; chez les végétaux : c'est l'amidon.
3. Rôle de la mitose : le développement ou la croissance, la cicatrisation, le renouvellement cellulaire et la reproduction conforme de l'information génétique.
4. Schéma annoté du sac embryonnaire :



5. Les cellules haploïdes issues de la méiose sont génétiquement différentes, car il se produit un brassage chromosomique.
6. Année : 2001 (dans le désert de Djourab) ; Nom scientifique : *Sahelantropus tchadensis* (Toumaï).
7. Ce sont le centriole, la petite vacuole et la membrane simple (membrane plasmique).
8. Le VIH est l'agent pathogène qui cause le SIDA et le sida est l'état de la maladie causée par le VIH.
9. Énoncés des lois de Mendel :
 - 1^{ère} loi : loi d'uniformité des hybrides de la première génération ;
 - 2^{ème} loi : loi de pureté des gamètes ;
 - 3^{ème} loi : loi de disjonction indépendante des caractères.

BACCALAUREAT SERIE D 2010**EXERCICE 1**

On considère les cellules sexuelles de l'espèce humaine (pour laquelle $2n = 46$).

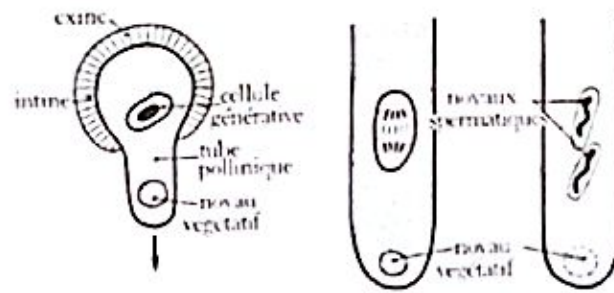
- 3) Indiquez le nombre de chromosomes et leur nombre de chromatides, le nombre de spermatozoïdes qui en sont issus pour chacun des stades suivants :
 - a) une spermatide.
 - b) un spermatocyte de 2^{ème} ordre.
 - c) un spermatocyte de 1^{er} ordre.
- 4) De même, pour chacune des cellules données ci-dessous, indiquez le nombre de chromosomes et leur nombre de chromatides, le nombre d'ovules issus de cette cellule :
 - a) Globule polaire I.
 - b) Ovocyte I.
 - c) Ovocyte II.

EXERCICE 2

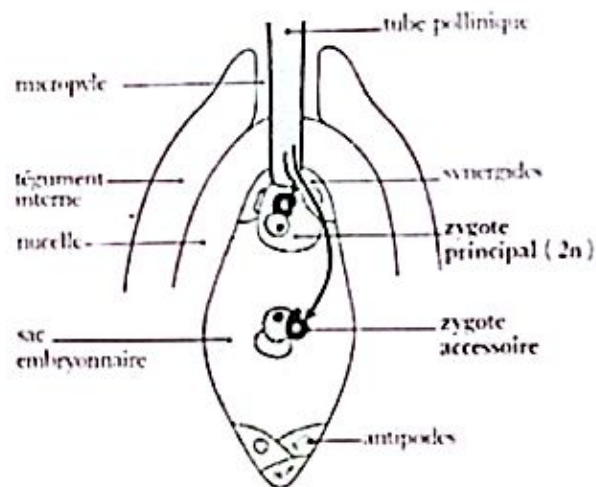
1. Donnez une représentation schématique d'un grain de pollen et du sac embryonnaire d'une plante spermatophyte. Quel est le degré de ploïdie de chacun de noyaux qui les constituent ? Pourquoi ?
2. À l'aide de schémas clairs et bien annotés, décrivez le phénomène de double fécondation chez les spermatophytes.

PROBLEME

1. Soit deux lignées pures de poulets dont l'un à pattes emplumées et l'autre à pattes lisses. Le croisement des poules de la première lignée avec le coq de la deuxième lignée donne une descendance constituée des poules aux pattes lisses et des coqs aux pattes emplumées. Le croisement des poules à pattes lisses et des coqs à pattes emplumées donne 100% des poules et coqs à pattes emplumées. Sachant que chez les oiseaux, le sexe femelle est hétérogamétique. Interprétez les résultats obtenus et écrire les génotypes des parents et des descendants dans les deux cas.
2. On croise ensuite des poules de race pure au plumage blanc et aux pattes emplumées avec des coqs de race pure au plumage noir et aux pattes lisses. La population obtenue en première génération est constituée des poules au plumage blanc tacheté de noir et aux pattes lisses et des coqs au plumage blanc tacheté de noir et aux pattes emplumées.
 - a) Que peut-on dire des caractères noir et blanc ? Pourquoi ?
 - b) Ecrire les génotypes des parents et ceux des individus de la première génération.
 - c) Donnez la composition phénotypique et génotypique des individus issus du croisement d'un coq et d'une poule de la première génération.

SOLUTION**EXERCICE 1 (Confer Bac D 2005)****EXERCICE 2**

Sortie et allongement du tube pollinique



Double fécondation des Angiospermes

- Schémas du grain de pollen et du sac embryonnaire (confer cours). Le degré de ploïe des noyaux qui les constituent est n , car ces noyaux sont issus de la méiose.
- Schémas descriptifs du phénomène de la double fécondation (ci-haut).

PROBLEME

- Interprétons ces résultats et écrivons les génotypes des parents et de F_1 :
 - Premier croisement : la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants femelles celui de leur père : c'est un criss-cross alors le gène responsable est porté sur le chromosome sexuel X.
 - Deuxième croisement : la F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel « d'uniformité des hybrides de F_1 » montrant que l'allèle « emplumées » (E) domine l'allèle « lisses » (e).
- Premier croisement : génotypes des parents : femelle = $X_E O$; mâle = $X_e X_e$
 $X_e X_e \times X_E O$

Gamète du mâle : X_e ; Gamète de la femelle : X_E et O

Echiquier de croisement :

femelle x Mâle	X_E	O
X_e	$X_E X_e$ $\frac{1}{2}$ [E] mâles	$X_e O$ $\frac{1}{2}$ [e] femelles

Génotypes de F_1 : $\begin{cases} \text{mâles : } X_E X_e \\ \text{femelles : } X_e O \end{cases}$

3. deuxième croisement : génotypes des parents : femelle = $X_e O$; mâle = $X_E X_e$
 $X_E X_e \times X_e O$

Gamète de la femelle : X_e et O ; Gamète du mâle : X_E

Echiquier de croisement :

Femelle x Mâle	X_E	O
X_E	$X_E X_e$ ½ [E] mâles	$X_E O$ ½ [E] femelles

Génotypes de F_1 : $\begin{cases} \text{mâles : } X_E X_e \\ \text{femelles : } X_E O \end{cases}$

4. a) Les caractères noir (N) et blanc (B) sont codominants, car ils produisent un phénotype intermédiaire qui est blanc tacheté de noir (NB).

b) Le gène responsable de la couleur est porté par un autosome.

Génotypes des parents : femelle = $BBX_e O$; mâle = $NNX_e X_e$

$BBX_e O \times NNX_e X_e$. Gamète de la femelle : BX_e et BO ; Gamètes du mâle : NX_e

Echiquier de croisement :

femelle x Mâle	BX_e	BO
NX_e	$NBX_e X_e$ ½ [NBE] mâles	$NBX_e O$ ½ [NBe] femelles

c) $NBX_e X_e \times NBX_e O$; Donnons la composition phénotypique et génotypique de F_2 :

Gamètes de femelle F_1 : NX_e ; NO ; BX_e ; BO . Gamètes du mâle de F_1 : NX_e ; NX_e ; BX_e ; BX_e .

Echiquier de croisement :

FI x FI	NX_e	NX_e	BX_e	BX_e
NX_e	$NNX_e X_e$ [NE] mâles	$NNX_e X_e$ [Ne] mâles	$NBX_e X_e$ [NBE] mâles	$NBX_e X_e$ [NBe] mâles
NO	$NNX_e O$ [NE] femelles	$NNX_e O$ [Ne] femelles	$NBX_e O$ [NBE] femelles	$NBX_e O$ [NBe] femelles
BX_e	$NBX_e X_e$ [NBE] mâles	$NBX_e X_e$ [NBe] mâles	$BBX_e X_e$ [BE] mâles	$BBX_e X_e$ [Be] mâles
BO	$NBX_e O$ [NBE] femelles	$NBX_e O$ [NBe] femelles	$BBX_e O$ [BE] femelles	$BBX_e O$ [Be] femelles

Composition phénotypique :

Mâles $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{16} [NE]; \frac{1}{16} [Ne]; \frac{1}{8} [NBE]; \\ \frac{1}{8} [NBe]; \frac{1}{16} [BE] \text{ et } \frac{1}{16} [Be] \end{array} \right.$; Femelles $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{16} [NE]; \frac{1}{16} [Ne]; \frac{1}{8} [NBE]; \\ \frac{1}{8} [NBe]; \frac{1}{16} [BE] \text{ et } \frac{1}{16} [Be] \end{array} \right.$

Composition génotypique :

Mâles $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{16} NNX_e X_e; \frac{1}{16} NNX_e X_e; \frac{1}{8} NBX_e X_e; \\ \frac{1}{8} NBX_e X_e; \frac{1}{16} BBX_e X_e \text{ et } \frac{1}{16} BBX_e X_e \end{array} \right.$; Femelles $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{16} NNX_e O; \frac{1}{16} NNX_e O; \frac{1}{8} NBX_e O; \\ \frac{1}{8} NBX_e O; \frac{1}{16} BBX_e O \text{ et } \frac{1}{16} BBX_e O \end{array} \right.$

BACCALAUREAT SERIE D 2011

EXERCICE 1

Les batraciens (tels les oursins) se multiplient dans l'eau. Au cours de leurs accouplements le mâle et la femelle libèrent chacun des gamètes dans l'eau. Ces derniers, une fois libérés, se dirigent les uns vers les autres.

- 1) Expliquez comment se déroule cette attraction ?
- 2) La fécondation se fait telle qu'un gamète mâle (spermatozoïde) s'unit obligatoirement au gamète femelle (ovule) de la même espèce. Dites quels sont les éléments chargés d'assurer la reconnaissance entre les gamètes ? dans lequel des deux gamètes les trouve-t-on ?

- 3) Schématisez un gamète femelle chez les oursins en montrant : comment le gamète mâle pénètre ? comment le noyau spermatique s'unit au noyau ovulaire tout en précisant l'angle décrit par le noyau spermatique pour tamponner celui ovulaire.
- 4) Naturellement, plusieurs spermatozoïdes environnent l'ovule mais un seul pénètre. Expliquez le processus de rejet d'autres spermatozoïdes en employant les termes appropriés.
- 5) Comment appelle-t-on la collision noyau spermatique/noyau ovulaire ?
- 6) Si la cellule somatique de l'oursin a $2n = 24$, quelle sera la gamiture chromosomique de la cellule œuf (zygote) formée ?

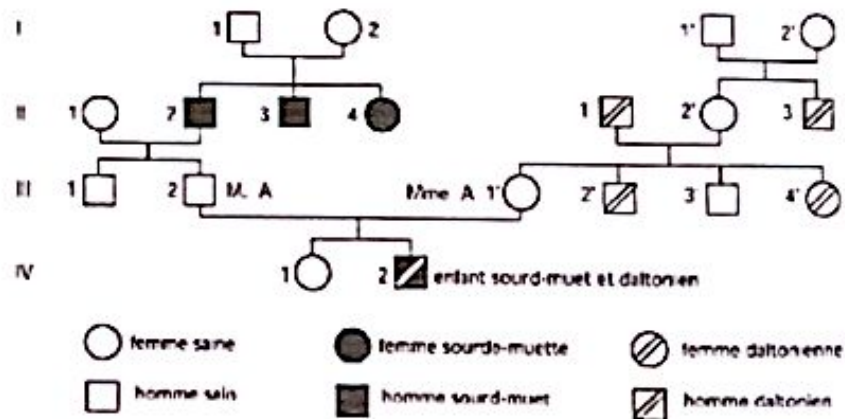
EXERCICE 2

Expliquez comment méiose et fécondation permettent le maintien du caryotype dans les générations successives. Votre exposé s'appuiera sur l'exemple d'une espèce haploïde de 3 chromosomes ($n = 3$).

PROBLEME

Madame et monsieur A ont deux enfants, un garçon sourd-muet et daltonien et une fille qui ne présente pas ces anomalies d'origine génétique. La naissance du garçon les a conduits à effectuer des recherches généalogiques approfondies. Ces recherches tendent à montrer une parenté éloignée entre madame et monsieur A. on sait que le daltonisme est une anomalie liée au sexe.

Arbre généalogique de madame et monsieur A.



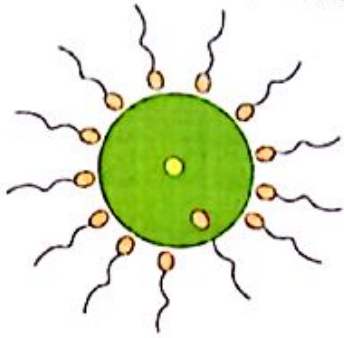
Par une exploitation rigoureuse de l'arbre généalogique de Madame et Monsieur A, accompagnés de schémas chromosomiques, montrer comment le couple A a pu donner naissance à un garçon présentant les deux anomalies.

SOLUTION

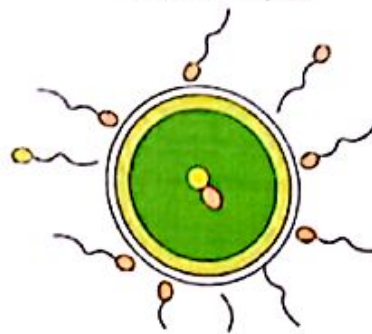
EXERCICE 1

- 1) Cette attraction entre les gamètes se fait par l'intermédiaire d'une hormone appelée fertilisane ovulaire ou gamone libérée dans le milieu aquatique par les ovules, attirant les spermatozoïdes. Il s'agit d'un chimiotactisme positif.
- 2) Les éléments chargés de la reconnaissance entre les gamètes sont qualifiés de protéines de reconnaissance. Ils se trouvent sur le gamète femelle (ovule).
- 3) Schémas d'un gamète femelle au moment de la pénétration du spermatozoïde et au moment de la caryogamie. On précise que l'angle $\alpha = 180^\circ$.

1. Pénétration d'un seul spermatozoïde



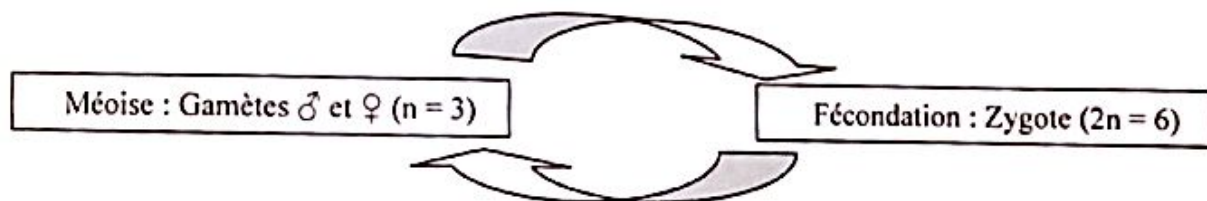
2. Union des noyaux



- 4) **Blocage précoce** : il est caractérisé par la dépolarisation de la membrane faisant passer le potentiel de membrane de -60 mV à $+20$ mV. **Blocage tardif** : il est caractérisé par la formation de la membrane de fécondation suite à l'exocytose des granules corticaux.
- 5) La collision noyau spermatique/noyau ovulaire s'appelle la caryogamie ou l'amphimixie.
- 6) La garniture chromosomique du zygote est : $2n = 24$.

EXERCICE 2

Pour une espèce haploïde de 3 chromosomes ($n = 3$), la méiose succède la fécondation. La fécondation permet d'obtenir un œuf ou zygote diploïde ($2n = 6$). Cet œuf à son tour subit une méiose pour former des individus haploïdes de 3 chromosomes ($n = 3$).



PROBLEME

Par une exploitation rigoureuse de l'arbre généalogique, accompagné des schémas chromosomiques, montrons comment le couple A a pu donner naissance à un garçon présentant les deux anomalies :

- Pour le daltonisme : L'anomalie est liée au sexe et récessif, car les couples sains ont donné naissance aux enfants malades. Symbolisme des allèles : allèle normal $\rightarrow D$ et allèle morbide $\rightarrow d$. Etant donné que l'anomalie est liée au sexe, le garçon IV_2 a hérité la maladie de sa mère vectrice d'où les génotypes du couple A sont : Monsieur A ($X_D Y$) et Madame A ($X_D X_d$).
- Pour la surdité-mutité : L'allèle responsable est récessif car les couples apparemment sains ont donné naissance aux enfants malades d'où le symbolisme ci-après : allèle normal $\rightarrow S$ et allèle morbide $\rightarrow s$. Le gène responsable de la maladie est autosomal car le couple (I_1, I_2) a donné naissance à une fille malade. De ce qui précède, on peut dire que Monsieur et Madame A sont hétérozygotes, de génotype Ss chacun.
- Si on considère les deux anomalies à la fois, les génotypes de Monsieur et Madame A sont :
Monsieur A ($SsX_D Y$) et Madame A ($SsX_D X_d$)
 $SsX_D Y \times SsX_D X_d$

Gamètes de Mr. A : SX_D, SY, sX_D et sY ;

Gamètes de Mme A : SX_D, SX_d, sX_D et sX_d

Echiquier de croisement :

M.A x Mme A	SX_D	SY	sX_D	sY
SX_D	$SSX_D X_D$ [SD] Filles	$SSX_D Y$ [SD] garçons	$SsX_D X_D$ [SD] Filles	$SsX_D Y$ [SD] Garçons
sX_D	$SsX_D X_D$ [SD] Filles	$SsX_D Y$ [SD] garçons	$ssX_D X_D$ [sD] filles	$ssX_D Y$ [sD] garçons
SX_d	$SSX_D X_d$ [SD] Filles	$SSX_d Y$ [Sd] garçons	$SsX_D X_d$ [SD] Filles	$SsX_d Y$ [Sd] Garçons
sX_d	$SSX_D X_d$ [SD] Filles	$SsX_d Y$ [Sd] garçons	$SsX_D X_d$ [SD] Filles	$ssX_d Y$ [sd] garçons

La probabilité pour le couple A d'avoir un garçon atteint de ces deux anomalies est : $\frac{1}{16}$
NB : Veuillez faire une interprétation chromosomique.

BACCALAUREAT SERIE D 2012

EXERCICE 1

Le gène qui gouverne la synthèse de la chaîne bêta de l'hémoglobine humaine (séquence de 146 acides aminés) est formé d'un segment d'ADN dont le brin transcrit déterminant les acides aminés de la chaîne : CAT GTG GAG TGA GGT CTT.

1. Qu'appelle-t-on brin transcrit et pourquoi cette précision ?
2. Ecrire le segment orienté de la molécule d'ARNm codant pour les six premiers acides aminés.
3. Quel doit être la séquence des acides aminés correspondant ?

EXERCICE 2

- A. Après avoir défini cellule reproductrice, faites les schémas annotés de cette dernière (chez l'homme et de la femme) puis rappelez les différentes phases de la spermatogenèse chez l'homme.
- B. Quelles sont les différentes parties des glandes responsables de la sécrétion des hormones sexuelles ? Définir glande endocrine et hormone. Citez les hormones sécrétées par les glandes sexuelles humaines et indiquez leurs rôles.

PROBLEME (confer Bac D 2008 ou 2017).

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Brin transcrit : c'est un brin d'ADN servant de matrice pour la synthèse de l'ARNm. Cette précision parce qu'il forme l'ARNm par la transcription (selon le principe de complémentarité des bases azotées).
2. La séquence de l'ARNm est comme suit : GUA CAC CUC ACU CCA GAA.
3. La séquence des acides aminés est comme suit : Val-His-Leu-Thr-Pro-Glu.

EXERCICE 2

- A. Cellule reproductrice : c'est une cellule intervenant dans la reproduction sexuée. Schémas de la spermatogonèse et de l'ovogonèse (Confer cours). Les étapes de la spermatogonèse sont : multiplication, accroissement, maturation et différenciation.

B. Les différentes parties des glandes responsables de la sécrétion des hormones

Glandes	Hormones	Parties des glandes
Testicules	Testostérone	Cellules de Leydig
Ovaires	Oestradiol	Follicule et corps jaune
	Progestérone	Corps jaune

Glande endocrine : c'est une glande qui verse directement le produit de sa sécrétion dans le sang.

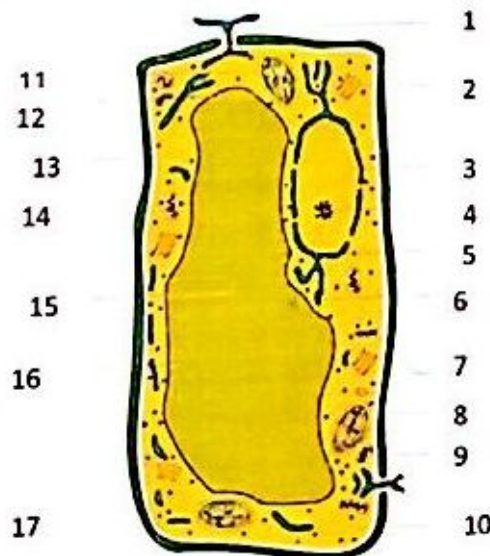
Hormone : c'est un messenger chimique sécrété par une glande endocrine et qui agit à distance sur les organes ou tissus cibles.

Les hormones sécrétées par les gonades sont : l'œstradiol et la progestérone (par les ovaires), testostérone (par les testicules). Les rôles des hormones sexuelles (confer Exercice 1 du Bac 2016).

BACCALAUREAT SERIE D 2012 SESSION SPECIALE

EXERCICE 1

- A. Chez l'homme la quantité d'ADN est la même dans les cellules de tissus qui ne sont pas en voie de croissance ($6,5 \cdot 10^{-12}$ grammes environ). Dans le foie si l'on trouve une majorité de noyaux contenant $6,5 \cdot 10^{-12}$ grammes d'ADN on en trouve quelques-uns contenant $13 \cdot 10^{-12}$ gr et même $2,6 \cdot 10^{-12}$ gr d'ADN. Quant aux spermatozoïdes ils contiennent $3,3 \cdot 10^{-12}$ gr d'ADN. Expliquez ces faits.
- B. Tous les êtres vivants sont constitués d'une ou de plusieurs cellules :
- Qu'est-ce qu'une cellule ?
 - Comment appelle-t-on les animaux constitués d'une seule cellule ?
 - Comment appelle-t-on les animaux constitués de plusieurs cellules ?
- C. Le document ci-contre représente l'ultrastructure d'une jeune cellule. 1) De quel type de cellule s'agit-il ? Justifiez votre réponse. 2) Complétez les annotations de ce schéma. 3) Quel est le rôle des organites des points 1 et 2 dans la vie cellulaire ?



EXERCICE 2

Après avoir étudié les formations de sac embryonnaire et de grain de pollen chez les spermatophytes, faites les schémas annotés de ces deux organes. D'autre part chez les angiospermes, on utilise les termes sporange, microsporange et macrosporange pour comprendre leur reproduction :

Définir le terme sporange et faites la différence entre microsporange et macrosporange. Que sont les termes microsporange et macrosporange chez les spermatophytes ?

Plusieurs croisements sont réalisés :

- Premier croisement entre deux races pures femelles à soies courtes et antennes à développement normal, mâles à soies bouclées et antennes atrophiées. On obtient en F1 100% à soies courtes et à antennes normales.
- Deuxième croisement toujours entre deux races pures mais cette fois ci : femelles à soies bouclées et à antennes atrophiées, mâles à soies courtes et à antennes normales. On obtient en F1 : 50% de mâles à soies bouclées et antennes atrophiées, 50% de femelles à soies courtes et antennes normales.

Analyser et interpréter les résultats de ces deux croisements. Conclure quant à la dominance des caractères et quant à leur mode de transmission.

SOLUTION

EXERCICE 1

A. Explication des faits : Les cellules somatiques en période normale chez l'homme possèdent $6,5 \cdot 10^{-12}$ g d'ADN or celle qui ont $13 \cdot 10^{-12}$ g sont en phase de synthèse d'ADN donc la duplication d'ADN c'est à dire la duplication avait permis le passage de la quantité d'ADN simple ($6,5 \cdot 10^{-12}$ g) au double ($13 \cdot 10^{-12}$ g). Ceux à $2,6 \cdot 10^{-12}$ g d'ADN sont en phase de dégénérescence c'est à dire la quantité d'ADN diminue anormalement alors que les cellules de la ligne germinale à l'exemple des spermatozoïdes possèdent la moitié de la quantité d'ADN ($3,3 \cdot 10^{-12}$ g) par rapport aux cellules somatiques en période normale. Cette moitié d'ADN dans les spermatozoïdes est le résultat de la méiose.

- B. a) Cellule : C'est une unité anatomique et physiologique de tout être vivant.
b) Ce sont des protozoaires. c) Ce sont des métazoaires.

C. Il s'agit d'une cellule végétale, à cause de la présence de double membrane, du chloroplaste, d'une grande vacuole et la forme géométrique. Annotation : 1 = plasmodesme, 2 = Appareil de Golgi, 3 = chromatine, 4 = nucléole, 5 = enveloppe nucléaire, 6 = réticulum endoplasmique, 7 = Peroxyssome, 8 = Chloroplaste, 9 = mitochondrie, 10 = Cytosol, 11 = grain d'amidon, 12 = Thylakoïdes, 13 = membrane plasmique, 14 = Paroi cellulosique, 15 = Vacuole, 16 = Tonoplaste, 17 = Ribosome libre.

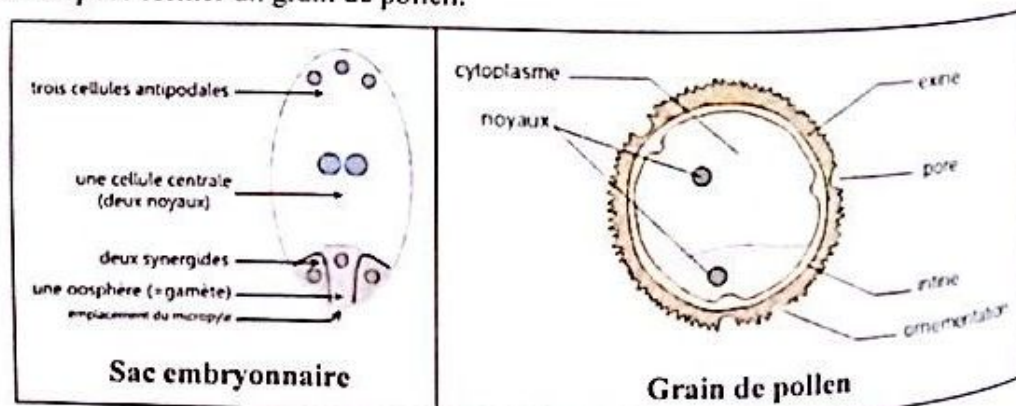
Rôles : 1 (plasmodesme) : il assure la communication entre deux cellules végétales adjacentes.

2 (Appareil de Golgi) : il assure la maturation et le transport des protéines élaborées au niveau du réticulum endoplasmique (emballage et transport des protéines élaborées au niveau du réticulum endoplasmique), il assure également la synthèse de certaines substances (enzymes et hormones).

EXERCICE 2

Formations de sac embryonnaire : une cellule mère du sac embryonnaire ($2n$) subit une méiose et donne quatre cellules haploïdes appelées macrospores dont trois dégèrent et la quatrième (méga-spore) subit à son tour trois endomitoses successives puis le cloisonnement pour former un sac embryonnaire.

Formation du grain de pollen : une cellule mère du grain de pollen ($2n$) subit une méiose pour donner quatre cellules haploïdes appelées microspores ; chaque microspore subit une endomitose puis la différenciation pour former un grain de pollen.



Sporange : c'est une structure végétale qui contient et produit la spore.

Différence : la microsporange une structure végétale qui contient et produit la microspore tandis que la macrosporange est une structure végétale qui contient et produit la macrospore.

Microsporange désigne le sac pollinique et macrosporange désigne l'ovule.

PROBLEME

Analyse, interprétation, conclusion sur la dominance et le mode de transmission.

Premier croisement : la F_1 est homogène, conformément à la 1^{ère} loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de F_1), ce qui montre que les allèles "courtes" (C) et "normales" (N) dominent respectivement les allèles "bouclées" (c) et "atrophiques" (n).

Deuxième croisement : la F_1 est hétérogène, exception à la 1^{ère} loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité les caractères de leur mère et les descendants femelles, ceux de leur père : il s'agit d'un criss-cross alors les gènes étudiés sont portés par le chromosome sexuel X.

Premier croisement : $X_N^C X_N^C \times X_N^c Y$. Gamètes de la femelle : X_N^C ; Gamètes du mâle : X_N^c et Y

Echiquier de croisement :

	X_N^c	Y
X_N^C	$X_N^C X_N^c$ [CN]	$X_N^C Y$ [CN]

Bilan : 100% [CN] $\left\{ \begin{array}{l} 50\% \text{ de mâles} \\ 50\% \text{ de femelles} \end{array} \right.$

Deuxième croisement : $X_N^c X_N^c \times X_N^C Y$. Gamètes de la femelle : X_N^c ; Gamètes du mâle : X_N^C et Y

Echiquier de croisement :

	X_N^C	Y
X_N^c	$X_N^c X_N^C$ [CN]	$X_N^c Y$ [cn]

Bilan : $\left\{ \begin{array}{l} 50\% \text{ [cn] de mâles} \\ 50\% \text{ [CN] de femelles} \end{array} \right.$

BACCALAUREAT SERIE D 2013

EXERCICE 1

A partir des cellules qui se divisent en même temps, on effectue le dosage de quantité d'ADN contenue dans le noyau d'une cellule au cours du temps. Obtenir les valeurs consignées dans le tableau :

Temps (heures)	0	1	2	6	10	11	13	16	18	21	22	24	29
ADN (UA)	6,6	6,6	3,2	3,3	3,3	4	5,1	6,5	6,6	6,6	3,2	3,3	3,2

- Tracez la courbe de la variation de la quantité d'ADN en fonction du temps dans la cellule (on prendra 0,5 cm pour 1 heure et 1 cm pour une quantité d'ADN).
- Dégagez la durée du cycle cellulaire. Décomposez ce cycle en moments essentiels, puis commentez.
- Etablissez sous forme de schémas le bilan d'un chromosome au cours d'un cycle cellulaire.
- A l'interphase (phase S), il y a dédoublement. A l'aide d'un schéma simple sur un fragment d'ADN, expliquez la répllication semi-conservative.

EXERCICE 2

Sur les milliers de spermatozoïdes éjaculés au fond du vagin (300 millions dans 3 ml par éjaculation en moyenne chez l'homme), moins de 10% parviennent au voisinage de l'ovocyte qui attend dans la trompe.

- Pourquoi 1% seulement de spermatozoïdes arrivent-ils à ce niveau ?
- Une fois à côté de l'ovocyte et pour respecter le principe de la monospermie, on a décelé deux (2) types de blocages qui empêchent l'entrée de plusieurs spermatozoïdes. Le premier est appelé "blocage précoce". Comment se déroule-t-il ?
- En quoi consiste le second blocage dit tardif ?

- d) Faites un schéma annoté du spermatozoïde humain.

PROBLEME

PARTIE A : On croise des mufliers de race pure dont les fleurs diffèrent par plusieurs caractères. Les hybrides de F_1 croisés entre eux donnent la descendance suivante :

- 189 plantes à corolle typique rouge ;
 - 62 plantes à corolle régulière rouge ;
 - 370 plantes à corolle typique rose ;
 - 126 plantes à corolle régulière rose ;
 - 187 plantes à corolle typique blanche ;
 - 63 plantes à corolle régulière blanche.
1. Quels étaient les phénotypes et les génotypes des parents ?
 2. Donnez les génotypes des individus de F_1 et de F_2 .
 3. A quelle descendance s'attendra-t-on si l'on croise des individus à corolle typique rose avec des individus à corolle régulière blanche et dans quelle proportion ?

PARTIE B : Un éleveur achète un couple de cobayes gris à pelage lisse. Dans les quatre ans qui suivent l'achat, l'éleveur constate que le couple de cobayes a donné naissance à 128 petits : Sur ce total, 64 étaient gris à pelage lisse, 19 gris à pelage rude et 31 à pelage blanc dont 26 à pelage lisse et 5 à pelage rude.

1. Quels peuvent être les génotypes possibles des cobayes gris à pelage lisse, gris à pelage rude apparus dans la descendance du couple acheté ?
2. Quel est le génotype du couple de cobayes acheté par l'éleveur ? vérifiez votre hypothèse par un échiquier de croisement.
3. Comment l'éleveur pourrait-il obtenir une lignée pure de cobayes blancs à pelage rude ?
4. Comment pourrait-il connaître une lignée pure de cobayes gris à pelage rude ?

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Courbe de variation de la quantité d'ADN (à faire)
2. Cycle cellulaire (CC) = $G_1 + S + G_2 + M$
 $CC = 24h - 2h = 22h$

Décomposition du cycle en des moments essentiels et commentaire :

- De 2h à 10h : c'est la première phase de croissance cellulaire (G_1) dans laquelle la quantité d'ADN est maintenue constante (3,3 UA) ;
 - De 10h à 18h : C'est la phase de duplication de l'ADN (S) dans laquelle la quantité d'ADN augmente progressivement et double (passant de 3,3 UA à 6,6 UA) ;
 - De 18h à 21h : C'est la seconde phase de croissance cellulaire (G_2) dans laquelle la quantité d'ADN est maintenue constante mais double (6,6 UA) ;
 - De 21h à 24h : C'est la mitose, la quantité d'ADN chute brutalement et se divise par deux qui correspond à la répartition équitable de l'ADN entre deux cellules filles.
3. Bilan d'un chromosome au cours d'un cycle cellulaire (sous forme de schémas)



G_1



S

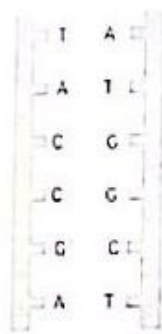


G_2

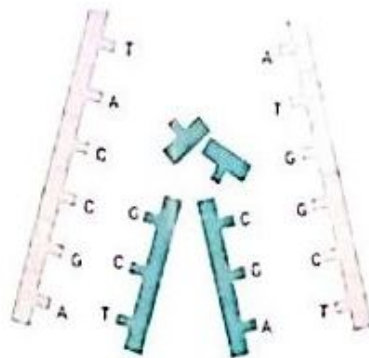


Mitose

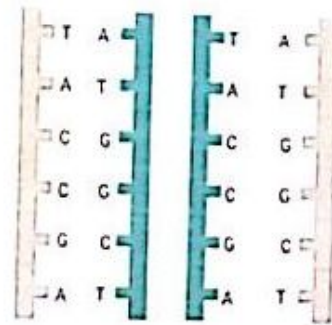
4. A l'aide d'un schéma simple sur un fragment d'ADN, expliquons la répllication semi-conservative



1 - Molécule initiale



2 - Duplication selon le modèle semi-conservatif



3 - Formation de 2 molécules d'ADN conforme à la molécule d'ADN de départ

EXERCICE 2

- a) 1% seulement des spermatozoïdes arrivent au voisinage de l'ovocyte car la majorité de spermatozoïdes est éliminée par trois facteurs : l'acidité du vagin, la glaire cervicale et les macrophages.
- b) et c) Confer Bac D 2011. d) Confer Bac D 2014.

PROBLEME

Partie A : $P_1 \times P_2 \Rightarrow F_1$; $F_1 \times F_1 \Rightarrow F_2$

a) Déterminons les phénotypes et les génotypes des parents. Calcul des proportions statistiques en considérant les gènes individuellement. $T = 997$

- Gène responsable de la forme de la corolle : [Typique] = 75% ; [Régulière] = 25%. De ce résultat, on peut déduire que l'allèle "typique" (T) domine l'allèle "régulière" (t).
- Gène responsable de la couleur de la corolle : [Rouge] = 25% ; [Rose] = 50% ; [Blanche] = 25%. Ces résultats sont conformes au monohybridisme avec codominance. On peut en déduire que les allèles "rouge" (R) et l'allèle "blanche" (r) sont codominants. De ce qui précède rose est symbolisé par RB.

Les phénotypes des parents sont : $P_1 = [TR]$ et $P_2 = [tB]$ ou $P_1 = [tR]$ et $P_2 = [TB]$.

Les génotypes des parents sont : $P_1 = TTRR$ et $P_2 = ttRR$ ou $P_1 = ttRR$ et $P_2 = TTBB$.

b) $TTRR \times ttBB \Rightarrow F_1 TtRB$ 100%[TRB]

Le genotype de F_1 est : $TtRB$.

$F_1 \times F_1 \Rightarrow TtRB \times TtRB$; Gamètes de F_1 : TR, TB, tR et tB.

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	TR	TB	tR	tB
TR	TTRR [TR]	TTRB [TRB]	TtRR [TR]	TTRB [TRB]
TB	TTRB [TRB]	TTBB [TB]	TTRB [TRB]	TtBB [TB]
tR	TtRR [TR]	TTRB [TRB]	ttRR [tR]	ttRB [tRB]
tB	TtRB [TRB]	TtBB [TB]	ttRB [tRB]	ttBB [tB]

Génotypes de F_2 :

$[TR] = TTRR, TtRR$; $[TRB] = TTRB, TtRB$; $[TB] = TTBB, TtBB$; $[tR] = ttRR$; $[tRB] = ttRB$; $[tB] = ttBB$

c) Résultats attendus du croisement $[TRB] \times [tB]$

Premier cas : $TTRB \times ttBB$. Gamètes : TR et TB ; tB

Echiquier de croisement (résultats dans l'échiquier de croisement)

	TR	TB
tB	TtRB½ [TRB]	TtBB½ [TB]

Deuxième cas : TtRB x ttBB

Gamètes : TR, TB, tR et tB ; tB. Echiquier de croisement

	TR	TB	tR	tB
tB	TtRB¼ [TRB]	TtBB¼ [TB]	ttRB¼ [tRB]	ttBB¼ [tB]

Partie B : Les allèles "gris" (G) et "lisse" (L) dominent respectivement les allèles "blanc" (g) et "rude" (l). L'hérédité est autosomale.

- Génotypes : [GL] = GGLL, GGLI, GgLL, GgLI ; [GI] = GGII, GgII.
- Le génotype couple de cobayes acheté par l'éleveur est : GgLI

Gamètes : GL, GI, gL et gl. Echiquier de croisement :

P ₁ x P ₂	GL	GI	gL	gl
GL	GGLL [GL]	GGLI [GI]	GgLL [GL]	GgLI [GL]
GI	GGLI [GL]	GGII [GI]	GgLI [GL]	GgII [GI]
gL	GgLL [GL]	GgLI [GL]	ggLL [gL]	ggLI [gL]
gl	GgLI [GL]	GgII [GI]	ggLL [gL]	ggII [gl]

Génotypes de F₂ :

[GL] = GGLL, GGLI, GgLL, GgLI ; [GI] = GGII, GgII ; [gL] = ggLL, ggLI ; [gl] = ggII

- Pour obtenir une lignée pure de cobayes blancs à pelage rude, l'éleveur doit croiser ces cobayes (blancs rude) entre eux.
- Pour connaître une lignée pure de cobayes gris à pelage rude, l'éleveur doit réaliser le test-croisement et obtenir 100% [gris-rude].

BACCALAUREAT SERIE D 2014**EXERCICE 1 (confer exercice 1 Bac D 2001)****EXERCICE 2**

- Donnez sous forme schématique l'ultrastructure d'une cellule nerveuse ou neurone.
- Expliquez comment s'effectue la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à un autre à un niveau des structures de contact à transmission chimique des deux neurones. Illustrez vos explications par un schéma.

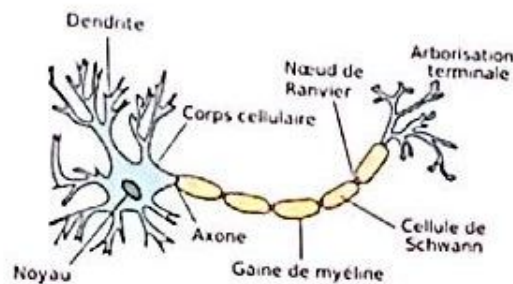
PROBLEME

On croise deux lignées pures de maïs entre elles, l'une à grains violets et lisses, l'autre à grains jaunes et ridés. Les individus de la première génération (F₁) sont tous des grains violets et lisses. On pratique ensuite entre les plants issus des grains de (F₁) et une lignée pure à grains jaunes et ridés. A la suite de ce croisement, les grains obtenus présentent quatre phénotypes repartis de la façon suivante :

- 2525 grains violets et lisses ;
 - 2490 grains jaunes et ridés ;
 - 2512 grains violets et ridés ;
 - 2505 grains jaunes et lisses.
- Précisez quels sont les caractères dominants et récessifs. Désignez les allèles correspondants par des symboles.
 - Comment peut-on les croisements hybrides F₁ x lignée pure à grains jaunes et ridés ? Quelle conclusion peut-on tirer des résultats de ces croisements quant à la localisation des gènes d'allèles considérés sur les chromosomes ?
 - Donnez les génotypes des parents et des individus de la F₁.
 - Comment procéder pour connaître les différents génotypes des individus de F₂ ?

SOLUTION**EXERCICE 2**

1. Schéma d'un neurone



2. Explication du fonctionnement d'une synapse chimique : l'arrivée du potentiel d'action dans le bouton synaptique provoque l'ouverture des canaux Ca^{2+} voltage-dépendants. L'entrée des ions Ca^{2+} entraîne l'exocytose des vésicules synaptiques, qui libèrent dans la fente synaptique des neurotransmetteurs. La fixation des neurotransmetteurs sur les récepteurs post synaptiques provoque l'entrée des ions Ca^{2+} dans l'élément post synaptique, cela crée un nouveau potentiel d'action qui se propage.

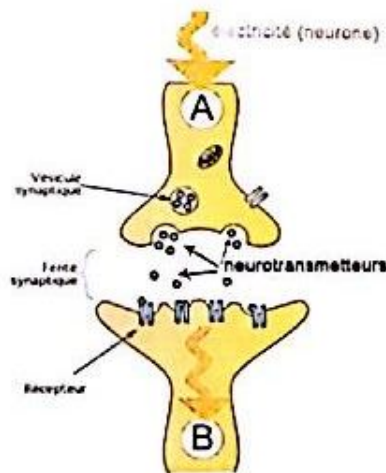


Schéma d'une synapse à transmission chimique

PROBLEME

1. Caractères dominants : violets et lisses ; caractères récessifs : jaunes et ridés. Symbolisme des caractères : violets $\rightarrow V$; jaunes $\rightarrow v$; Lisses $\rightarrow L$; ridés $\rightarrow l$.

2. Les croisements hybrides $F_1 \times$ [jaunes-ridés] sont qualifiés de test-cross (ou back-cross). Calculons les proportions des résultats de ce croisement.

$$T = 10032 ; [VL] = [vL] = [VI] = [vl] = \frac{2525}{10032} \times 100 = \frac{2490}{10032} \times 100 = \frac{2512}{10032} \times 100 =$$

$$\frac{2505}{10032} \times 100 = 25\% ; \text{ Ces proportions montrent que les gènes étudiés sont indépendants.}$$

3. Génotypes des parents et de F_1 : L'hérédité étant autosomale. Génotypes des parents :

$$P_1 = VVLL ; P_2 = vvll$$

$$VVLL \times vvll \Rightarrow F_1 VvLl \text{ 100\% [VL]. Génotype de } F_1 : VvLl.$$

4. Pour connaître les différents génotypes de F_2 , on croise $F_1 \times F_1$, on produit les gamètes de chacun des individus de F_1 puis on réalise l'échiquier de croisement.

$$VvLl \times VvLl. \text{ Gamètes de } F_1 : VL, Vl, vL \text{ et } vl.$$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	VL	Vl	vL	vl
VL	VVLL [VL]	VVlL [VL]	VvLL [VL]	VvLl [VL]
Vl	VVlL [VL]	Vvll [VI]	VvLl [VL]	Vvll [VI]
vL	VvLL [VL]	VvLl [VL]	vvLL [vL]	vvLl [vL]

vl	VvLl [VL]	Vvll [vL]	vvLl [vL]	vvll [vl]
----	-----------	-----------	-----------	-----------

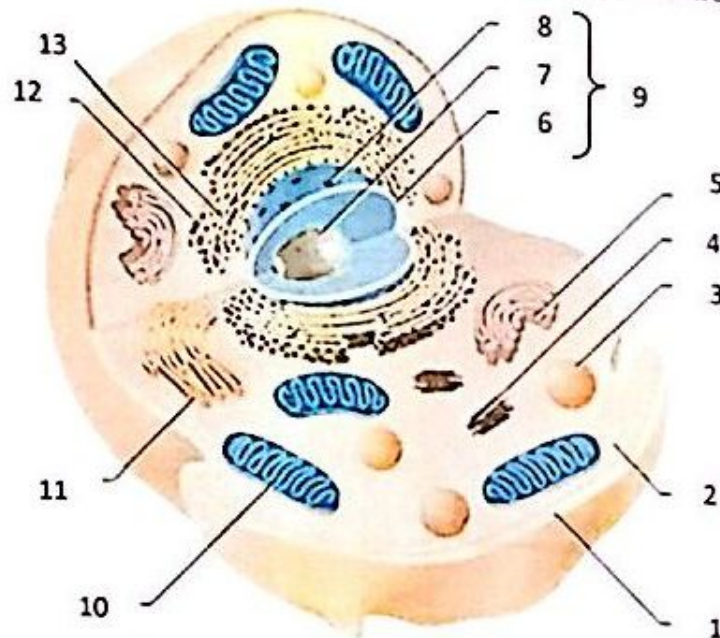
Génotypes de F₂ :

- [VL] : VVLL, VVll, VvLL, Vvll
- [vL] : vvLL, vvll
- [VI] : VVll, Vvll
- [vl] : vvll

BACCALAUREAT SERIE D 2015

EXERCICE 1

La figure ci-contre représente une cellule observée au microscope électronique.



1. Qu'est-ce qu'une cellule ?
2. Comment appelle-t-on les végétaux formés d'une seule cellule ?
3. Comment appelle-t-on les végétaux formés de plusieurs cellules ?
4. Annoter cette figure en utilisant les numéros (ne pas refaire cette figure).
5. De quel type de cellule s'agit-il ? Justifier votre réponse.
6. Donnez le rôle des éléments : 1 ; 3 ; 5 et 9.

EXERCICE 2

1. Donnez une représentation schématique d'un grain de pollen et du sac embryonnaire d'une p. spermaphyte. Quel est le degré de ploïdie de chacun de noyaux qui les constituent ? Pourquoi ?
2. À l'aide de schémas clairs et bien annotés, décrivez le phénomène de double fécondation chez les spermaphytes.

PROBLEME

En vue de déterminer les mécanismes chromosomiques à l'origine de l'apparition de ces phénotypes, on croise deux drosophiles (mouche du vinaigre) de lignée pure entre elles : la femelle à soies courtes et aux yeux lisses (P₁), le mâle à soies bouclées et aux yeux rugueux (P₂). En F₁, on obtient 100% des mouches à soies courtes et aux yeux lisses. Par contre si l'on croise deux mouches de lignée pure : une femelle à soies bouclées et aux yeux rugueux (P₃) avec un mâle à soies courtes et aux yeux lisses (P₄), on obtient parmi les hybrides F₁ : 50% des femelles à soies courtes et aux yeux lisses et 50% des mâles à soies bouclées et aux yeux rugueux.

1. a. Déterminez les caractères étudiés dans ces croisements.
b. Interprétez les résultats ci-dessus et précisez le type d'hérédité et la dominance.
2. On croise les F₁ issus du croisement P₁ x P₂ entre eux, on obtient en F₂ :
 - 205 femelles à soies courtes et aux yeux lisses,

- 100 mâles à soies courtes et aux yeux lisses,
 - 94 mâles à soies bouclées et aux yeux rugueux,
 - 06 mâles à soies courtes et aux yeux rugueux,
 - 05 mâles à soies bouclées et aux yeux lisses,
 - 01 mâle particulier ne possédant pas de soies mais aux yeux lisses.
- a. Établir les proportions phénotypiques des individus de F₂.
 - b. Expliquez les résultats de F₂ en insistant sur le mécanisme de phénomène essentiel qui est à l'origine de l'apparition de différents phénotypes en établissant le tableau à double entrée qui présente des différents génotypes et phénotypes (ne pas tenir compte du mâle particulier sans soies).
 - c. Écrire le génotype du mâle particulier sans soies, aux yeux lisses. Formulez une hypothèse permettant d'expliquer l'apparition de cet individu en F₂.

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Cellule : c'est une unité anatomique et fonctionnelle de base de tous les êtres vivants.
2. Ce sont des protophytes
3. Ce sont des métaphytes
4. Annotation : 1 = Membrane plasmique ; 2 = cytoplasme ; 3 = Lysosome ; 4 = centriole ; 5 = Appareil de Golgi ; 6 = enveloppe nucléaire ; 7 = nucléole ; 8 = pore nucléaire ; 9 = Noyau ; 10 = Mitochondrie ; 11 = réticulum endoplasmique lisse ; 12 = Ribosome ; 13 = Réticulum endoplasmique rugueux.
Il s'agit d'une cellule animale, pour des raisons suivantes : forme sphérique, présence de la membrane simple, présence de centrioles.
5. Rôles des organites : 1 (membrane plasmique) : elle assure les échanges entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire. Elle sert à l'identification de la cellule par le système immunitaire et protège la cellule. 3 (Lysosome) : il assure la digestion intracellulaire des substances et neutralise les organites arrivés à maturité. 5 (appareil de Golgi) : il assure la maturation et l'exportation des protéines synthétisées. 9 (Noyau) : c'est le siège de l'information génétique et de la division cellulaire.

EXERCICE 2 (Confer cours)

PROBLEME

- a. Les caractères étudiés sont : aspect des soies et aspect des yeux.
- b. Interprétation : premier croisement, la F₁ est homogène conformément à la 1ère loi de Mendel (uniformité des hybrides de F₁), ce qui montre que les allèles "courtes" (C) et "lisses" (L) dominant respectivement les allèles "bouclées" (c) et "rugueux" (l). Deuxième croisement : la F₁ est hétérogène, exception à la première loi de Mendel. La descendance mâle a hérité les caractères de leur mère et la descendance femelle, ceux de leur père : il s'agit d'un criss cross alors les gènes étudiés sont portés par le chromosome sexuel X.

Premier croisement : P₁ X_L^CX_L^C x X_L^cY P₂. Gamètes de P₁ : X_L^C ; gamètes de P₂ : X_L^c et Y

P ₂ x P ₁	X _L ^c	Y
X _L ^C	X _L ^C X _L ^c ½ [CL] femelles	X _L ^C Y ½ [CL] mâles

Deuxième croisement : P₃ X_L^cX_L^c x X_L^CY P₄. Gamètes de P₁ : X_L^C ; gamètes de P₂ : X_L^c et Y

P ₄ x P ₃	X _L ^C	Y
X _L ^c	X _L ^C X _L ^c ½ [CL] femelles	X _L ^c Y ½ [cl] mâles

- a) Établissons les proportions phénotypiques de F₂

T = 411 ; [CL] femelles = 49,9% ; [CL] mâles = 24,43% ; [cl] mâles = 22,87% ; [Cl] mâles = 1,21% ; [L] mâle = 0,24%.

b) Explication (on ne tient pas compte du mâle particulier sans soies)

$$\sum \%PP > \sum \%PR$$

Le mécanisme de la méiose à l'origine des différents phénotypes est le crossing-over intervenu chez la femelle F₁ lors de l'ovogénèse et plus précisément en prophase I de la méiose.

Femelle F₁ X_L^CX_L^c x X_L^CY Mâle F₁

Gamètes de la femelle F₁ : X_L^C ; X_L^c ; X_L^C ; X_L^c (faites le déroulement du crossing-over)

Gamètes du mâle F₁ : X_L^C et Y

Echiquier de croisement :

F ₁ x F ₁	X _L ^C	X _L ^c	X _L ^C	X _L ^c
X _L ^C	X _L ^C X _L ^C [CL] femelles	X _L ^C X _L ^c [CL] femelles	X _L ^C X _L ^C [CL] Femelles	X _L ^C X _L ^c [CL] Femelles
Y	X _L ^C Y [CL] mâles	X _L ^c Y [Cl] mâles	X _L ^C Y [cL] mâles	X _L ^c Y [cl] mâles

Bilan : [CL] femelles = 49,9% ; [CL] mâles = 24,43% ; [cl] mâles = 22,87% ; [Cl] mâles = 1,21% ; [cL] mâles = 1,21%.

d) Génotype du mâle particulier sans soies : X_LY.

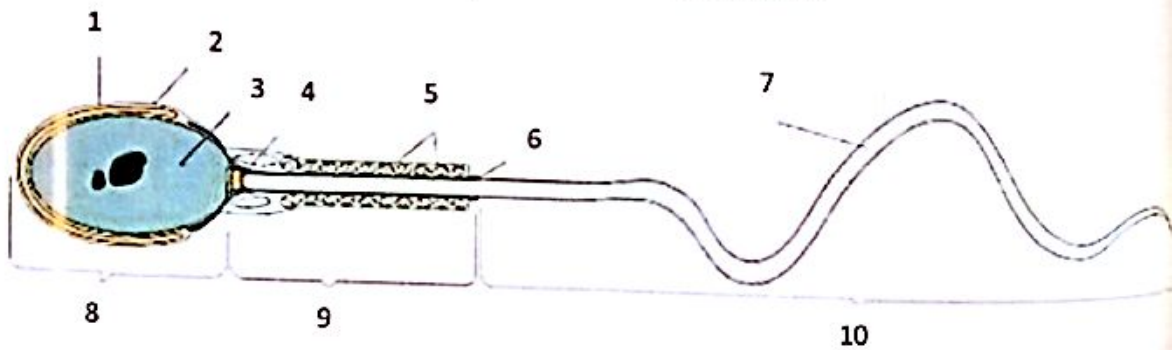
Hypothèse : l'apparition de ce mâle est due à une mutation par délétion.

BACCALAUREAT SERIE D 2015 DEUXIEME SERIE D'EPREUVE

EXERCICE 1

Définissez les mots suivants : a) Mitose b) Méiose c) ADN d) ARN e) Spermaphyte f) Monogamie g) Dioïque h) Hormone.

EXERCICE 2 : Annotez sans le reproduire le schéma suivant :



EXERCICE 3

On sème des grains de maïs noirs et sphériques avec des grains de maïs blancs et rudes et obtient à la première génération (F₁) des plants à grains noirs et sphériques. Les grains issus des (F₁) sont semés à leur tour. On obtient à la descendance :

- 140 plants à grains noirs et sphériques ;
- 138 plants à grains blancs et rudes ;
- 8 plants à grains noirs et rudes ;
- 7 plants à grains blancs et sphériques.

Interprétez ces résultats et donnez les génotypes des parents et des individus F₁ et F₂.

SOLUTION**EXERCICE 1**

Définissons les mots suivants :

- Mitose : c'est une division cellulaire à l'issue de laquelle, une cellule mère donne deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère.
- Méiose : c'est une double division cellulaire à l'issue de laquelle, une cellule diploïde donne quatre cellules haploïdes ou gamètes génétiquement différents.
- ADN : c'est l'acide désoxyribonucléique, support de l'hérédité.
- ARN : c'est l'acide ribonucléique, molécule responsable de la synthèse protéique.
- Spermaphyte : c'est une plante à fleurs et à graines.
- Monoïque : c'est une plante dont le pied possède à la fois les fleurs mâles et femelles.
- Dioïque : c'est une plante dont le pied possède uniquement les fleurs mâles ou femelles.
- Hormone : c'est une substance chimique secrétée dans le sang par une glande endocrine et qui agit à distance sur les cellules ou tissus cibles.

EXERCICE 2

1 : Membrane plasmique ; 2 : acrosome ; 3 : Noyau ; 4 : centriole ; 5 : Mitochondries ; 6 : Disque terminal ; 7 : Microtubule ; 8 : tête ; 9 pièce intermédiaire ; 10 : queue ou flagelle.

EXERCICE 3

Interprétation des résultats, génotypes des parents, de F_1 et de F_2 .

La F_1 est homogène, conformément à la 1^{ère} loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de F_1 », ce qui montre que les allèles "noirs" (N) et "sphériques" (S) dominent respectivement les allèles "blancs" (n) et "rudes" (s).

Calcul des proportions statistiques de F_2 : $T = 293$; $[NS] = \frac{140}{293} \times 100 = 49,46\%$; $[ns] = \frac{138}{293} \times 100 = 48,76\%$; $[Ns] = \frac{8}{293} \times 100 = 2,73\%$; $[nS] = \frac{7}{293} \times 100 = 2,38\%$.

$$\sum \%PP = 98,22\% > \sum \%PR = 5,11\%$$

Il s'est produit un crossing-over chez les individus F_1 lors de la production des gamètes.

L'hérédité est autosomale, les génotypes des parents sont : $P_1 = NNSS$; $P_2 = nnss$.

Génotype de $F_1 = NnSs$

$F_1 \times F_1 \Rightarrow NnSs \times NnSs$. Gamètes de F_1 : NS, Ns, nS et ns.

Carré de Punnett :

$F_1 \times F_1$	NS	Ns	nS	ns
NS	NNSS [NS]	NNSs [NS]	NnSS [NS]	NnSs [NS]
Ns	NNSs [NS]	NNss [Ns]	NnSs [NS]	Nnss [Ns]
nS	NnSS [NS]	NnSs [NS]	nnSS [nS]	nnSs [nS]
ns	NnSs [NS]	Nnss [Ns]	nnSs [nS]	nnss [ns]

Génotypes de F_2 : [NS] : NNSS, NNSs, NnSS, NnSs ; [Ns] : NNss, Nnss ; [nS] : nnSS, nnSs ; [ns] : nnss

BACCALAUREAT SERIE D 2016**EXERCICE 1**

- Dessinez, titrez et légendez un follicule ovarien tel qu'on observe quelques heures avant le 14^{ème} jour d'un cycle de 28 jours. Indiquez son origine et son devenir dans l'ovaire.
- Les ovaires comme les testicules sont des glandes à la fois endocrines et exocrines :
 - Définir clairement les notions "glande exocrine", "glande endocrine".
 - pour chacune des glandes, citées ci-dessus, indiquer les produits de la fonction exocrine et ceux de la fonction endocrine.

- c) Donnez les noms des cellules ou tissus responsables de la synthèse des différents produits de la fonction endocrine.
- d) Indiquez les rôles respectifs des produits de la fonction endocrine.
- e) Quels sont le nom, le nombre de chromosomes et le nombre de chromatides par chromosome de la cellule sexuelle contenue dans les follicules suivants : follicule primordial, follicule en croissance et follicule mûr.

EXERCICE 2

1. a) Qu'appelle-t-on le passage de la fleur au fruit ?
b. Qu'est-ce que l'endocytose ?
c. Qu'est-ce que la gamétogenèse ?
2. A partir d'un mégaspore, indiquez comment se forme le sac embryonnaire et faites des schémas annotés.
Donnez une représentation schématique d'un grain de pollen.
Quel est le degré de ploïdie de chacun des noyaux qui les constituent ? Pourquoi ?
3. Quelles sont les conditions internes et externes de la germination d'une graine ?

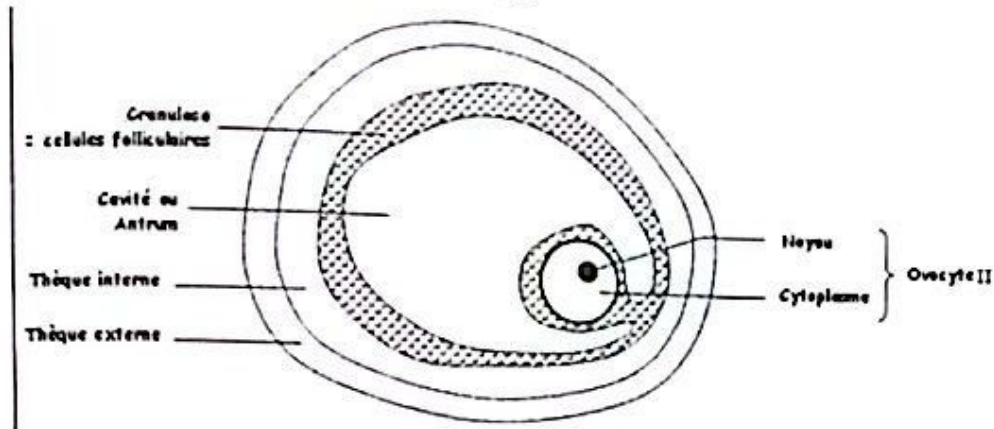
PROBLEME

Un agronome dispose une pomme de terre. La variété 1 est une plante à gros tubercules dont les feuilles sont sensibles à un champignon parasite. La variété 2 est une plante à petits tubercules dont les feuilles sont résistantes à ce champignon parasite. Cet agronome désire améliorer la production en cherchant une variété qui serait à gros tubercules à feuilles résistantes aux parasites. Dans ce but, il pratique un croisement entre les individus de deux variétés.

1. a. Quel type de pollinisation doit-il utiliser pour arriver à ce résultat ?
b. Comment peut-il la réaliser pratiquement ?
2. Le croisement des variétés ci-dessus a donné en F_1 uniquement des plants de pommes de terre à petits tubercules et à feuilles résistantes aux parasites. Quelles indications lui donne le résultat de la F_1 ?
3. Il obtient un F_2 :
 - 3652 plants à petits tubercules et feuilles résistantes ;
 - 1215 plants à petits tubercules et feuilles sensibles ;
 - 1212 plants à gros tubercules et feuilles résistantes ;
 - 404 plants à gros tubercules et feuilles sensibles. En admettant que chaque caractère est gouverné par un couple d'allèles :
- a. Quels sont les caractères étudiés par cet agronome ?
- b. Interprétez le résultat de F_2 à l'aide d'un échiquier de croisement et précisez les proportions de leurs proportions.
- c. Donnez alors une interprétation chromosomique de deux variétés parentales et de la F_1 .
4. a. Les phénotypes recherchés sont-ils apparus ? Si oui, dans quelle proportion ?
b. Tous ces plants sont-ils intéressants ? Pourquoi ?
5. La culture de pomme de terre se fait habituellement par des tubercules.
 - a. Comment désigne-t-on ce procédé ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Dessinons, titrons et légendons un follicule mûr.



Titre : Schéma annoté d'un follicule mûr

Origine du follicule mûr : il provient d'un primordial et d'un follicule en croissance (primaire, secondaire, tertiaire). **Devenir du follicule mûr :** il devient un corps jaune (après la ponte ovulaire).

2. a. Définition des expressions :

- Glande endocrine : c'est une glande qui déverse le produit de sa sécrétion dans le sang.
- Glande exocrine : c'est une glande qui déverse le produit de sa sécrétion hors du sang.

b. les produits de la fonction endocrine et les produits de la fonction exocrine :

Glandes	Produits de fonction endocrine	Produits de fonction exocrine
Ovaires	Estradiol et progestérone	Ovocytes II
Testicules	Testostérone	Spermatozoïdes

c. Cellules ou tissus responsables de la sécrétion :

Produits de la fonction endocrine	Noms des cellules (ou tissus) sécrétrices
œstradiol	Follicule et corps jaune
Progestérone	Corps jaune
Testostérone	Cellules de Leydig

d. Rôles des hormones :

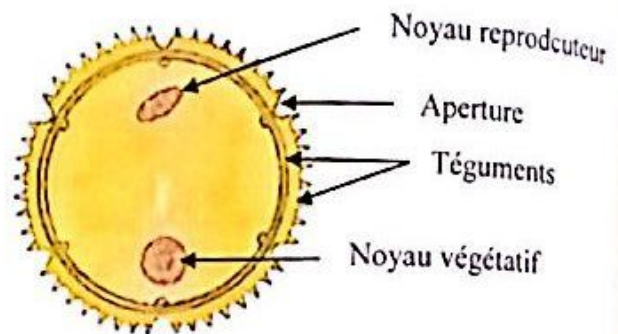
Estradiol	Induit l'apparition des caractères sexuels secondaires à la puberté et leur maintien pendant la vie reproductive. Il stimule la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre
Progestérone	Il est indispensable à la grossesse en stimulant la prolifération des glandes utérines (dentellisation) et la vascularisation. Il stimule les glandes lactéales, préparant ainsi les seins à la lactation et enfin il permet le silence utérin.
Testostérone	Il induit l'apparition des caractères sexuels secondaires à la puberté et leur maintien chez l'adulte. Indirectement, il stimule la spermatogenèse.

e. Noms, nombre de chromosomes et leurs chromatides

Noms de follicule	Nom de cellule sexuelle	Nombre de chromosomes	Nombre de chromatides par chromosome
Follicule primordial			
Follicule en croissance	Ovocyte I	$2n = 46$	2
Follicule mûr	Ovocyte II	$n = 23$	2

EXERCICE 2

1. a. C'est la fructification
 - b. Endocytose : c'est l'absorption d'une molécule ou d'une particule par une cellule, déformation de la membrane et formation de vacuole.
 - c. Gamétogenèse : c'est la formation des gamètes.
 2. Une mégaspore à n chromosomes subit trois endomitoses puis le cloisonnement pour former un sac embryonnaire différencié.
- Schéma de la macrosporogenèse à partir d'une mégaspore (à réaliser). Schéma annoté d'un grain de pollen :



Le degré de ploïdie des noyaux qui les constituent est de n , car ces noyaux sont issus de la méiose.

2. (Confer Bac D 2008).

PROBLEME

1. a. C'est la pollinisation croisée (pollinisation indirecte ou allogame)
- b. Pratiquement, il doit isoler le stigmate d'une variété (par exemple variété 1) en dégageant le périanthe, puis polliniser avec les grains de pollen de la variété 2 (c'est-à-dire déposer les grains de pollen de V_2 sur le stigmate de V_1) et couvrir avec un sac sous forme de cul.
2. Indications du résultat de F_1 : La F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de F_1 », ce qui montre que les allèles "petits tubercules" et "feuilles résistantes" dominent respectivement les allèles "gros tubercules" et "feuilles sensibles". Les variétés croisées sont de races pures.
3. a. Grosseur des tubercules et sensibilité des feuilles aux parasites
- b. Interprétation de la F_2 : calculer les proportions statistiques de F_2 , vous aurez 9 : 3 : 3 : 1, les résultats sont conformes à la 3^{ème} loi de Mendel (ségrégation indépendante des caractères), ce qui atteste que les gènes étudiés sont indépendants et que chaque individu F_1 a produit 4 types de gamètes dans les proportions 1/4 chacun. Symboles des allèles, petits : p , gros : P ; résistantes : R , sensibles : r . $V_1 = pprr$, $V_2 = PPRR$; Faites le croisement entre V_1 et V_2 . Vous aurez $F_1 = PpRr$ d'où 100% [PR]. $F_1 \times F_1$, Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	PR	Pr	pR	pr
PR	PPRR [PR]	PPRr [PR]	PpRR [PR]	PpRr [PR]
Pr	PPRr [PR]	PPrr [Pr]	PpRr [PR]	Pprr [Pr]
pR	PpRR [PR]	PpRr [PR]	ppRR [pR]	ppRr [pR]
pr	PpRr [PR]	Pprr [Pr]	ppRr [pR]	pprr [pr]

Phénotypes obtenus : [PR], [Pr], [pR] et [pr]. Dans les proportions 9/16 [PR], 3/16 [Pr], 3/16 [pR] et 1/16 [pr].

- f. Représentation chromosomique : $V_1 = pprr$, $V_2 = PPRR$, $F_1 = PpRr$ (mettez les allèles sur des chromosomes en bâtonnet, chaque allèle sur son chromosome car nous sommes en présence de gènes indépendants).
4. a. Oui, 3/16
- b. Non, car l'agronome cherche la variété à gros tubercules et à feuilles résistantes.
5. a. Il doit réaliser le bouturage.

BACCALAUREAT SERIE D 2017**EXERCICE 1 (Confer Exercice 1 du bac D 2001)****EXERCICE 2**

Les acides nucléiques sont considérés comme les plus fascinantes molécules du monde vivant. La figure A représente une portion des acides : AAA GGC CTA GCC TTA GTC CGA AGG.

1. Constituer un nouveau brin de manière à former une molécule d'ADN.
2. Former une molécule d'ARN à partir de ce brin.
3. Etablir la différence entre les deux types d'acides nucléiques.
4. On dit que l'ADN fait l'ARN et l'ARN fait la protéine. Expliquez.

PROBLEME (confer le problème de génétique Bac D 2008)**SOLUTION****EXERCICE 2**

1. Le fragment d'ADN est comme suit : $\begin{cases} \text{AAAGGCCTAGCCTTAGTCCGAAGG} \\ \text{TTTCCGGATCGGAATCAGGCTTCC} \end{cases}$
2. Séquence d'ARN : UUU CCG GAU CGG AAU CAG GCU UCC.
3. Les différences entre ADN et ARN (Confer Bac C 2017).
4. Explication : on dit que l'ADN fait l'ARN car la synthèse de l'ARNm se fait par transcription à partir de l'ADN. L'ARN fait la protéine car l'assemblage des acides aminés lors de la synthèse de protéine se fait selon les codons de l'ARNm.

BACCALAUREAT SERIE D 2017 DEUXIEME SERIE D'EPREUVE**EXERCICE 1**

1. Donnez le synonyme des spermaphytes.
2. a) Faites le schéma annoté du sac embryonnaire. b) Quelle est la garniture chromosomique de chacune des cellules qui le constituent ?
3. Citez les conditions externes de la germination de la graine.
4. Définir l'ovule des spermaphytes.
5. Citez les conséquences essentielles de la fécondation chez les mammifères. Expliquez pourquoi cette fécondation est-elle interne ?
6. Citez les étapes de la fécondation.

EXERCICE 2

1. Les testicules des mammifères possèdent deux (2) types de structures spécifiques : les tubes séminifères et les îlots interstitiels. Indiquez la fonction assurée par chacune de ces structures, en précisant s'il s'agit d'une fonction exocrine ou endocrine.
2. Indiquez la signification des sigles : FSH, LH, HCG, FIVETE.

EXERCICE 3

On croise deux variétés de pois de lignée pure. L'une à fleur rouge, à graine lisse, l'autre à fleur blanche, à graine ridée. On obtient en F_1 , tous les pois roses, à graine lisse.

1. Quels sont les caractères qui intéressent les généticiens ?
2. Quel type d'hybridation s'agit-il ?
3. Donnez les génotypes des parents de race pure et des hybrides de la F_1 .
4. Que donnera le croisement des hybrides de la F_1 ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

- Le synonyme de spermaphytes est phanérogames (ou spermatophytes).
- a) Schéma du sac embryonnaire (Confer l'exercice du Bac D).
b) oosphère : n ; synergides : n chacune ; antipodes : n (chacune) ; noyaux du sac : 2n.
- Les conditions externes de la germination de la graine sont : la température, l'humidité, la lumière, le PH et l'aération.
- Ovule des spermaphytes : c'est un macrosporange dans lequel se différencie un sac embryonnaire contenant l'oosphère (véritable gamète femelle).
- Rétablissement de la diploïdie, réveil physiologique et détermination du sexe. La fécondation interne car elle se déroule dans les voies génitales femelles, la trompe chez les mammifères.
- Les étapes de la fécondation sont : le rapprochement des gamètes, la pénétration du spermatozoïde (ou monospermie) et la caryogamie.

EXERCICE 2

- Les tubes séminifères ont pour rôle de produire les spermatozoïdes, il s'agit d'une glande exocrine. Les ilots interstitiels ont pour rôle de produire la testostérone, il s'agit d'une glande endocrine.
- FSH : hormone folliculostimulante ; LH : hormone lutéinisante ; HCG : gonadotrophine chorionique humaine ; FIVETE : Fécondation In Vitro et Transfert d'Embryons.

EXERCICE 3

- Les caractères étudiés sont la couleur de la fleur et la forme de la graine.
- Il s'agit d'un dihybridisme.
- Les allèles "rouge" (R) et "blanc" (B) sont codominants d'où rose (RB). L'allèle "lisse" (l) domine l'allèle "ridée" (l). L'hérédité étant autosomale, on a :
Génotypes des parents : P₁ = RRLL ; P₂ = BBll ; Génotype de F₁ = RBLl.
- Résultats de l'autofécondation F₁ x F₁ ⇒ RBLl x RBLl.

Gamètes de F₁ : RL, Rl, BL et Bl

Echiquier de croisement :

F ₁ x F ₁	RL	Rl	BL	Bl
RL	RRLL [RL]	RRLl [RL]	RBLl [RBL]	RBlL [RBL]
Rl	RRLl [RL]	RRll [RI]	RBlL [RBL]	RBlL [RBI]
BL	RBLl [RBL]	RBlL [RBL]	BBLl [BL]	BBlL [BL]
Bl	RBlL [RBL]	RBlL [RBI]	BBlL [BL]	BBlL [BI]

Bilan : 3/8 [RBL] ; 1/8 [RBI] ; 3/16 [RL] ; 3/16 [BL] ; 1/16 [BI] ; 1/16 [RI]
NB : On suppose que les gènes sont indépendants.

BACCALAUREAT SERIE D 2018**EXERCICE 1**

- Après avoir défini un follicule, faites les schémas annotés des cinq types de follicules (primordial, primaire, secondaire, tertiaire et de De Graaf).
- Quels sont les caractéristiques qui permettent de les reconnaître ?
- A quelle période de la vie de la femme apparaît chacun de ces types de follicules ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de l'augmentation de leur taille ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de leur maturation ?
- Quel est le devenir du follicule de De Graaf ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

- Le synonyme de spermatophytes est phanérogames (ou spermatophytes).
- a) Schéma du sac embryonnaire (Confer l'exercice du Bac D).
b) oosphère : n ; synergides : n chacune ; antipodes : n (chacune) ; noyaux du sac : 2n.
- Les conditions externes de la germination de la graine sont : la température, l'humidité, la lumière, le PH et l'aération.
- Ovule des spermatophytes : c'est un macrosporange dans lequel se différencie un sac embryonnaire contenant l'oosphère (véritable gamète femelle).
- Rétablissement de la diploïdie, réveil physiologique et détermination du sexe. La fécondation interne car elle se déroule dans les voies génitales femelles, la trompe chez les mammifères.
- Les étapes de la fécondation sont : le rapprochement des gamètes, la pénétration du spermatozoïde (ou monospermie) et la caryogamie.

EXERCICE 2

- Les tubes séminifères ont pour rôle de produire les spermatozoïdes, il s'agit d'une fonction exocrine. Les ilots interstitiels ont pour rôle de produire la testostérone, il s'agit d'une fonction endocrine.
- FSH : hormone folliculostimulante ; LH : hormone lutéinisante ; HCG : gonadotrophine chorionique humaine ; FIVETE : Fécondation In Vitro et Transfert d'Embryons.

EXERCICE 3

- Les caractères étudiés sont la couleur de la fleur et la forme de la graine.
- Il s'agit d'un dihybridisme.
- Les allèles "rouge" (R) et "blanc" (B) sont codominants d'où rose (RB). L'allèle "lisse" (L) domine l'allèle "ridée" (l). L'hérédité étant autosomale, on a :
Génotypes des parents : $P_1 = RRLl$; $P_2 = BBll$; Génotype de $F_1 = RBLl$.
- Résultats de l'autofécondation $F_1 \times F_1 \Rightarrow RBLl \times RBLl$.

Gamètes de F_1 : RL, Rl, BL et Bl

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	RL	Rl	BL	Bl
RL	RRLl [RL]	RRLl [RL]	RBLl [RBL]	RBlL [RBL]
Rl	RRLl [RL]	RRII [RI]	RBLl [RBL]	RBIl [RBI]
BL	RBLl [RBL]	RBLl [RBL]	BBll [BL]	BBIl [BL]
Bl	RBLl [RBL]	RBIl [RBI]	BBIl [BL]	BBII [BI]

Bilan : $3/8$ [RBL] ; $1/8$ [RBI] ; $3/16$ [RL] ; $3/16$ [BL] ; $1/16$ [BI] ; $1/16$ [RI]

NB : On suppose que les gènes sont indépendants.

BACCALAUREAT SERIE D 2018**EXERCICE 1**

- Après avoir défini un follicule, faites les schémas annotés des cinq types de follicules (primordial, primaire, secondaire, tertiaire et de De Graaf).
- Quels sont les caractéristiques qui permettent de les reconnaître ?
- A quelle période de la vie de la femme apparaît chacun de ces types de follicules ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de l'augmentation de leur taille ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de leur maturation ?
- Quel est le devenir du follicule de De Graaf ?

EXERCICE 2

Le dosage de la quantité d'ADN présents dans une cellule en division.

Temps	0h	1h
Quantité d'ADN	8	8

- Tracez la courbe d'évolution de la quantité d'ADN.
- Sachant que pour ces cellules, la mitose représente 75% du cycle cellulaire.
- Évaluez le cycle cellulaire.
- Interprétez les variations.

Un homme à vision normale a eu des enfants aux yeux bruns, mais tous les garçons sont daltoniens. L'arbre généalogique est représenté par l'arbre général.

I
II
III

BL
BL

- Sachant que les deux parents ont une vision normale, quel est l'allèle dominant contrôlant la vision ?
- a) Quelle hypothèse pouvez-vous émettre pour expliquer la transmission de la daltonie ?
b) Quel est l'allèle dominant contrôlant la vision ?
- Pensez-vous que les deux parents ont des enfants daltoniens ?
- A partir des hypothèses énoncées, faites l'échiquier théorique de croisement et indiquez les génotypes et phénotypes des enfants qui pourraient naître.
- Quels seraient les risques de transmission de la daltonie à leurs enfants ?

EXERCICE 2

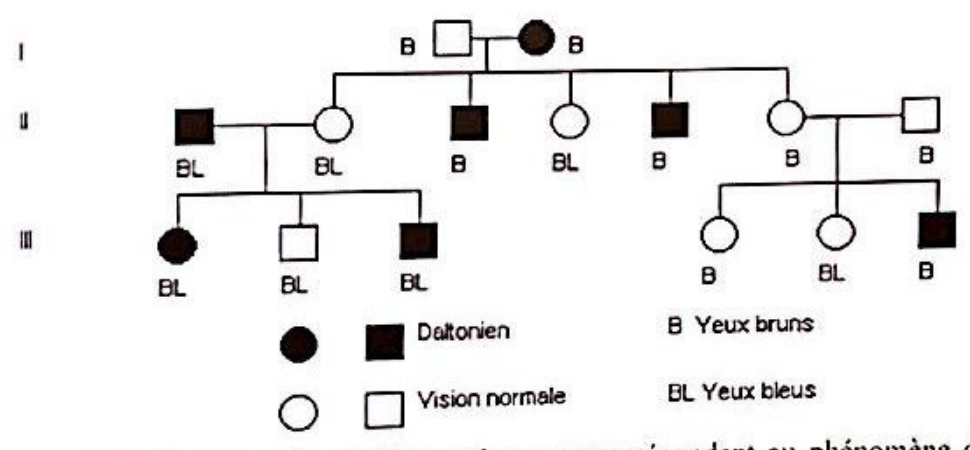
Le dosage de la quantité d'ADN contenue dans le noyau puis dans chacun des lots de chromosomes présents dans une cellule en division a donné les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Temps	0h	1h	1h45	1h50	3h	5h30	7h	9h	10h	12h	13h45	13h50	15h
Quantité d'ADN	8	8	8	4	4	4	5	7	8	8	8	4	4

- Tracez la courbe d'évolution du taux d'ADN en fonction du temps.
- Sachant que pour ces cellules, la mitose dure environ une heure, que la prophase et la métaphase représentent 75% du temps de la division, indiquez sur le graphique le début et la fin d'une mitose.
- Évaluez le cycle cellulaire.
- Interprétez les variations des taux d'ADN observés entre la 2^{ème} et la 14^{ème} heures.

PROBLEME

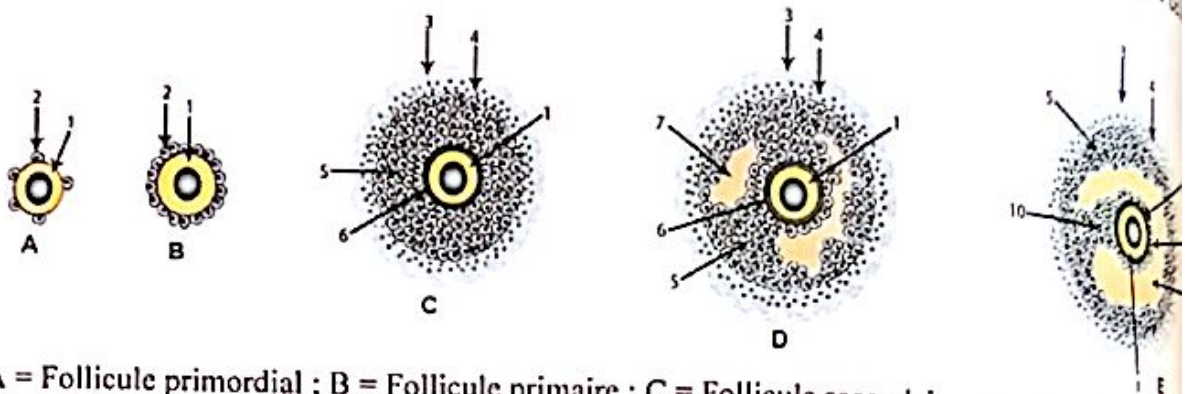
Un homme à vision normale aux yeux bruns épouse une femme daltonienne aux yeux bruns. Ils ont des enfants aux yeux bruns et des enfants aux yeux bleus, et ceci quel que soit le sexe des enfants ; mais tous les garçons sont daltoniens et toutes les filles sont à vision normale. Leur descendance est représentée par l'arbre généalogique suivant :



- Sachant que les deux couples d'allèles mis en cause répondent au phénomène de dominance absolue. Quel est l'allèle dominant pour la couleur des yeux ?
- a) Quelle hypothèse plausible pouvez-vous faire en ce qui concerne la localisation de gène contrôlant la vision ?
b) Quel est l'allèle dominant pour ce gène ?
- Pensez-vous que les deux gènes sont liés ?
- A partir des hypothèses retenues, donnez le génotype des parents (I) et les pourcentages théoriques des enfants de chaque type que ce couple devrait avoir (construire pour cela l'échiquier théorique du croisement).
- Quels seraient les génotypes d'un autre type pour que théoriquement la moitié des enfants puissent avoir les yeux bleus, l'autre moitié les yeux marrons, et que la moitié seulement des enfants soient daltoniens, les filles étant toutes à vision normale ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Follicule : c'est une structure ovarienne constituée d'un ovocyte entouré de quelques cellules folliculaires. Schémas des cinq types de follicules :

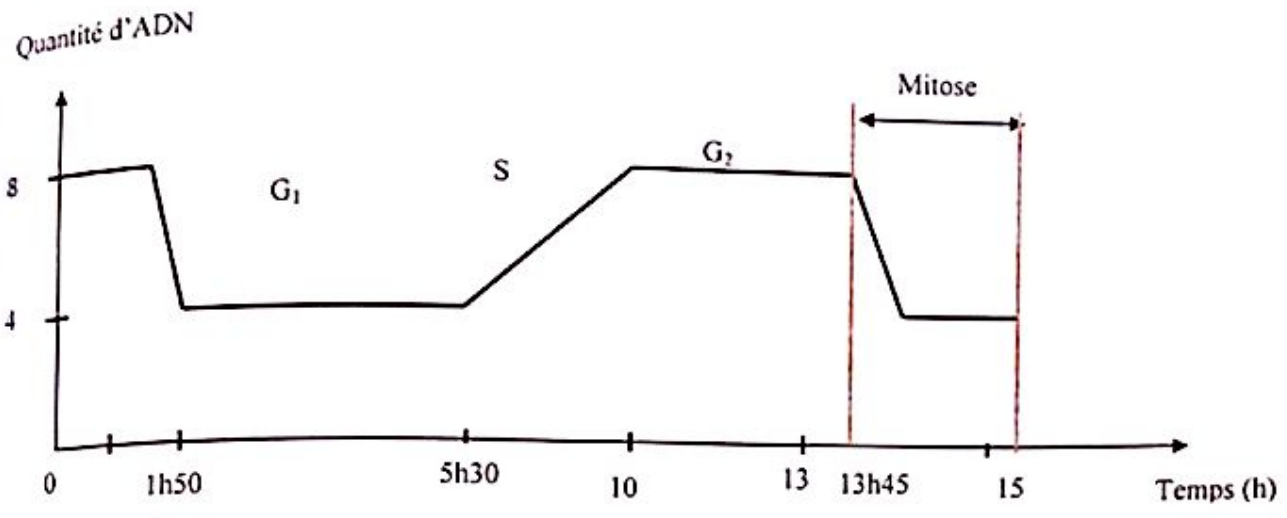


A = Follicule primordial ; B = Follicule primaire ; C = Follicule secondaire ; D = Follicule tertiaire ; E = Follicule mûr ou de De Graaf ; 1 = Ovocyte ; 2 = Cellule folliculaire ; 3 = Thèque externe ; 4 = Thèque interne ; 5 = Granulosa ; 6 = Zone pellucide ; 7 = cavité folliculaire ; 8 = Corona radiata ; 9 = Capsule folliculaire ou antrum ; 10 = Cumulus oophorus.

2. Les caractéristiques qui permettent de reconnaître ces follicules :
- **Follicule primordial** : il est constitué d'un ovocyte 1 entouré de quelques cellules folliculaires aplaties non jointives. Ces follicules très nombreux sont formés au cours de la vie fœtale.
 - **Follicule primaire** : il est formé d'une couronne de cellules folliculaires entourant l'ovocyte.
 - **Follicule secondaire ou plein** : l'ovocyte 1 y est plus grand et il est entouré par une capsule cellulaire homogène, la zone pellucide ; les cellules folliculaires sont disposées en 2 à 3 couches : elles constituent la granulosa ; le tissu environnant se modifie pour former une capsule riche en cellules sécrétrices et en vaisseaux sanguins : la thèque interne.
 - **Follicule tertiaire ou cavitaire ou antral** : la granulosa se creuse des cavités remplies de liquide folliculaire ; à la périphérie se forme une deuxième capsule ou thèque externe formée de tissu conjonctif fibreux, au rôle protecteur.
 - **Follicule mûr ou de De Graaf** : c'est une vésicule transparente qui fait saillie à la surface de l'ovaire ; la cavité antrale s'est considérablement agrandie et refoule à la périphérie l'ovocyte et les cellules folliculaires qui l'entourent. Cette éminence constitue le cumulus oophorus ; la couche des cellules qui entoure l'ovocyte est la corona radiata.
3. Les follicules primordiaux sont présents à la naissance de la jeune fille (environ 400.000 dans les ovaires), ils persistent à ce stade jusqu'à la puberté ;
Trois à quatre mois avant un cycle, une dizaine des follicules primordiaux évoluent pour devenir des follicules primaires, secondaires puis tertiaires.
La phase folliculaire de chaque cycle débute par l'entrée en croissance rapide de l'ovocyte et des follicules tertiaires, qui devient un follicule mûr.
4. L'augmentation de la taille des follicules est due à la prolifération des cellules folliculaires (sous le contrôle de FSH).
5. La maturation des follicules est due à la FSH (hormone folliculostimulante).
6. Le follicule de De Graaf devient le corps jaune (après ovulation).

EXERCICE 2

1) Courbe d'évolution de la quantité d'ADN en fonction du temps :



- 2) Début de la mitose (13h45) ; fin de la mitose ((15h00) (confer le graphique)
- 3) Evaluons le cycle cellulaire : $CC = 15h00 - 1h50 = 13h10$
- 4) Interprétation de la variation du taux d'ADN :
 - 2h à 5h30 : C'est la première phase de croissance cellulaire (G1) où la quantité d'ADN est constante ;
 - 5h30 à 10h00 : C'est la phase de synthèse d'ADN (S) où la quantité d'ADN augmente progressivement et double ;
 - 10h00 à 13h45 : C'est la deuxième phase de croissance cellulaire (G2) où la quantité d'ADN est maintenue constante mais double ;
 - 13h45 à 14h00 : C'est la mitose (M) où il se produit une répartition équitable de la quantité d'ADN dans les deux cellules filles.

PROBLEME

1. L'allèle dominant pour la couleur des yeux est l'allèle "brun" (car les parents ont tous les deux les yeux bruns et dans la descendance, il y a apparition d'un nouveau caractère bleu, récessif ou masqué chez les parents).
2. a) le gène contrôlant la vision est porté par le chromosome sexuel X (car les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants femelles ont hérité le caractère de leur père, il s'agit d'un criss-cross). b) L'allèle dominant pour ce gène est l'allèle à vision normale (car le couple (II₆, II₇) apparemment sain a donné naissance à un enfant daltonien III₆).
3. Les deux gènes ne sont pas liés (le gène contrôlant la vision est liée au sexe et le gène responsable de la couleur des yeux est autosomal).
4. Génotypes des parents (1) : symbolisme des allèles

Pour le daltonisme { allèle normal : D ; Pour la vision { Brun : B
 { allèle morbide : d ; { bleu : b
 Génotype de I₁ : BbX_DY ; Génotype de I₂ : BbX_dX_d
 Gamètes de I₁ : BX_D ; bY ; bX_D ; bY. Gamètes de I₂ : BX_d ; bX_d

Echiquier de croisement :

I ₁ x I ₂	BX _D	bX _D	BY	bY
BX _d	BBX _D X _d ♀ [BD]	BBX _D X _d ♀ [BD]	BBX _d Y ♂ [Bd]	BbX _d Y ♂ [Bd]
bX _d	BBX _D X _d ♀ [BD]	bbX _D X _d ♀ [bD]	BbX _d Y ♂ [Bd]	bbX _d Y ♂ [bd]

$$\text{Bilan : } \begin{matrix} \text{♀} \\ \text{♂} \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \frac{3}{8} [BD] \\ \frac{1}{8} [bD] \end{matrix} \right. ; \begin{matrix} \frac{3}{8} [Bd] \\ \frac{1}{8} [bd] \end{matrix}$$

$$5. \text{ M\^a}le P_1 \times \text{femelle } P_2 \Rightarrow \left\{ \begin{matrix} \frac{1}{2} [b]; \frac{1}{2} [B] \\ \frac{1}{2} [d]; 100\% [D] \text{ filles} \end{matrix} \right.$$

- G\^e`ne responsable de la couleur des yeux : les r\^e`sultats sont conformes au test-croisement monohybridisme d'o`u : Bb x bb
- G\^e`ne responsable de la vision : le fait que les filles soient toutes \`a vision normale alors que leur p\^e`re est \`a vision normale, par contre la m\^e`re est daltonienne d'o`u : M\^a}le P₁ : X_DY ; F₂ P₂ : X_dX_d

Les g\^e`notypes de ce couple sont : P₁ = BbX_DY et P₂ = bbX_dX_d ou P₁ = bbX_DY et BbX_dX_d

V\^e`rification : BbX_DY x bbX_dX_d
Gam\^e`tes de P₁ : BX_D ; BY ; bX_D ; bY. Gam\^e`te de P₂ : bX_d

Echiquier de croisement :

P ₁ x P ₂	BX _D	BY	bX _D	bY
bX _d	BbX _D X _d ♀ [BD]	BbX _d Y ♂ [Bd]	bbX _D X _d ♀ [bD]	bbX _d Y ♂ [bd]

$$\text{Bilan : } \left\{ \begin{matrix} \frac{1}{2} [b]; \frac{1}{2} [B] \\ \frac{1}{2} [d]; 100\% [D] \text{ filles} \end{matrix} \right. \quad \text{Ces proportions v\^e`rifient les r\^e`sultats.}$$

BACCALAUREAT SERIE D 2018 / 2^{me} SERIE

EXERCICE 1

- 1) A l'aide des phrases claires et concises, expliquez les mots suivants : mitose, m\^e}l\^e}f\^e}condation.
- 2) Par quel ph\^e`nom\^e`ne biologique passe-t-on :
 - a) D'une cellule somatique \`a des cellules somatiques ?
 - b) D'une cellule somatique \`a des cellules reproductrices ?
 - c) Des cellules reproductrices \`a une cellule somatique ?
 - d) D'une cellule reproductrice \`a des cellules reproductrices ?
- 3) Chez le chat, le nombre de chromosomes est de 38. Ce nombre est de 64 chez le cheval. Quel est le nombre de chromosomes dans une cellule musculaire, r\^e}n\^a}le, dans le spermatozo\^i}de l'ovule ?

EXERCICE 2

Apr\^e}s avoir d\^e}g\^a}g\^e} la diff\^e}rence entre organisme, organe et organite, \`a l'aide du tableau, recopiez et donnez le r\^o}le des \^e}l\^e}ments repr\^e}s\^e}nt\^e}s sur le document ci-contre :

El\^e}ments	Noms	R\^o}les ou fonctions



EXERCICE 3

Un éleveur a croisé 2 variétés pures de poules :

- Premier croisement : il a croisé une poule au plumage noir uni avec un coq au plumage barré. En F_1 il obtient 100% des individus à plumage barré de stries blanches, mâles ou femelles.
 - Deuxième croisement : il a croisé une poule au plumage barré avec un coq noir uni. En F_1 , tous les mâles ont le plumage barré de stries blanches et toutes les femelles ont le plumage noir uni.
- 1) Ces deux résultats sont-ils l'un et l'autre, conformes aux lois de Mendel ? Justifiez votre réponse.
 - 2) Que peut-on dire de l'allèle noir uni et de l'allèle barré ?
 - 3) Indiquez pour chaque croisement, les génotypes des parents et des individus obtenus en F_1 .

SOLUTION**EXERCICE 1**

- 1) Mitose : c'est une division cellulaire au cours de laquelle une cellule mère donne deux cellules filles identiques. Méiose : c'est une double division cellulaire au cours de laquelle une cellule mère diploïde donne quatre cellules filles haploïdes (génétiquement différentes). Fécondation : c'est la fusion entre un gamète mâle et un gamète femelle, aboutissant à un œuf, point de départ d'un nouvel individu.
- 2) Par le phénomène biologique suivant : a) C'est la mitose. b) C'est la méiose. c) C'est la fécondation. d) C'est la méiose.
- 3) Nombre de chromosomes :

	Cellule musculaire	Cellule rénale	Le spermatozoïde	L'ovule
Chat	$2n = 38$	$2n = 38$	$n = 19$	$n = 19$
Cheval	$2n = 64$	$2n = 64$	$n = 32$	$n = 32$

EXERCICE 2

Organisme	Organe	Organite
Etre vivant animal ou végétal	C'est une partie d'un organisme vivant bien circonscrite dans l'espace, et qui remplit une fonction qui lui est propre. Le cœur, le foie et le pancréas sont des organes.	C'est un compartiment de la cellule délimité par une enveloppe et ayant une fonction particulière dans la cellule. Le noyau, la mitochondrie, le chloroplaste sont des organites.

Éléments	Noms	Rôles ou fonctions
1	Chromatine	C'est le support de l'hérédité
2	Nucléole	Lieu de synthèse des ARN et de l'assemblage des ribosomes
3	Nucléoplasme	C'est le lieu dans lequel se déroulent la transcription et la duplication de l'ADN
4	Enveloppe nucléaire	Elle contrôle les échanges entre le nucléoplasme et le cytoplasme
5	Ribosome	Il assure la synthèse des protéines
6	Mitochondrie	Elle fournit de l'énergie et assure la respiration cellulaire
7	Cytoplasme	C'est le lieu dans lequel se déroule la plupart des réactions biochimiques, notamment la synthèse des protéines

EXERCICE 3

- 1) Premier croisement : il est conforme à la première loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de la première génération), car la F_1 est homogène. Deuxième croisement : il fait exception à la première loi de Mendel, car la F_1 est hétérogène.
- 2) L'allèle "noir uni" est récessif et l'allèle "barré" est dominant.

3) Génotypes des parents et des individus de F_1 : Symbolisme des allèles : barré \rightarrow B ; noir
 Le deuxième croisement indique que l'hérédité est gonosomale, car les descendants mâles ont le
 caractère de leur mère et les descendants femelles celui de leur père (il s'agit d'un cross-cross).
 présence des volailles : la femelle est hétérogamétique (XO) et le mâle est homogamétique (XX).

Premier croisement : Génotypes des parents : poule = X_bO ; coq = X_BX_B

$X_bO \times X_BX_B$. Gamètes de la poule : X_b et O ; Gamètes du coq : X_B

Echiquier de croisement :

Parents	X_b	O
X_B	X_BX_b ½ [B] mâles	X_BO ½ [B] femelles

Génotypes de F_1 { Mâles : X_BX_b
 Femelles : X_BO

Deuxième croisement : Génotypes des parents : poule = X_BO ; coq = X_bX_b
 $X_BO \times X_bX_b$. Gamètes de la poule : X_B et O . Gamètes du coq : X_b

Echiquier de croisement :

Parents	X_B	O
X_b	X_BX_b ½ [B] mâles	X_bO ½ [b] femelles

Génotypes de F_1 { Mâles : X_BX_b
 Femelles : X_bO

BACCALAUREAT SERIE D 2019

EXERCICE 1

A. Soit la séquence des nucléotides d'un gène représenté ci-dessous.

Brin d'ADN transcrit : T - A - C - G - A - C - C - A - C - C - T - C - T - C - C - A - C - C - A - C

Sens de lecture \rightarrow 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

- Représentez les anticodons de cette séquence.
 - De quelle molécule polypeptidique ce gène gouverne-t-il la synthèse ?
 - Quelle conséquence aurait sur la structure de ce polypeptide, la substitution sur le brin d'ADN transcrit, du nucléotide de la position 4 par un nucléotide à adénine ? Quelle particularité de l'information génétique ce résultat met en évidence ?
 - Quelle conséquence aurait sur ce polypeptide, l'incorporation sur le brin d'ADN transcrit, d'un nucléotide à thymine entre 6 et 7 et la disparition du nucléotide à cytosine de la position 21 ?
 - Le support ou le matériel génétique doit posséder quatre (4) caractéristiques. Lesquelles ?
- B. Le dosage de la quantité d'ADN dans les noyaux des cellules appartenant à différentes espèces donne les résultats représentés dans le tableau ci-dessous :

Quantité d'ADN/Espèces	Dans les cellules du foie	Dans les cellules du rein	Dans les cellules du sang	Dans les spermatozoïdes
Coq	25.10^{-13}	24.10^{-13}	26.10^{-13}	13.10^{-13}
Taureau	65.10^{-13}	65.10^{-13}	68.10^{-13}	33.10^{-13}
Truite	53.10^{-13}	58.10^{-13}	58.10^{-13}	27.10^{-13}
Homme	50.10^{-13}	50.10^{-13}	50.10^{-13}	25.10^{-13}

- Définissez les mots suivants : Cellule et Espèce.
- Analysez ce tableau. Puis dites la particularité que les spermatozoïdes dégagent de ces valeurs.
- Existe-t-il pour ces cellules deux modes de division ? si oui, lesquelles ?
- Nommez la cellule sanguine qui est dépourvue du noyau.
- Quel rapport y-t-il entre la quantité d'ADN et le nombre $2n$ de chromosomes ?
- Quelles sont les origines de l'acrosome et du flagelle ?
- Pourquoi dit-on que les spermatozoïdes sont des cellules spécialisées ?
- Faites une étude comparative de spermatogenèse et de l'ovogenèse.

EXERCICE 2

- A. Expliquez comment la méiose et la fécondation permettent le maintien du caryotype dans les générations successives. Votre exposé s'appuiera sur l'exemple d'une espèce haploïde à 3 chromosomes ($n = 3$).
- B. a) A partir d'une mégaspore, indiquez comment se forme le sac embryonnaire et faites-en des schémas annotés. Puis, donnez une représentation schématique d'un grain de pollen. Quel est le degré de ploïdie de chacun des noyaux qui les constituent ? Pourquoi ?
b) Pourquoi dit-on qu'un sac embryonnaire est monosporique ? est tétrasporique ?
- C. Quelles sont les conditions internes et externes de la germination d'une graine ?

PROBLEME

- 1) Certaines hirondelles peuvent avoir des yeux rouges et d'autres des yeux blancs. Le croisement d'une hirondelle femelle aux yeux blancs avec un mâle aux yeux rouges donne une descendance dans laquelle tous les oisillons ont des yeux rouges. Quelles conclusions tirez-vous sur la pureté des gamètes des parents et sur la dominance des caractères ?
- 2) Le croisement d'une hirondelle mâle aux yeux blancs avec une hirondelle femelle aux yeux rouges donne :
- 312 femelles de type parental (blanc) ;
 - 302 mâles de type parental (rouge).
- Interprétez ces résultats (hypothèse-croisement-résultat-conclusion).
- 3) On croise une hirondelle femelle aux yeux blancs et rugueux avec un mâle aux yeux rouges et lisses. Les descendants de la première génération (F_1) ont tous les yeux rouges et lisses.

Une femelle F_1 est croisée avec un mâle double récessif. Les phénotypes de 800 descendants se répartissent en :

- 401 femelles aux yeux blancs et rugueux ;
- 399 mâles aux yeux rouges et lisses.

Interprétez ces résultats en tenant compte des déductions précédentes (hypothèse-croisement-résultat). Quelles conclusions tirez-vous sur la localisation des gènes responsables des caractères ci-dessus cités.

SOLUTION DU BACCALAUREAT SERIE D 2019**EXERCICE 1**

- A. a) Les anticodons de cette séquence sont : UAC GAC CAC CUC UCC ACC GAC
- b) Déterminons la molécule polypeptidique synthétisée par ce gène.
ARNm : AUG CUG GUG GAG AGG UGG CUG
Polypeptide : Met - Leu - Val - Glu - Arg - Trp - Leu
- c) Déterminons la conséquence suite à la substitution sur le brin d'ADN transcrit, du nucléotide de la position 4 par un nucléotide à adénine.
ADN muté : TAC AAC CAC CTC TCC ACC GAC
ARNm muté : AUG UUG GUG GAG AGG UGG CUG
Polypeptide mutée : Met - Leu - Val - Glu - Arg - Trp - Leu
Le polypeptide produit après la mutation est identique à celui d'avant la mutation, il s'agit d'une mutation silencieuse, alors il n'y a pas de conséquence.
La particularité de l'information génétique mise en évidence est la redondance du code génétique.
- d) Déterminons la conséquence suite à l'incorporation sur le brin d'ADN transcrit, d'un nucléotide à thymine entre 6 et 7 et la disparition du nucléotide à cytosine de la position 21.
ADN muté : TAC GAC TCA CCT CTC CAC CGA
ARNm muté : AUG CUG AGU GGA GAG GUG GCU
Polypeptide muté : Met - Leu - Ser - Gly - Glu - Val - Ala
Le polypeptide produit est différent de l'initial (à partir de la première mutation). Il s'agit d'une mutation faux-sens.
- e) Les quatre (4) caractéristiques du support ou du matériel génétique sont :
- il assure la transmission des caractères ;

- il est responsable des variations héréditaires qui commandent l'évolution ;
- il assure la régulation de certaines fonctions cellulaires ;
- il détermine la synthèse des protéines.

B. 1) Définition des mots :

- Cellule : c'est une unité de base, structurelle et fonctionnelle de tous les êtres vivants.
- Espèce : c'est un ensemble d'individus interféconds.

2) Analyse de ce tableau : les résultats de ce tableau montrent que la quantité d'ADN dans les cellules somatiques d'une espèce est la même mais elle est le double de la quantité d'ADN dans les cellules germinales (spermatozoïdes).
La particularité que les spermatozoïdes dégagent de ces valeurs est qu'ils sont haploïdes (un seul jeu de chromosomes).

3) Oui, il existe deux modes de division pour ces cellules : mitose pour les cellules somatiques et méiose pour les cellules germinales.

4) La cellule sanguine dépourvue du noyau est l'hématie (globule rouge).

5) Le nombre $2n$ de chromosomes est l'équivalent de la quantité d'ADN.

6) L'acrosome provient de l'appareil de Golgi (lors de la différenciation) ; le flagelle provient du centriole (centriole distal).

7) Les spermatozoïdes sont des cellules spécialisées pour des raisons suivantes :

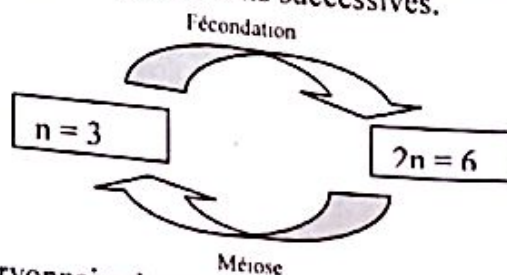
- ils sont mobiles et possèdent de l'acrosome ;
- ils ont une forme allongée alors que la plupart des cellules animales ont une forme arrondie ;
- leur noyau est également allongée contrairement aux autres noyaux des cellules animales ;
- ils subissent beaucoup de transformations partant des spermatides.

8) Etude comparative de la spermatogenèse et de l'ovogenèse

Caractéristiques Spécifiques	Spermatogenèse	Ovogenèse	Caractéristiques communes
Gamète	Spermatozoïde	Ovule	Ces processus contribuent à la formation des gamètes haploïdes
Début	A la puberté	A la vie embryonnaire	
Fin	A la mort	A la ménopause	
Rythme de production	Continu et permanent	Discontinu et cyclique	
Délai de production (âge du gamète)	Environ 74 jours	Age de la femme + quelques mois	
Quantité des gamètes	300 millions par ml de sperme environ	1 par cycle, rarement 2 par cycle	
Organe	Testicules (tubes séminifères)	Ovaires (follicules)	
Nombre de gamètes produits	4 spermatozoïdes	1 ovule	
Nombre de phases	4	3	

EXERCICE 2

- A. Pour une espèce haploïde de 3 chromosomes ($n = 3$), la méiose succède la fécondation. La fécondation permet d'obtenir un œuf ou zygote diploïde ($2n = 6$). Cet œuf à son tour subit la méiose pour former des individus haploïdes de 3 chromosomes ($n = 3$). Ce qui contribue au maintien du caryotype dans les générations successives.



- B. Formation du sac embryonnaire à partir d'un mégaspore : une mégaspore diploïde subit trois mitoses successives puis le cloisonnement pour donner un sac embryonnaire.

Faisons les schémas annotés de la formation du sac embryonnaire à partir de la mégaspore.

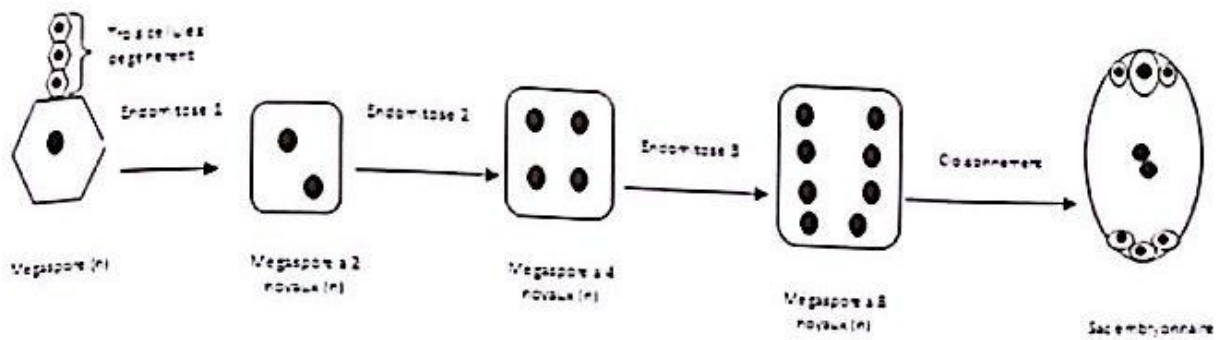
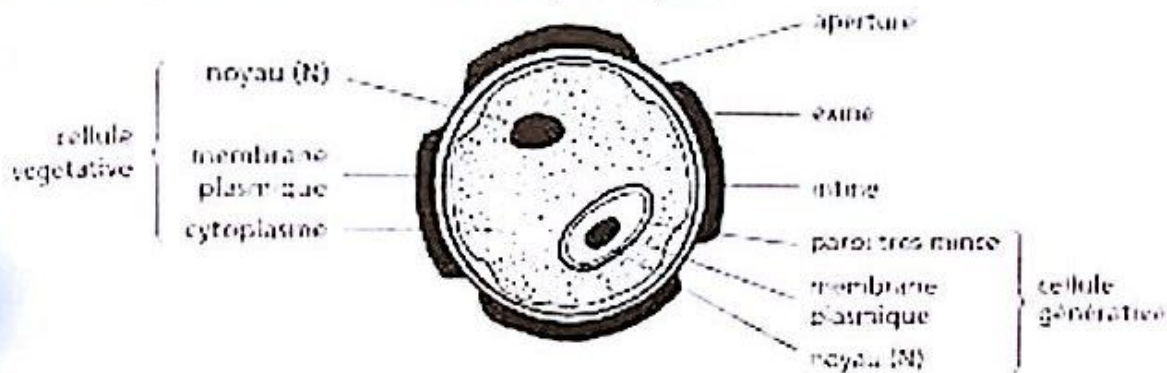


Schéma de la macrosporogénèse à partir d'une mégaspore

Donnons une représentation schématique d'un grain de pollen



La structure du grain de pollen.

Le degré de ploïdie de chacun des noyaux que constitue le grain de pollen est de n chromosomes ; car ces noyaux sont issus de la méiose.

b) Le sac embryonnaire est monosporique car il est issu d'une seule mégaspore. Il est tétrasporique car il est issu de quatre (4) macrospores.

C. Les conditions internes de la germination d'une graine sont :

- la maturité : la graine doit être mûre ;
- la santé : la graine doit être saine et intacte ;
- la longévité : la graine ne doit pas perdre son pouvoir germinatif (avec un tégument perméable à l'eau et à l'oxygène).

Les conditions externes de la germination d'une graine sont :

- Le sol doit être humide ;
- Le sol doit être aéré ;
- La température du sol doit être optimale (favorable) ;
- Le pH du sol doit être approprié.

PROBLEME

1) Conclusions sur la pureté des gamètes des parents et sur la dominance des caractères

- Les parents croisés diffèrent par un couple de caractères, il s'agit d'un monohybridisme.
- La F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité de la génération F_1 ».
- Les parents croisés sont de race pure ;
- Le caractère « rouges » (R) domine le caractère « blancs » (r).

2) Interprétons ces résultats (hypothèse-croisement-résultat-conclusion)

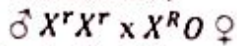
Hypothèse :

- Calculons les proportions statistiques :

$$T = 614 ; \varphi[r] = \frac{312}{614} \times 100 = 50\% ; \sigma[r] = \frac{302}{614} \times 100 = 50\%$$

- La F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants femelles ont le phénotype de leur père et les descendants mâles ont le phénotype de leur mère. Il s'agit d'un criss-cross alors le gène responsable de la coloration des yeux est porté par le chromosome sexuel X ou Z.
- Chez les volailles, la femelle est homogamétique (XX ou ZZ) et le mâle est hétérogamétique (XO ou ZW).

Croisement :



Gamètes du σ : X^r ; gamètes de la φ : X^R et O

Grille de croisement de Punnett

$\varphi \times \sigma$	X^R	O
X^r	$X^R X^r \sigma [R]$	$X^r O \varphi [r]$

Résultats : $\frac{1}{2} \sigma [R]$ et $\frac{1}{2} \varphi [r]$

Conclusion : ces résultats statistiques sont conformes aux résultats théoriques, alors le gène responsable de la coloration des yeux est gonosomal.

- 3) Interprétons ces résultats en tenant compte des déductions précédentes (hypothèse-croisement résultat).

Premier croisement :

Hypothèse

- L'étude porte sur deux caractères : coloration des yeux (rouge ou blanc) et aspect des yeux (lisse ou rugueux).
- La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité de la génération F_1 », ce qui montre que les caractères « rouge » (R) et « lisse » (L) dominent respectivement sur les caractères « blanc » (r) et « rugueux » (l).

Deuxième croisement :

Hypothèse

- Calculons les proportions statistiques de F_2 :

$$T = 800 ; \varphi[r] = \frac{401}{800} \times 100 = 50\% ; \sigma[RL] = \frac{399}{800} \times 100 = 50\%$$

Ces proportions sont conformes à celles du test-cross du monohybridisme, ce qui montre que les gènes responsables des caractères étudiés sont totalement liés (portés par le chromosome sexuel X).

Croisement :

Gamètes de la φ : X_L^r et O ; gamètes du σ : X_L^R

Carré de Punnett

$\varphi \times \sigma$	X_L^r	O
X_L^R	$X_L^R X_L^r \sigma [RL]$	$X_L^R O \varphi [R]$

Résultats : 100% [RL] $\left\{ \begin{array}{l} 50\% \sigma \\ 50\% \varphi \end{array} \right.$

$\varphi F_1 X_L^R O \times X_L^r X_L^r \sigma$

Gamètes de la φF_1 : X_L^R et O ; gamète du σ : X_L^r

Carré de Punnett de F_2

$\varphi F_1 \times \sigma$	X_L^r	O
X_L^R	$X_L^R X_L^r \sigma [RL]$	$X_L^R O \varphi [R]$

Résultats : $\frac{1}{2} \sigma [RL]$ et $\frac{1}{2} \varphi [r]$

Conclusions : ces résultats statistiques sont conformes aux résultats théoriques, ce qui montre que les gènes étudiés sont totalement liés sur le chromosome sexuel X.

BACCALAUREAT SERIE D 2019 / 2^{ème} SERIE**EXERCICE 1**

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par son hormone GnRH, l'hypophyse à son tour contrôle l'ovaire par ses hormones H₁ et H₂. Et l'ovaire, grâce à ses hormones H₃ et H₄ agit sur les organes cibles ou organes effecteurs.

1. Que signifie GnRH ?
2. A quoi correspondent H₁, H₂, H₃ et H₄ sachant que dans un cycle de 28 jours, le pic de H₄ se situe entre le 11^e et le 13^e jour ; le pic de décharge de H₂ et surtout celui de H₁ se produit le 13^{ème} jour.
3. Donnez les noms des cellules ou tissus responsables de la synthèse de H₁, H₂, H₃ et H₄.
4. Indiquez les rôles respectifs de H₁, H₂, H₃ et H₄.
5. Déterminer l'action de H₃ sur les taux de H₁ et H₂ dans la deuxième moitié du cycle ovarien.

EXERCICE 2

On croise entre elles deux lignées pures de maïs, l'une à grains colorés et pleins (1), l'autre à grains incolores et déprimés (2). Ce croisement donne en F₁ des grains sont colorés et pleins.

- 1) Quelles indications nous donne le résultat de la F₁ ?
- 2) Les individus de F₁ sont soumis à un back-cross.
 - a) En quoi consiste ce type de croisement ?
 - b) Indiquez les phénotypes obtenus et leurs pourcentages respectifs en supposant que les gènes des parents étaient indépendants.
 - c) Effectuez le même travail (qu'en b) en supposant que ces gènes étaient liés entre eux.
- 3) Les résultats obtenus à l'issue de ce back-cross sont les suivants :
 - 4032 grains colorés, pleins ;
 - 4035 grains incolores, déprimés ;
 - 149 grains colorés, déprimés ;
 - 152 grains incolores, pleins.
 Interprétez ces résultats en illustrant vos réponses.

SOLUTION DU BACCALAUREAT SERIE D 2019 / 2^{ème} SERIE**EXERCICE 1**

- a) GnRH signifie Gonadotrophine Releasing Hormone (Gonadolibérine en Français).
- b) H₁ = LH ; H₂ = FSH ; H₃ = progestérone ; H₄ = oestradiol.
- c) Noms des cellules ou tissus responsables de la synthèse de ces hormones

Hormones	Tissus sécréteurs
H ₁	Antéhypophyse
H ₂	Antéhypophyse
H ₃	Corps jaune
H ₄	Follicule et corps jaune

d) Rôles

Hormones	Rôles
H ₁	Provoque l'ovulation et l'hypertrophie du corps jaune et par conséquent la sécrétion de progestérone
H ₂	Stimule la croissance et la maturation des follicules et par conséquent la sécrétion d'oestradiol
H ₃	Stimule la formation de dentelle utérine et la mise en place des vaisseaux sanguins (elle est indispensable à la grossesse).

H₁

Induit les caractères sexuels secondaires, stimule la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre.

- e) L'élévation du taux de H₃ provoque la baisse des taux de H₁ et H₂ (retrocontrôle négatif).

EXERCICE 2

- 1) Les indications que nous donne le résultat de F₁ : la F₁ est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée (loi d'uniformité des hybrides de F₁). Caractères dominants : colorés et pleins (P) ; déprimés (p).
 - a) Ce type de croisement consiste à croiser F₁ x P₂.
 - b) Si les gènes sont indépendants, on aura les phénotypes suivants : [CP] ; [Cp] ; [cP] ; [cp]. Dans les pourcentages de 25% [CP] ; 25% [Cp] ; 25% [cP] ; 25% [cp].
 - c) Si les gènes sont liés, on aura les phénotypes suivants : [CP] et [cp]. Dans les pourcentages de 50% [CP] et 50% [cp].
- 3) Interprétation des résultats en illustrant les réponses :
Calculer les proportions statistiques.
 $\sum \%PP = 96,40\% > \sum \%PR = 3,59\%$: Il s'est produit un crossing-over chez l'hybride lors de la formation des gamètes. Illustration du crossing-over et l'échiquier de croisement (à réaliser).

BAC CALAUREAT SERIE D 2020

EXERCICE 1

Voici un fragment d'ADN avec un certain nombre de nucléotides.

ADN : CCAGAGACGTTCCATAGTACT

1. Qu'est-ce qu'un nucléotide ?
2. Combien de sortes de nucléotides existent-ils dans ce fragment ? Lesquels ?
3. Comment reconnaître qu'il s'agit d'une chaîne d'ADN et non d'ARN ?
4. Déterminer la séquence du fragment d'ARNm correspondant. Combien de codons trouvez-vous ?
5. Donner le polypeptide formé à partir de ce brin d'ARNm.
6. Quel sera le polypeptide formé en cas de délétion du 7^{ème} nucléotide ?
7. Quel sera le polypeptide formé en cas de substitution du 14^{ème} nucléotide par G ?

EXERCICE 2

1. Après avoir schématisé spermatozoïde et ovule (ovocyte II), comparer ces deux cellules sexuelles dans un tableau.
2. Citez dans l'ordre chronologique les différentes étapes de la spermatogenèse, puis donnez la composition et la garniture chromosomique des cellules obtenues dans chaque étape.
3. Citez trois principales conséquences de la fécondation dans l'espèce humaine.
4. Quelles différences y a-t-il entre spermatogenèse et ovogenèse ?
5. Pourquoi dit-on que les spermatozoïdes sont des cellules très différenciées ?
6. Quelle est l'origine et quel est le rôle de l'acrosome ?

PROBLEME DE GENETIQUE

1. On croise deux souches de drosophiles, l'une aux ailes longues et aux yeux rouges, l'autre aux ailes vestigiales et aux yeux bruns. Les individus F1 obtenus ont tous des ailes longues et des yeux rouges.
 - a) Quelles conclusions pouvez-vous dégager de ces résultats ?
 - b) En déduire les génotypes des parents et ceux des individus obtenus en F1. Proposez deux hypothèses.
2. Le croisement d'un mâle F1 avec une femelle aux ailes vestigiales et aux yeux bruns donne :
 - 478 drosophiles aux ailes longues et aux yeux rouges ;
 - 482 drosophiles aux ailes vestigiales et aux yeux bruns.
 - a) Exprimer ces phénotypes en pourcentages.
 - b) Comment expliquez-vous de tels résultats ?
 - c) Qu'en déduisez-vous quant à la localisation des gènes ?
 - d) Faites l'interprétation chromosomique du croisement effectué.
3. Cependant, le croisement d'une femelle F1 avec un mâle aux ailes vestigiales et aux yeux bruns donne naissance à :
 - 778 drosophiles aux ailes longues et aux yeux rouges ;
 - 776 drosophiles aux ailes vestigiales et aux yeux bruns ;
 - 367 drosophiles aux ailes longues et aux yeux bruns ;
 - 365 drosophiles aux ailes vestigiales et aux yeux rouges.
 - a) De l'apparition de deux nouveaux phénotypes, que pouvez-vous conclure au sujet de la condition génétique des gamètes de la femelle ?
 - b) Expliquez par des schémas, le mécanisme chromosomique aboutissant à ces résultats.
 - c) Calculez les pourcentages des phénotypes obtenus.
 - d) Quelle précision vous apportent-ils quant à la situation relative des gènes étudiés ?
 - e) Etablir la carte factorielle.

SOLUTION

EXERCIC 1

ADN : CCAGAGACGTTCCATAGTACT

1. Un nucléotide est une molécule formée d'un acide phosphorique, d'un sucre et d'une base azotée.
2. Il existe quatre (4) sortes de nucléotides dans ce fragment. Ce sont :
 - Le nucléotide à adénine ;
 - Le nucléotide à cytosine ;
 - Le nucléotide à guanine ;
 - Le nucléotide à thymine.
3. C'est par la présence de la thymine (T) (ou par l'absence de l'uracile (U)) qu'il s'agit d'une chaîne d'ADN et non de l'ARN.
4. La séquence du fragment d'ARNm correspondant :
GGU CUC UGC AAG GUA UCA UGA
On trouve dans cet ARNm sept (7) codons dont 6 codons sens et 1 codon non sens.

5. Le polypeptide formé à partir de ce brin d'ARNm est :
Gly – Leu – Cys – Lys – Val – Ser
6. Recherche du polypeptide formé en cas de délétion du 7^{ème} nucléotide (A) :
ADN mutant : CCA GAG CGT TCC ATA GTA CT
ARNm mutant : GGU CUC GCA AGG UAU CAU GA
Polypeptide : Gly – Leu – Ala – Arg – Tyr – His
7. Recherche du polypeptide formé en cas de substitution du 14^{ème} nucléotide (A) par G :
ADN mutant : CCA GAG ACG TTC CGT AGT ACT
ARNm mutant : GGU CUC UGC AAG GCA UCA UGA
Polypeptide : Gly – Leu – Cys – Lys – Ala – Ser

EXERCICE 2

1. Schémas de deux cellules sexuelles :
 - Schéma d'un spermatozoïde (confer cours)
 - Schéma d'un ovocyte II (confer cours)

Comparaison d'un spermatozoïde et d'un ovocyte II

Caractéristiques spécifiques	Spermatozoïde	Ovule	Caractéristiques communes
Forme	Allongée	Sphérique	Le spermatozoïde et l'ovule sont des gamètes (haploïdes)
Mobilité	Mobile	Immobil	
Durée de vie	4 jours environ	2 jours environ	
Taille	Petite (60 µm de long chez l'homme)	Grande (100 µm de diamètre chez la femme)	
Emission (espèce humaine)	De la puberté à la mort environ 300 à 500 millions par éjaculat	Cyclique : 1, rarement 2 tous les 28 jours environ de la puberté à la ménopause	
Types de gamètes	2 types (X et Y)	Un seul type (X)	

2. Présentation dans l'ordre chronologique des étapes de la spermatogenèse, des noms et des garnitures chromosomiques des cellules obtenues à chaque étape.

Étapes	Nom de la cellule	Garniture chromosomique
Multiplication	Spermatogonie	2n = 46
Accroissement	Spermatocyte I	2n = 46
Maturation ou méiose	Méiose I	Spermatocyte II
	Méiose II	Spermatide
Différenciation (ou spermiogenèse ou métamorphose)	Spermatozoïde	n = 23

3. Les trois (3) principales conséquences de la fécondation dans l'espèce humaine sont :
 - Le rétablissement de la diploïdie ;
 - Le réveil ou l'activation physiologique de l'ovocyte II ;
 - La détermination du sexe de l'individu.
4. Différences entre spermatogenèse et ovogenèse

Caractéristiques	Spermatogénèse	Ovogénèse
Gamète	Spermatozoïde	Ovule
Début	A la puberté	A la vie embryonnaire
Fin	A la mort	A la ménopause
Rythme de production	Continu et permanent	Discontinu et cyclique
Délai de production (âge du gamète)	Environ 74 jours	Age de la femme + quelques mois
Quantité des gamètes	300 millions par ml de sperme environ	1 par cycle, rarement 2 par cycle
Organe	Testicules (tubes séminifères)	Ovaires (follicules)

PROBLEME DE GENETIQUE

Matériel utilisé : drosophile

Croisement 1 : P1 [long, rouge] x [vestigial, brun] P2 = F1 [long, rouge]

Croisement 2 : ♂F1 [long, rouge] x [vestigial, brun] ♀P2 = F2' 960 $\left\{ \begin{array}{l} 478 \text{ [long, rouge]} \\ 482 \text{ [vestigial, brun]} \end{array} \right.$

Croisement 3 : ♀F1 [long, rouge] x [vestigial, brun] ♂P2 = F2' 2286 $\left\{ \begin{array}{l} 778 \text{ [long, rouge]} \\ 776 \text{ [vestigial, brun]} \\ 367 \text{ [long, brun]} \\ 365 \text{ [vestigial, rouge]} \end{array} \right.$

1. a. Conclusions dégagées du résultat du 1^{er} croisement :

- La F1 est homogène, constituée uniquement des drosophiles à ailes longues et yeux rouges. Ce qui est conforme à la première loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de la première génération).
- D'après la F1, les allèles « long » (L) et « rouge » (R) dominent respectivement les allèles « vestigial » (l) et « brun » (r).
- Les parents croisés sont de race pure.

b. Déduisons les génotypes des parents et ceux de F1 puis proposons des hypothèses :

Puis qu'il n'y a pas de criss-cross, il s'agit d'un dihybridisme autosomal à dominance complète.

- Hypothèse 1 : si les gènes étudiés sont indépendants

P1 : (L/L ; R/R) ; P2 : (l/l ; r/r) ; F1 : (L/l ; R/r).

- Hypothèse 2 : si les gènes étudiés sont liés

P1 : (LR/LR) ; P2 : (lr/lr) ; F1 : (LR/lr).

2. a. Expression des phénotypes en pourcentages :

$$[LR] = 478 \times 100 / 960 = 50\% \text{ soit } 1/2 ;$$

$$[lr] = 482 \times 100 / 960 = 50\% \text{ soit } 1/2$$

b. Explication de tels résultats :

Puisque le mâle est double hétérozygote et la femelle birécessive, il s'agit d'un test-cross (back-cross). Etant donné que le rapport est de 50% et 50%, ce résultat s'explique par la production de deux types équiprobables de gamètes par le mâle de F1.

c. Puisqu'il s'agit d'un cas de dihybridisme autosomal avec dominance complète, de ce rapport de 1 on peut déduire que les gènes étudiés sont liés totalement.

d. Interprétation chromosomique du croisement effectué

♂ F1 (LR//lr) × (lr//lr) ♀

Gamètes de ♂ F1 : (LR/) et (lr/)

Gamète de ♀ : (lr/)

F2' : $\frac{1}{2}$ (LR//lr) [LR] et $\frac{1}{2}$ (lr//lr) [lr]

Ces résultats sont conformes aux données expérimentales.

3. a. L'apparition des deux nouveaux phénotypes nous permet de déduire, suite à la production de gamètes, qu'il y a recombinaison des allèles chez la femelle F1.

b. Explication par des schémas du mécanisme chromosomique aboutissant à ces résultats :
Puisqu'il y a eu recombinaison chez la femelle F1, la liaison est partielle. Ainsi, la femelle F1 produit par crossing-over 4 types de gamètes dont deux parentaux et deux recombinés.

Déroulement du crossing-over (à faire).

c. Calcul des pourcentages des phénotypes obtenus :

$$[LR] = 778 \times 100 / 2286 = 34,03\%$$

$$[lr] = 776 \times 100 / 2286 = 33,95\%$$

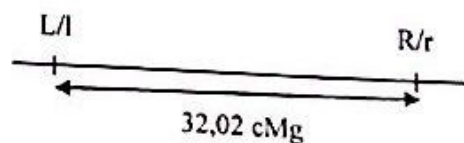
$$[Lr] = 367 \times 100 / 2286 = 16,05\%$$

$$[lR] = 365 \times 100 / 2286 = 15,97\%$$

d. La précision que ces pourcentages apportent est que chez la femelle F1, la liaison est partielle et qu'il s'est produit un crossing-over lors de l'ovogenèse.

e. Construction de la carte factorielle

$$\Sigma PP = 16,05\% + 15,97\% = 32,02\%, \text{ ce qui entraîne que } d = 32,02 \text{ cMg.}$$



EXERCICE 1

BACCALAUREAT SERIE D 2020 / 2^{me} SERIE

1. Quelles sont les parties stériles de la fleur ? Comment appelle-t-on l'ensemble ?
2. Quelles sont les parties fertiles de la fleur ?
3. Citez les différents types d'ovules.
4. Quel est le synonyme de spermaphyte ?
5. Quelle est la caractéristique essentielle des gymnosperme et angiosperme ?

EXERCICE 2

Mendel croise des pois à graines lisses et jaunes avec d'autres pois à graines ridées et vertes. La F1 est constituée des pois à graines lisses et jaunes.

1. Quels sont les caractères étudiés par le généticien ?
2. Quels sont les caractères dominants et les caractères récessifs ?
3. Comment nomme-t-on ce type de croisement ?
4. Peut-on dire que les parents sont de race pure ? Pourquoi ?
5. S'agit-il d'un cas d'hérédité autosomale ou liée au sexe ? Justifiez votre réponse.
6. Ecrivez les génotypes des parents et des individus de la F1 sachant que les gènes sont indépendants. Prévoir les résultats statistiques de la F2.

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Les parties stériles de la fleur sont le calice (sépal) et la corolle (pétale). L'ensemble de ces pièces est le périgone (ou l'enveloppe florale).
2. Les parties fertiles de la fleur sont les étamines et le pistil.
3. Les différents types d'ovules de spermatophytes sont :
 - Ovule droit (ovule orthotrope) ;
 - Ovule renversé (ovule anatrope) ;
 - Ovule courbe (ovule campylotrope).
4. Le synonyme de spermatophyte est phanérogame (ou spermatophyte).
5. La caractéristique essentielle des gymnosperme et angiosperme :
 - Gymnosperme : il est caractérisé par des graines nues.
 - Angiosperme : il est caractérisé par des graines enfermées dans le fruit.

EXERCICE 2

Matériel utilisé : Pois

1. Les caractères étudiés par le généticien sont la forme et la couleur des graines.
2. D'après le résultat de la F1 :
 - Les caractères dominants sont : lisses et jaunes
 - Les caractères récessifs sont : ridées et vertes.
3. Ce type de croisement est le dihybridisme.
4. Oui les parents croisés sont de race pure, car la F1 est homogène.
5. Il s'agit de l'hérédité autosomale, car il n'y a pas de criss-cross (les phénotypes ne sont pas répartis en fonction du sexe).
6. Ecrivons les génotypes des parents et des individus de la F1 sachant que les gènes sont indépendants.

Symboles des allèles : Lisse (L), Ridé (l), Jaune (J), Vert (j)

Génotypes des parents : P1 = L/L;J/J ; P2 = l/l;j/j

Génotype de la F1 : L/l;J/j

Prévoyons les résultats statistiques de la F2

Les résultats statistiques de la F2 sont : [LJ] = 9/16 ; [Lj] = 3/16 ; [lJ] = 3/16 ; [lj] = 1/16.

BACCALAUREAT SERIE C

BACCALAUREAT SERIE C 2000**EXERCICE (...)****PROBLEME**

On croise entre elles deux lignées pures de maïs, l'une à grains colorés et pleins (1), l'autre à grains incolores et déprimés (2). On obtient une première génération F_1 dans laquelle tous les grains sont colorés et pleins.

- 4) Précisez quels sont les caractères dominants et les caractères récessifs et désignez les gènes par des symboles.
- 5) On pratique un back-cross entre la génération F_1 et la lignée à grains incolores et déprimés. Quelles distributions statistiques peut-on s'attendre selon que l'on suppose que les caractères considérés sont indépendants ou qu'ils sont liés ? L'analyse de la population obtenue donne les résultats suivants :
 - 4032 grains colorés, pleins ;
 - 4035 grains incolores, déprimés ;
 - 149 grains colorés, déprimés ;
 - 152 grains incolores, pleins.
 Interprétez ces résultats en illustrant vos explications.
- 6) Calculez la distance entre les gènes.

SOLUTION

- 4) Caractères dominants : colorés et pleins ; caractères récessifs : incolores et déprimés.
Symboles des allèles : colorés (C) ; incolores (c) ; pleins (P) ; déprimés (p).
- 5) Si les gènes sont indépendants, on aura : $1/4$ [CP] ; $1/4$ [Cp] ; $1/4$ [cP] ; $1/4$ [cp]. Si les gènes sont liés, on aura : $1/2$ [CP] et $1/2$ [cp].
Interprétation des résultats en illustrant les explications :
Calculer les proportions statistiques.
 $\sum \%PP = 96,40\% > \sum \%PR = 3,59$: Il s'est produit un crossing-over chez l'hybride F_1 lors de la formation des gamètes. Illustration du crossing-over et l'échiquier de croisement (à compléter et à réaliser).
- 6) Calcul de la distance entre les gènes : $d = 3,59$ cMg.

BACCALAUREAT SERIE C 2001**PROBLEME**

On croise des mufliers de race pure dont les fleurs diffèrent par plusieurs caractères. Les hybrides de F_1 croisés entre eux donnent la descendance suivante :

- 189 plantes à corolle typique rouge ;
- 62 plantes à corolle régulière rouge ;
- 370 plantes à corolle typique rose ;
- 126 plantes à corolle régulière rose ;
- 187 plantes à corolle typique blanche ;
- 63 plantes à corolle régulière blanche.

1. Quels étaient les phénotypes et les génotypes des parents ?
2. Donnez les génotypes des individus de F_1 et de F_2 .
3. A quelle descendance s'attendra-t-on si l'on croise des individus à corolle typique rose avec des individus à corolle régulière blanche et dans quelle proportion ?

SOLUTION (Confer problème de génétique BAC D 2013)

BACCALAUREAT SERIE C 2005**EXERCICE**

On dose la quantité d'ADN dans une cellule de la lignée spermatique. Les valeurs sont données dans le tableau ci-dessous :

Temps (heures)	0	2	3	4	7	8	8,5	9	9,5	10	12
Masse d'ADN (unité arbitraire)	2C	2C	2C	3C	4C	4C	2C	2C	C	C	C

1. Tracer le graphique représentant l'évolution de la quantité d'ADN en fonction du temps.
2. Associer à chaque partie du graphique un moment de la spermatogenèse.
3. Expliquez les variations de la quantité constatée.

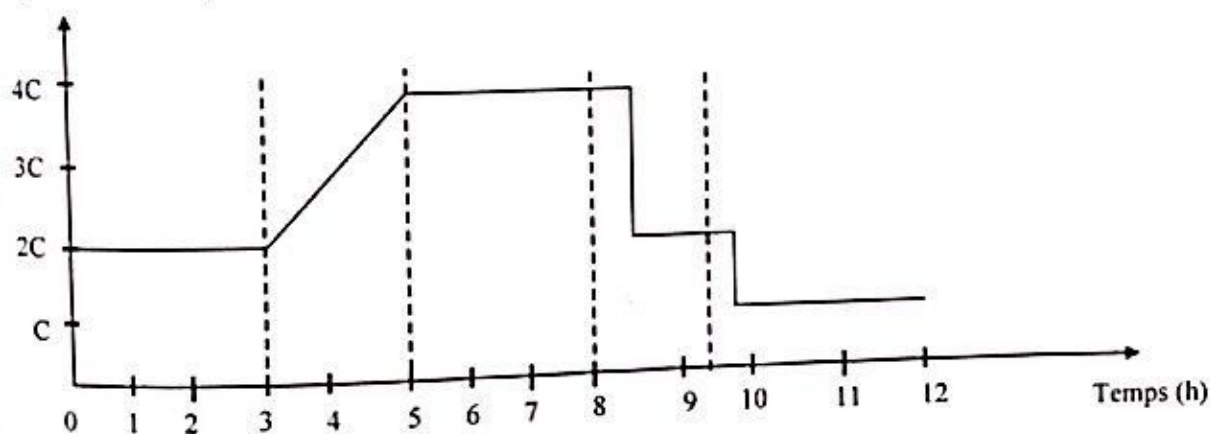
PROBLEME

Les groupes sanguins A, B, AB, O dans l'espèce humaine sont gouvernés par au moins trois allèles : l'allèle A et l'allèle B sont codominants, et l'allèle O est récessif par rapport aux deux autres. Un Rostand rapporte le cas suivant : Monsieur X pense que son enfant W n'est pas de lui et qu'il a été abandonné en bas âge à la maternité avec l'enfant Z attribué à Monsieur Y. Un examen du sang est effectué. Monsieur X est du groupe A, sa femme du groupe B, l'enfant W du groupe O ; Monsieur Y du groupe B, sa femme du groupe O, l'enfant Z du groupe AB. Cette expertise biologique éclaire-t-elle le problème posé par Monsieur X ?

SOLUTION**EXERCICE**

1. Réalisation de la courbe de l'évolution de la quantité d'ADN en fonction du temps :

Quantité d'ADN (UA)



2. De 0 à 5h : spermatogonie ; De 5h à 8h : spermatocyte I ; De 8h30 à 9h : spermatocyte II ; Après 9h30 : spermatide et spermatozoïde.
3. Avant la méiose, à l'interphase (plus précisément à la phase S) la spermatogonie subit un dédoublement de sa quantité d'ADN. Grâce à la méiose I, chaque cellule fille hérite d'un seul chromosome de chaque paire, ce qui justifie la première chute du taux d'ADN. Grâce à la méiose II, chaque futur gamète n'hérite que d'une seule chromatide de chaque chromosome, ce qui explique le passage de 2C à C de la quantité d'ADN pour chaque cellule.

PROBLEME

Couple X $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mr : A} \\ \text{Mme : B} \\ \text{Enfant W : O} \end{array} \right.$; Couple Y $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mr : B} \\ \text{Mme : O} \\ \text{Enfant Z : AB} \end{array} \right.$

Si nous supposons le couple X de génotypes : (A//O) et (B//O)

Echiquier de croisement :

Mr X et Mme X	(A/)	(O/)
(B/)	(A//B) ¼ [AB]	(B//O) ¼ [B]
(O/)	(A//O) ¼ [A]	(O//O) ¼ [O]

Pour le couple Y, les génotypes suivants : (B//B) ou (B//O) pour Monsieur X et (O//O) pour Madame X.

Mr Y et Mme Y	(B/)	(O/)
(O/)	(B//O) ½ [B]	(O//O) ½ [O]

Il est impossible pour ce couple Y d'avoir un enfant de groupe AB. En revanche, il leur est probable d'avoir un enfant de groupe O. Vu ces hypothèses, nous sommes à mesure de trancher le litige. En conclusion Z est l'enfant du couple X et W celui du couple Y.

BACCALAUREAT SERIE C 2006

EXERCICE 1

Après avoir défini l'appareil qui permet la mise en évidence du potentiel d'action au niveau d'une cellule nerveuse, relatez les phénomènes ioniques qui sont à la base de cette bioélectricité. Faites une comparaison entre mitochondrie et chloroplaste.

PROBLEME

On croise un coq blanc à crête double et à pattes emplumées avec une poule noire à crête simple et à pattes écaillées. Les individus issus de ce croisement sont tous blancs à crête double et pattes emplumées.

- Quelles conclusions peut-on tirer de ce croisement ? comment peut-on appeler ce type de croisement ? comment peut-on appeler les individus issus de ce croisement et comment peut-on distinguer cet ensemble ?
- Combien de types de gamètes peuvent produire ces individus, en supposant que les trois caractères blanc (ou noir), crête double (ou simple) et pattes emplumées (ou écaillées) sont portés par trois paires de chromosomes différentes ? Quels sont les symboles que vous attribuez à ces différents types de gamètes ?
- Etablir l'échiquier de croisement fournissant la composition génotypique de la génération F₁. En déduire les phénotypes qui la composent (on vérifie qu'ils sont au nombre de 8) et leur pourcentage de chacun d'eux.

EXERCICE 1

SOLUTION

L'appareil qui permet de mettre en évidence le potentiel d'action dans une cellule nerveuse est l'oscilloscope cathodique, qui enregistre la différence des potentiels de part et d'autre de la membrane d'une cellule vivante. Les phénomènes ioniques membranaires enregistrés sont la répartition inégale des ions à l'intérieur et à l'extérieur d'une cellule. La stimulation entraîne une dépolarisation de la membrane c'est-à-dire fait entrer les ions positifs (à l'exemple de Ca²⁺) dans la cellule.

EXERCICE 2

Mitochondrie	Points communs	chloroplaste
Membrane interne à plis simples	Membrane double (membrane externe et membrane interne plissée), Protéines enchâssées dans la membrane interne, présence d'ADN	Membrane interne à plis complexes
Insensible à la lumière		Sensible à la lumière
Libère de l'énergie sous forme d'ATP et site de la respiration		Emmagasine de l'énergie sous forme de glucose et site de la photosynthèse
Présente dans les cellules eucaryotes (animale et végétale)		Présent dans les cellules eucaryotes végétales
Petite structure		Grande structure

PROBLEME

- a) Conclusions : la F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 », ce qui montre que les allèles « blancs » (B), « crête double » (D) et « emplumées » (E) dominent respectivement les allèles « noire » (b), « crête simple » (d) et « écailleuses » (e). Les parents croisés sont de races pures. Il s'agit d'un trihybridisme. Les individus issus de ce croisement sont qualifiés des hybrides. Ils se distinguent des autres par le fait qu'ils sont triples hétérozygotes.
- b) Ils produisent 8 types de gamètes. Les symboles de ces gamètes sont les suivants : $BBDDEE \times bbddee \Rightarrow F_1 : BbDdEe$ d'où $(B + b)(D + d)(E + e) = (BD + Bd + bD + bd)(E + e) = BDE, BDe, BdE, Bde, bDE, bDe, bdE$ et bde .
- c) $F_1 \times F_1$ Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	BDE	BDe	bDE	bDe	BdE	Bde	bdE	bde
BDE	BBDDEE [BDE]	BBDDDe [BDE]	BbDDEE [BDE]	BbDDDe [BDE]	BBDdEE [BDE]	BBDDeE [BDE]	BbDdEE [BDE]	BbDdEe [BDE]
BDe	BBDDDe [BDE]	BBDDde [BDe]	BbDDEe [BDE]	BbDDde [BDe]	BBDDeE [BDE]	BBDDee [BDe]	BbDdEe [BDE]	BbDdee [BDe]
bDE	BbDDEE [BDE]	BbDDDe [BDE]	bbDDEE [bDE]	bbDDDe [bDE]	BbDdEE [BDE]	BbDDeE [BDE]	bbDdEE [bDE]	BbDdEe [BDE]
bDe	BbDDDe [BDE]	BbDDde [BDe]	bbDDEe [bDE]	bbDDde [bDe]	BbDdEe [BDE]	BbDDee [BDe]	bbDdEe [bDE]	bbDdee [bDe]
BdE	BBDDeE [BDE]	BBDDeE [BDE]	BbDdEe [BDE]	BbDdEe [BDE]	BBddEE [BdE]	BBddEE [BdE]	BbddEE [BdE]	BbddEe [BdE]
Bde	BBDDeE [BDE]	BBDDee [BDe]	BbDdEe [BDE]	BbDdee [BDe]	BBddEe [BdE]	BBddee [Bde]	BbddEe [BdE]	Bbddee [Bde]
bdE	BbDdEE [BDE]	BbDdEe [BDE]	bbDdEE [bDE]	bbDdEe [bDE]	BbddEE [BdE]	BbddEe [BdE]	bbddEE [bdE]	bbddEe [bdE]
Bde	BbDdEe [BDE]	BbDdee [bDe]	bbDdEe [bDE]	bbDdee [bDe]	BbddEe [BdE]	Bbddee [Bde]	bbddeE [bdE]	bbddee [bde]

Bilan : On obtient 8 phénotypes répartis comme suit : 27/64 [BDE], 9/64 [BDe], 9/64 [BdE], 9/64 [bDE], 3/64 [Bde], 3/64 [bDe], 3/64 [bdE] et 1/64 [bde].

BACCALAUREAT SERIE C 2007**PROBLEME**

Le daltonisme (anomalie de l'addition des couleurs ; le rouge et le vert ne sont pas discernables) est dû à la présence à l'état récessif d'un gène « d » porté par le chromosome sexuel X. On rappelle que le sexe féminin est homozygote (XX) et le sexe masculin hétérozygote (XY). Un homme à vision normale épouse une femme daltonienne.

- 1) Quel est le génotype de l'homme et de la femme ?
- 2) Comment seront les enfants de la F_1 ?
- 3) Comment seront les enfants issus du mariage entre un homme normal et une fille de la F_1 ?
- 4) Une fille porteuse est croisée avec un daltonien :
 - a) Qu'appelle-t-on fille porteuse ?
 - b) Quelle est la proportion statistique de la descendance ?

SOLUTION

Symbolisme des allèles : allèle normal (D) ; allèle morbide (d).

- 1) Génotypes : homme normal ($X^D Y$) ; femme daltonienne ($X^d X^d$).
- 2) Les enfants de la F_1 :

	X^D	Y
X^d	$X^D X^d$ ½ filles à vision normale	$X^d Y$ ½ garçons daltoniens

- 3) Les enfants du couple $X^D Y \times X^D X^d$:

	X^D	Y
X^D	$X^D X^D$	$X^D Y$
X^d	$X^D X^d$	$X^d Y$

Bilan : ½ filles à vision normale ; ¼ garçons à vision normale ; ¼ filles daltoniennes.

- 4) a. Fille porteuse : c'est une fille vectrice ($X^D X^d$).
- b. La proportion statistique de la descendance du couple $X^d Y \times X^D X^d$:

	X^d	Y
X^D	$X^D X^d$	$X^D Y$
X^d	$X^d X^d$	$X^d Y$

Bilan : ¼ filles à vision normale ; ¼ garçons à vision normale ; ¼ filles daltoniennes ; ¼ garçons daltoniens.

BACCALAUREAT SERIE C 2008**EXERCICE**

- A. Après avoir schématisé un spermatozoïde et un ovule, faites un tableau d'étude comparative de ces deux cellules sexuelles.
- B. Les testicules des mammifères comprennent deux types de structures spécifiques : les testicules séminifères et les ilots interstitiels (cellules de Leydig).
Donnez la fonction assurée par chacune de ces structures en indiquant s'il s'agit d'une fonction exocrine ou endocrine.

PROBLEME

Chez l'homme, l'habilité à goûter la phénylthiocarbamide est sous la dépendance d'un gène autosomal. L'allèle « goûteur » est dominant sur l'allèle « non goûteur ». Le daltonisme est sous la dépendance d'un gène récessif lié au sexe. L'homme et sa femme ont une vision normale et sont tous les deux « goûteurs ». Un enfant né de ce couple est « non goûteur » et daltonien.

1. Quel est le sexe de l'enfant ? Justifiez votre réponse.
2. Quelle est la proportion attendue de ce phénotype par l'ensemble des enfants de ce couple ? Justifiez votre réponse.
3. Quelle est la proportion attendue d'enfants « goûteurs » ayant une vision normale comme leurs parents ? Précisez leur sexe.
4. Ce couple considéré a déjà eu cinq filles, quelle est la probabilité pour le sixième enfant d'être un garçon ?

SOLUTION**EXERCICE**

A. Schémas d'un spermatozoïde et d'un ovule. Tableau comparatif entre spermatozoïde et ovule (Confer cours).

B. Fonction et indication :

Structures	Fonction	Indication
Tubes séminifères	Production de spermatozoïdes	Fonction exocrine
Cellules de Leydig	Production de la testostérone	Fonction endocrine

PROBLEME

1. L'enfant est de sexe masculin, car le daltonisme étant lié au sexe, ce garçon l'a hérité de sa mère vectrice. Pour le cas du gène « gouteur », les parents sont hétérozygotes.
2. $P = \frac{1}{16}$. Justification : Génotypes du couple : homme = GgX_DY ; femme = GgX_DX_d
Gamètes de l'homme : GX_D ; gY ; gX_D et gY . Gamètes de la femme : GX_D ; GX_d ; gX_D et gX_d

Carré de Punnett :

H x F	GX_D	gY	gX_D	gY
GX_D	$GGX_DX_D \text{ ♀ [GD]}$	$GGX_DY \text{ ♂ [GD]}$	$GGX_DX_D \text{ ♀ [GD]}$	$GGX_DY \text{ ♂ [GD]}$
GX_d	$GGX_DX_d \text{ ♀ [GD]}$	$GGX_dY \text{ ♂ [Gd]}$	$GgX_DX_d \text{ ♀ [GD]}$	$GgX_dY \text{ ♂ [Gd]}$
gX_D	$GgX_DX_D \text{ ♀ [GD]}$	$GgX_DY \text{ ♂ [GD]}$	$ggX_DX_D \text{ ♀ [GD]}$	$ggX_DY \text{ ♂ [GD]}$
gX_d	$GgX_DX_d \text{ ♀ [GD]}$	$GgX_dY \text{ ♂ [Gd]}$	$ggX_DX_d \text{ ♀ [GD]}$	$ggX_dY \text{ ♂ [Gd]}$

$$P = \frac{1}{16} [gd] \text{ ♂}$$

$$3. [GD] = \frac{9}{16} \begin{cases} \frac{3}{8} \text{ femmes} \\ \frac{3}{16} \text{ hommes} \end{cases}$$

$$4. \text{ Probabilité d'avoir un garçon} = \frac{1}{2}$$

BACCALAUREAT SERIE C 2008 SESSION SPECIALE**EXERCICE**

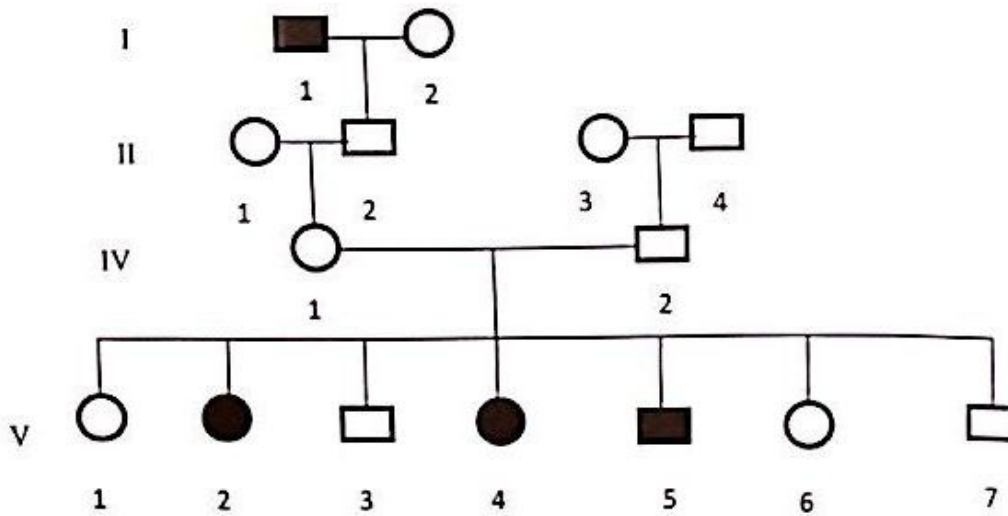
1. Combien de cycles (ordre de grandeur) une femme pubère à 14 ans et ménopausée à 50 ans connaît-elle au cours de sa vie reproductrice lorsqu'on suppose qu'elle n'a pas eu d'enfant et a eu durant sa vie un cycle régulier de 35 jours ?
2. Quel est le nombre de corps jaunes formés durant sa vie ?

PROBLEME

Le pedigree ci-dessus représente la généalogie d'une famille ; on y note trois albinos dans la 4^{ème} génération et un seul dans la 1^{ère}.

- 1) Ce type d'albinisme est-il dominant ou récessif ? Justifiez votre réponse et déterminez les symboles.
- 2) Quel est le déterminisme ou le mode de transmission de ce caractère ?

- 3) La fille IV₂ malgré le refus du conseil génétique, épouse un homme daltonien. Dites pourquoi cette union n'est pas conseillée ?
- 4) Pourtant cette jeune fille accouche d'un enfant normal. Donnez quatre raisons possibles expliquant ce résultat inattendu.



SOLUTION

EXERCICE

- Déterminons le nombre de cycles : PVR (période de vie reproductrice) = 50 ans - 14 ans = 36 ans. 1 an → 365 jours ; 36 ans → x ; $x = 36 \times 365 \text{ jours} = 13140 \text{ jours}$; Le nombre de cycles $\frac{13140 \text{ jours}}{35 \text{ jours}} = 375$
- Le nombre de corps jaunes est de 375.

PROBLEME

- Ce type d'albinisme est récessif, car le couple (III₁, III₂) apparemment sain a donné naissance aux enfants malades (IV₂, IV₄ et IV₅). Symbolisme des allèles : Allèle normal : A ; allèle morbide : a
- La maladie se transmet selon un mode autosomal (car le couple (III₁, III₂) apparemment sain a donné naissance aux filles malades IV₂ et IV₄).
- Cette union n'est pas conseillée car la probabilité d'avoir des enfants albinos est de 100%.
- Les quatre raisons possibles expliquant ce résultat inattendu sont les suivantes :
 - Il y aurait eu échange d'enfant à la maternité ;
 - Il y aurait eu une relation extraconjugale avec un homme de génotype (A//A) ou (A//a) ;
 - Il se serait produit une mutation génétique chez l'un des parents ;
 - Il y aurait eu un cas de polygénie (hypothèse probable) car le gène responsable de l'albinisme chez l'un des parents est différent du gène chez l'autre parent : soit P₁ de génotype (A//A ; n//n) (albinos à cause de nn) et P₂ de génotype (a//a ; N//N) (albinos à cause de aa) $(A//A ; n//n) \times (a//a ; N//N) \Rightarrow (A//a ; N//n)$ d'où 100% [AN] (enfant non albinos).

BACCALAUREAT SERIE C 2009

PROBLEME

On dispose de deux lignées pures des rats qui ne diffèrent que par un seul caractère. L'une constituée de rats blancs et l'autre de rats gris.

- Comment a-t-on pu s'assurer de la pureté de ces deux races parentales ?
- Le croisement d'un rat gris avec un rat blanc donne en F₁ des rats gris. Expliquer ce résultat.
- Quels sont les résultats statistiques en F₂ du croisement des F₁ ?

- 4) Compte tenu de tout ce qui précède, doit-on obligatoirement s'assurer de pureté de la lignée de rats blancs ? Justifier votre réponse.
- 5) Qu'obtient-on en croisant : a) les rats gris de la F_1 avec les rats blancs de la lignée pure ? b) les rats gris de la F_1 avec les rats gris la lignée pure ?
- 6) On trouve dans une salle d'élevage un rat gris, comment faire pour connaître son génotype ? Vérifiez vos explications par de croisements.

SOLUTION

- 1) Pour s'assurer de la pureté de ces deux races parentales, on croise les rats gris entre eux à plusieurs reprises et obtenir une invariance de caractère. On fait de même avec les rats blancs et obtenir une invariance de caractère.
- 2) La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée (loi d'uniformité des hybrides de F_1). Ce qui montre que l'allèle « gris » (G) domine l'allèle « blanc » (g).
- 3) Résultats statistiques de F_2 : $3/4$ [G] et $1/4$ [g] (faites au préalable le croisement).
- 4) Non, car le caractère « blanc » est récessif et ne s'exprime qu'à l'état homozygote (race pure).
- 5) a) Résultats : $1/2$ [G] et $1/2$ [g]. b) résultat : 100% [G].
- 6) Pour reconnaître son génotype, on doit réaliser le test-cross :
 - 1^{er} cas : (G//G) x (g//g) donne 100% [G].
 - 2^{ème} cas : (G//g) x (g//g) donne $1/2$ [G] et $1/2$ [g].

BACCALAUREAT SERIE C 2010**EXERCICE 1**

On croise un coq blanc de race andalouse avec une poule noire de même race. On obtient des individus tous à plumage bleuté.

- a) De quel type de dominance appartiennent les caractères étudiés ?
- b) On croise entre eux les individus à plumage bleuté. Quelle sera la répartition statistique des caractères étudiés dans la population ainsi obtenue ?
- c) On croise un coq à plumage bleuté avec une poule à plumage blanc. Quelle sera la répartition statistique des caractères dans la race ?
- d) Est-il nécessaire de s'assurer de la pureté des caractères ?

EXERCICE 2 (Confer Exercice 2 bac D 2018).**SOLUTION****EXERCICE 1**

- a) Il s'agit de la codominance entre le caractère blanc (B) et le caractère noir (N) (car le phénotype bleuté [BN] est intermédiaire entre les deux caractères).
- b) La répartition statistique dans la descendance

(B//N) x (B//N). Gamètes : (B/) et (N/).
Carré de Punnett :

	(B/)	(N/)
(B/)	(B//B) [B]	(B//N) [BN]
(N/)	(B//N) [BN]	(N//N) [N]

Bilan $\frac{1}{4}$ [B] ; $\frac{1}{2}$ [BN] ; $\frac{1}{4}$ [N].

- c) La répartition statistique dans la descendance. (B//N) x (B//B). Gamètes : (B/) et (N/) ; (B/).

Carré de Punnett :

	(B/)	(N/)
(B/)	(B//B) $\frac{1}{2}$ [B]	(B//N) $\frac{1}{2}$ [BN]

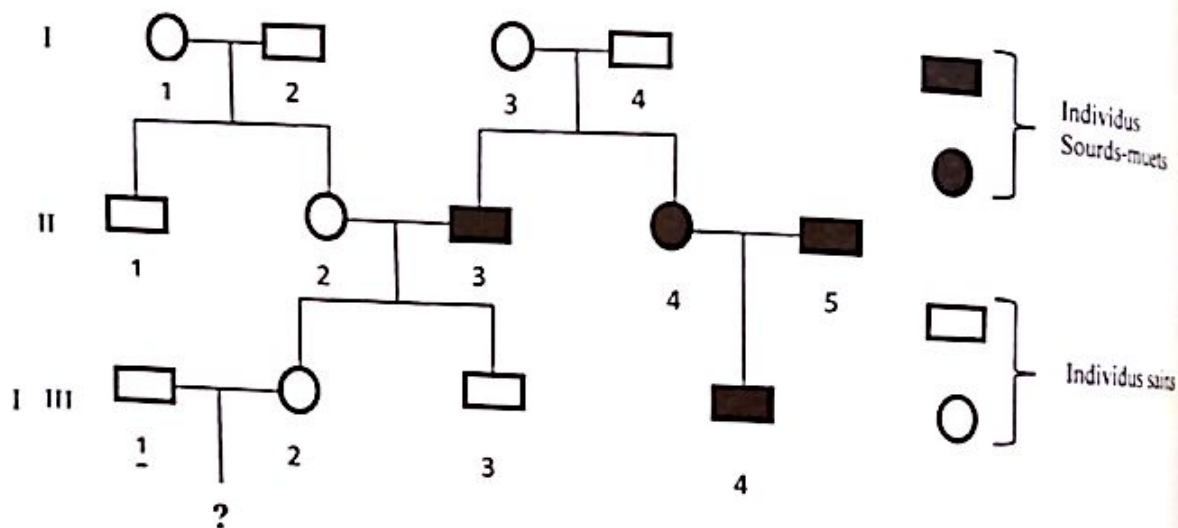
- d) Non, car les caractères blanc et noir sont codominants.

BACCALAUREAT SERIE C et CA 2011**EXERCICE**

1. Après avoir défini un follicule, faites les schémas annotés des cinq types de follicules (primordial, primaire, Secondaire, tertiaire et de De Graaf).
2. Quelles sont les caractéristiques qui permettent de les reconnaître ?
3. A quelle période de la vie sexuelle de la femme apparaît chacun de ces types de follicules ?
4. Qu'est-ce qui est à l'origine de l'augmentation de leur taille ?

PROBLEME

Voici la reconstitution d'un arbre généalogique.



Cet arbre généalogique nous montre que Madame Sossal (III₂) est née d'un père sourd-muet (II₁) et attend un enfant. Sa tante paternelle (II₄), sourde-muette, mariée à un sourd-muet (II₅) a eu un enfant sourd-muet (III₄).

- 1) A la génération I, les parents 3 et 4 ont donné naissance à des sourds-muets. Que peut-on conclure ?
 - 2) Madame Sossal risque d'avoir un enfant sourd-muet ? Expliquez avec précision votre réponse. Voyez-vous un conseil utile à donner plus tard aux enfants de Madame Sossal ?
 - 3) On admet qu'au Tchad il y a environ une personne sur trente (1/30) qui, pour le caractère surdité-mutité, possède le génotype des grands parents de Madame Sossal (I₃ et I₄). Si Madame Sossal risque d'avoir un enfant sourd-muet, quelle est la probabilité qu'elle en est un ?
- NB : Dans tout le processus on a supposé qu'aucune mutation n'est intervenue.

SOLUTION

EXERCICE (confer la solution de l'exercice 1 du bac D 2018).

PROBLEME

1. On peut conclure que l'allèle responsable de la surdité-mutité se transmet selon le mode récessif autosomal.
2. Si son mari est homozygote, le risque est zéro, mais par contre s'il est hétérozygote, le risque d'avoir un enfant sourd-muet est de 1/4 (l'anomalie est transmise dans ce cas précis selon le mode récessif autosomal). Conseil à donner aux enfants de Madame Sossal : pour éviter de transmettre l'anomalie à la génération suivante, les enfants de madame Sossal doivent se marier uniquement avec des personnes saines (de génotype S/S) et éviter le mariage consanguin.
3. $R = 1 \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{120}$

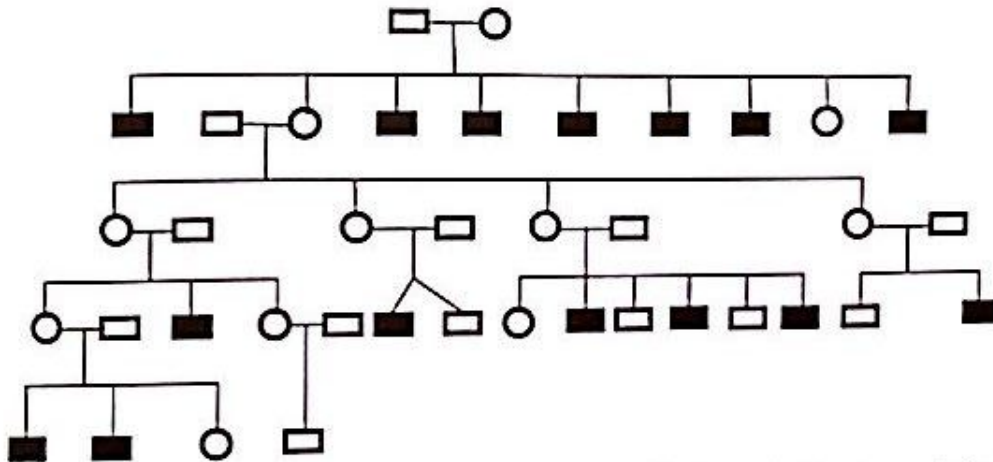
BACCALAUREAT SERIE C 2011**EXERCICE**

Dans l'espèce humaine, il y a 46 chromosomes dont deux (2) hétérosomes.

1. Donnez la formule chromosomique : a) De la femme ménopausée ; b) De l'homme adulte.
2. Quelles sont les formules chromosomes possibles d'un spermatozoïde ?
3. Quelles sont les formules chromosomiques possibles d'un ovotide ?

PROBLEME

Une chaîne de réaction aboutissant à l'acide purique par la guanine. Une déficience enzymatique de la chaîne métabolique provoque diverses anomalies parmi lesquelles une paralysie grave entraînant généralement la mort avant la puberté et un retard mental. Le document ci-dessous représente l'arbre généalogique d'une famille concernée par cette maladie.



- 1) A l'aide d'un raisonnement fondé sur l'analyse de l'arbre généalogique, indiquez si l'allèle responsable de cette déficience enzymatique est dominant ou récessif ?
- 2) Localisez cet allèle sur un chromosome. Justifiez votre réponse.
- 3) Il est peu probable de rencontrer une fille malade. Comment peut-on expliquer cette situation ?
- 4) Les enfants IV₆ et IV₇ (IV^{ème} génération) sont des jumeaux. Comment peut-on expliquer qu'un seul des deux souffre de cette maladie ?

SOLUTION**EXERCICE**

1. Formule chromosomique : a) Femme ménopausée : 46, XX ; b) Homme adulte : 46, XY.
2. Formules chromosomiques possibles d'un spermatozoïde : $\begin{cases} 23, X \\ 23, Y \end{cases}$
3. Formule chromosomique d'un ovotide : 23, X.

PROBLEME

- 1) L'allèle responsable de cette anomalie est récessif (car les parents sains ont donné naissance aux enfants malades).
- 2) Cet allèle est porté par un chromosome sexuel X, car seuls les garçons sont malades et ont hérité la maladie de leurs mères vectrices : il s'agit d'un criss-cross.
- 3) Il est peu probable de rencontrer une fille malade car la maladie entraîne la mort généralement avant la puberté, étant donné que pour avoir une fille malade, il faut une union d'un homme malade et d'une femme vectrice.
- 4) Les jumeaux IV₆ et IV₇ sont des faux jumeaux car ils ont de phénotypes et de génotypes différents.

BACCALAUREAT SERIE C 2012**EXERCICE 1**

Un fragment du brin transcrit possède les séquences suivantes en nucléotides : ATAGCTGCATA

1. Représentez les séquences du brin d'ADN complémentaire.
2. Quelle serait la séquence en nucléotides de l'ARN messager (ARNm) ?
3. Etablir les différences entre l'ADN et l'ARN.
4. Donnez les définitions des termes suivants : Nucléotide, nucléoside et codon.

EXERCICE 2

- A. Après avoir schématisé un spermatozoïde et un ovule, faites un tableau d'étude comparant ces deux cellules sexuelles.
- B. Les testicules des mammifères comprennent deux types de structures spécifiques : les tubes séminifères et les ilots interstitiels (cellules de Leydig).
Donnez la fonction assurée par chacune de ces structures en indiquant s'il s'agit d'une fonction exocrine ou endocrine.

PROBLEME

On croise une plante A à fleurs blanches avec une plante B à fleurs rouges. On obtient en F₁ uniquement des plantes à fleurs roses, on réalise par la suite l'autofécondation d'une plante de la génération F₁ et l'on regarde la couleur des fleurs de la génération F₂ composé de :

- 32 plantes à fleurs blanches ;
- 36 plantes à fleurs rouges ;
- 68 plantes à fleurs roses.

1. a) Expliquez la réalisation pratique du croisement envisagé.
b) Comment appelle-t-on ce mode de transmission ?
c) Analysez les résultats obtenus et proposez une interprétation génotypique.
2. La plante A avait en outre des feuilles vertes pâles et la plante B des feuilles vertes foncées. En F₂ parmi les plantes roses on a obtenu : 9 plantes à feuilles vertes pâles et 27 plantes à feuilles vertes foncées. Que peut-on dire du caractère couleur des feuilles en ce qui concerne la dominance ? Justifiez votre réponse.

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Séquence du brin d'ADN complémentaire : TATCGACGTAT
2. Séquence d'ARNm : UAU CGA CGU AU
3. Différences entre ADN et ARN :

Caractéristiques	ADN	ARN
Structure générale	Bicaténaire	Monocaténaire
Sucre	Désoxyribose	Ribose
Bases azotées	Adénine, thymine, cytosine et guanine	Adénine, uracile, cytosine et guanine
Fonctions	Support de l'information génétique	Synthèse des protéines
Localisation dans la cellule	Dans le noyau	Dans le cytoplasme et le nucléole
Types	Un seul type	Trois types : ARNm, ARNr et ARS

4. Définition des mots : Nucléotide : c'est une molécule formée d'une combinaison d'une base azotée, d'un sucre et d'un acide phosphorique. Nucléoside : c'est une molécule formée d'une base azotée et d'un sucre. Codon : c'est un triplet de nucléotides (d'ADN ou d'ARN).

EXERCICE 2 (Confer la solution de l'exercice Bac C 2008)

PROBLEME

1. a) Pratiquement, on doit prélever les grains de pollen de la plante A et déposer sur le stigmate de la fleur B ou vice versa puis couvrir avec un sac sous forme de cul pour éviter une pollinisation hasardeuse.

b) On appelle ce mode la pollinisation croisée.

c) La F_1 est homogène, exception à la première loi de Mendel car on note la codominance entre les allèles "blanc" (B) et "rouge" (R).

Calculons les proportions statistiques de F_2 : $T = 136$;

$[B] = \frac{32}{136} \times 100 = 25\%$; $[R] = \frac{36}{136} \times 100 = 25\%$; $[RB] = \frac{68}{136} \times 100 = 50\%$: ces proportions sont conformes au monohybridisme avec codominance.

Les génotypes des parents : Parent A = (B//B) ; parent B = (R//R).

$(R//R) \times (B//B) \Rightarrow F_1 = (R//B) \Rightarrow 100\% [RB]$.

$F_1 \times F_1 \Rightarrow (R//B) \times (R//B)$; Gamètes de F_1 : (R/) et (B/).

Carré de Punnett :

$F_1 \times F_1$	(R/)	(B/)
(R/)	(R//R) [R]	(R//B) [RB]
(B/)	(R//B) [RB]	(B//B) [B]

Bilan : $\frac{1}{4} [R]$; $\frac{1}{2} [RB]$; $\frac{1}{4} [B]$.

2. Calcul des proportions statistiques de F_2 (considérons seulement la couleur des feuilles). $T = 36$;

[verte pale] = $\frac{9}{36} \times 100 = 25\%$; [verte foncée] = $\frac{27}{36} \times 100 = 75\%$: ces proportions montrent que l'allèle "verte foncée" (V) domine l'allèle "verte pale" (v). Justification : c'est un résultat conforme à la deuxième de Mendel « loi de pureté des gamètes ».

Parent A (B//BV//v) \times (R//RV//v) parent B. Gamètes de A : (B//V) et (B//v). Gamètes de B : (R//V) et (R//v).

Carré de Punnett :

Parents	(B//V)	(B//v)
R//V)	(R//BV//V) [RBV]	(R//BV//v) [RBV]
(R//v)	(R//BV//v) [RBV]	(R//Bv//v) [RBv]

Bilan : $\frac{3}{4} [RBV]$; $\frac{1}{4} [RBv]$.

BACCALAUREAT SERIE C 2012 SESSION SPECIALE**EXERCICE 1**

Dix fragments d'épiderme de pétales de tulipe sont déposés dans une série de dix verres de montre qui contiennent des solutions de saccharose de concentrations différents et croissantes 0,1 M et 1 M (1 M correspond à une solution molaire) ; on laisse baigner pendant 15 minutes puis on les monte entre lame et lamelle pour une observation au microscope optique.

1. Le fragment placé dans la solution à 0,3 M montre des cellules d'aspect identique à celle représentée sur le schéma ci-contre.



Reproduisez et annotez ce schéma.

2. Montrez ensuite l'aspect des cellules du fragment déposé dans la solution à 0.7 M. Comment appelle-t-on le phénomène physiologique ayant permis d'obtenir un tel aspect ?

PROBLEME

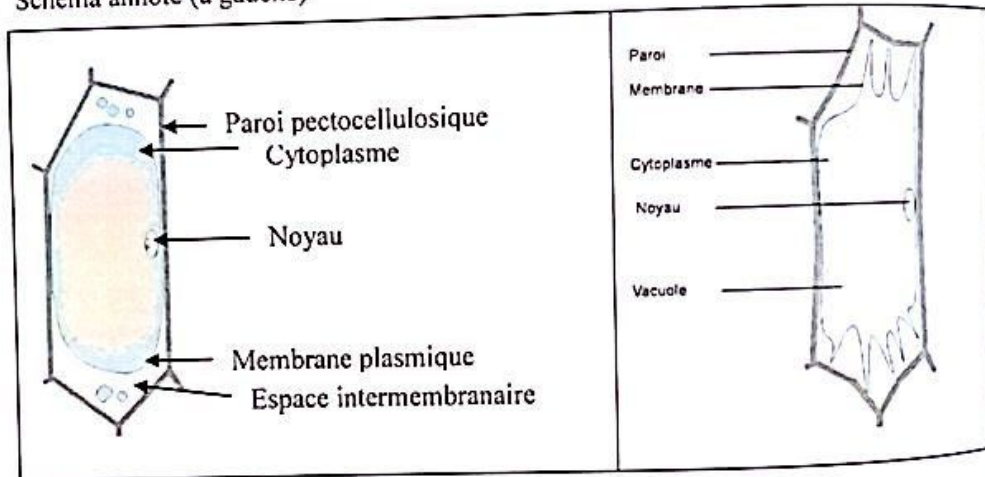
On croise des variétés de pois senteur. La première a des fleurs rouges à étendard dressé, la seconde a des fleurs bleues à étendard enroulé. On obtient en F₁, tous les individus à fleurs bleues et à étendard dressé.

- a) Quelles conclusions peut-on tirer de ce résultat ?
- b) Ces individus F₁ sont croisés entre eux. On obtient par exemple :
 - 98 pois à fleurs bleues et à étendard enroulé ;
 - 104 pois à fleurs rouges et à étendard dressé ;
 - 209 pois à fleurs bleues et à étendard dressé.
 Quelles conclusions peut-on tirer de cette expérience ?

SOLUTION

EXERCICE

1. Schéma annoté (à gauche)



2. Schéma d'une cellule végétale en milieu hypertonique (cellule plasmolysée) (à droite). On appelle ce phénomène l'osmose.

PROBLEME

- a) La F₁ est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de F₁ », ce qui montre que les allèles « bleues » (B) et « dressé » (D) dominent respectivement sur les allèles « rouges » (b) et « enroulé » (d).
- b) Calcul des proportions statistiques de F₂ :

$T = 411$; $[Bd] = \frac{98}{411} \times 100 = 25\%$; $[bD] = \frac{104}{411} \times 100 = 25\%$; $[BD] = \frac{209}{411} \times 100 = 50\%$

Conclusion : ces proportions montrent que les gènes étudiés sont totalement liés. $(bD/bD) \times (Bd/Bd)$
 F₁ : $(bD//Bd)$ 100% [BD] ; F₁ x F₁ ⇒ $(bD//Bd) \times (bD//Bd)$; Gamètes de F₁ : $(bD/)$ et $(Bd/)$.

Echiquier de croisement :

F ₁ x F ₁	(bD/)	(Bd/)
(bD/)	(bD//bD) [bD]	(bD//Bd) [BD]
(Bd/)	(bD//Bd) [BD]	(Bd//Bd) [Bd]

Bilan : $\frac{1}{4} [bD]$; $\frac{1}{2} [BD]$; $\frac{1}{4} [Bd]$.

EXERCICE 1

- 1. Comparer
- 2. Quelles so
- 3. C'est quoi

EXERCICE 2

- 1. Cuénot, en
- 2. Il croise en
- 3. Dans une
- 4. Dans une
- 5. Les deu
- 6. Quelles
- 7. A parti
- 8. précisés

EXERCICE 1

1. Tableau co

Caractéristiques	
Forme	
Mobilité	
Durée de vie	
Taille	
Emission	
Types de gamètes	

- 2. Les conség
- 3. La fécondat
- 4. occurrence c

- 1. a) Couleur du pe
- 2. a) Couleur du pe
- 3. a) Non (ce sont p
- 4. b) Génotypes des so

BACCALAUREAT SERIE C 2014

EXERCICE 1

1. Comparer spermatozoïde et ovule dans un tableau.
2. Quelles sont les conséquences de la fécondation ?
3. C'est quoi la fécondation interne ?

EXERCICE 2

- Cuénot, en 1905, a réalisé un certain nombre d'expériences sur des souris.
1. Il croise entre elles une souris blanche et une souris grise et, sur des nombreuses portées issues de ce même couple parental, il constate que toutes les portées sont constituées de souris grises.
 - a. De quel caractère étudie-t-il la transmission ?
 - b. Peut-on dire que les deux souris du couple parental sont de race pure pour ce caractère ?
 - c. Peut-il mettre en évidence un aspect dominant pour ce caractère ?
 2. Dans une autre expérience, Cuénot croise deux souris grises entre elles et observe que les nombreuses portées sont constituées de souris grises et de souris blanches. Répondez aux trois mêmes questions qu'en 1.
 3. Dans une dernière expérience, en fin, il croise deux souris entre elles et observe toujours des individus de nombreuses portées. Sur 98 souris filles, il en compte 70 grises et 28 blanches.
 - a. Les deux souris parentales étaient de race pure ?
 - b. Quelles étaient les couleurs de leurs pelages (donnez un raisonnement rigoureux) ?
 - c. A partir de votre réponse à la question 3.a. donnez le génotype des souris S et expliquez précisément comment peut-on obtenir de tels résultats quantitatifs dans la descendance.

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Tableau comparatif entre spermatozoïde et ovule

Caractéristiques	Spermatozoïde	Ovule	Points communs
Forme	Allongée	Sphérique	Le spermatozoïde et l'ovule sont des gamètes (haploïdes)
Mobilité	Mobile	Immobile	
Durée de vie	4 jours environ	2 jours environ	
Taille	Petite (60 µm de long chez l'homme)	Grande (100 µm de diamètre chez la femme)	
Emission	De la puberté à la mort, environ 300 à 500 millions par éjaculat (espèce humaine)	Cyclique : 1, rarement 2 tous les 28 jours environ de la puberté à la ménopause	
Types de gamètes	Deux types (X et Y)	Un seul type (X)	

2. Les conséquences de la fécondation sont : le rétablissement de la diploïdie ; le réveil physiologique et la détermination du sexe de l'individu (XY ⇒ garçon ; XX ⇒ fille).
3. La fécondation interne est une fécondation qui se déroule dans la voie génitale féminine, en occurrence de l'ampoule oviductaire chez les mammifères.

PROBLEME

1. a) Couleur du pelage. b) Oui (car la F₁ est homogène). c) Oui (l'allèle "gris" (G) domine l'allèle "blanc" (g)).
2. a) Couleur du pelage. b) Non (car il y a une hétérogénéité à la descendance). c) Oui, l'allèle "gris" domine l'allèle "blanc".
3. a) Non (ce sont plutôt des hybrides). b) La couleur de leurs pelages était gris, car les résultats de la F₁ (75% [G] et 25% [g]) obéissent la deuxième loi de Mendel « pureté des gamètes » d'où F₁ x F₁ = F₂.
 b) Génotypes des souris S : (G/g). F₁ x F₁ ⇒ (G/g) x (G/g). Gamètes de F₁ : (G) et (g).

Carré de Punnett :

$F_1 \times F_1$	(G/)	(g/)
(G/)	(G//G) [G]	(G//g) [G]
(g/)	(G//g) [G]	(g//g) [g]

Bilan : $\frac{3}{4}$ [G] ; $\frac{1}{4}$ [g]**BACCALAUREAT SERIE C 2015****EXERCICE 1**

- 1) A l'aide des schémas clairs et bien annotés, décrivez le phénomène de la double fécondation chez les spermatophytes puis donner la garniture chromosomique de chaque cellule œuf.
- 2) Quel est le devenir de ces œufs.
- 3) Après avoir donné la définition d'une graine, citer les conditions externes et internes de germination.

EXERCICE 2

- 1) Après avoir défini la gamétogenèse, monter où s'effectue-t-elle chez l'homme et chez la femme.
- 2) Quelles différences faites-vous entre la spermatogenèse et l'ovogenèse ?
- 3) Donner la garniture et les formules chromosomiques de l'homme, de la femme, de spermatozoïdes et de l'ovule.

EXERCICE 3

Une espèce de courges décoratives comporte plusieurs variétés se reproduisant identiquement elle-même. Les fleurs d'un plant appartenant à la variété de fruits blancs et aplatis sont fécondées à l'aide d'un pollen prélevé sur la fleur d'un de la variété à fruits jaunes et sphériques. Les graines obtenues donnent naissance à des plantes portant des fruits blancs et aplatis. Ces fruits fournissent des graines à partir desquels se développent 390 plants à fruits blancs dont 83 à fruits sphériques, les autres à fruits aplatis et 124 plants à fruits jaunes dont 90 à fruits aplatis. Les autres à fruits sphériques. Analyser les résultats obtenus de manière à établir les lois fondamentales énoncées par Mendel.

SOLUTION**EXERCICE 1**

- 1) Schémas (confer Exercice 2 du bac D 2010). Œuf embryon : $2n$; œuf albumen : $3n$.
- 2) L'œuf embryon devient l'embryon. L'œuf albumen devient albumen.
- 3) Graine : c'est une structure qui contient et protège l'embryon végétal, issue d'un ovule fécondé. Conditions externes et internes de la germination de la graine (confer Exercice 1 du bac D 2010).

EXERCICE 2

- 1) Gamétogenèse : formation des gamètes. Chez l'homme, elle s'effectue dans les testicules (tubes séminifères) et chez la femme, elle s'effectue dans les ovaires (follicules).
- 2) Différences entre spermatogenèse et ovogenèse :

Caractéristiques	Spermatogenèse	Ovogenèse
Gamète	Spermatozoïde	Ovule
Début	A la puberté	A la vie embryonnaire
Fin	A la mort	A la ménopause
Rythme de production	Continu et permanent	Discontinu et cyclique
Délai de production (âge du gamète)	Environ 74 jours	Age de la femme quelques mois
Quantité des gamètes	300 millions par millilitre de sperme environ	1 par cycle, rarement > 1
Organe	Testicules (tubes séminifères)	Ovaires (follicules)
Nombre de gamètes produits	4 spermatozoïdes	1 ovule

3) Garniture et formules chromosomiques :

	homme	femme	spermatozoïdes	ovule
Garniture chromosomique	$2n = 46$	$2n = 46$	$n = 23$	$n = 23$
Formules chromosomiques	46. XY	46. XX	23. X et 23. Y	23. X

EXERCICE 3

Analyse des résultats obtenus de manière à établir les lois fondamentales de Mendel :

La F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel (loi d'uniformité des hybrides de la première génération) : blancs (B) > jaunes (b) ; aplatis (A) > sphériques (a).

L'hérédité étant autosomale, on a : $(B//B ; A//A) \times (b//b ; a//a) \rightarrow F_1 (B//b ; A//a) 100\% [BA]$

Calcul des proportions de F_2 : $[Ba] = 2,44 \cong 3$; $[BA] = 9,02 \cong 9$; $[bA] = 2,64 \cong 3$; $[ba] = 1$: ces proportions sont conformes à la troisième loi de Mendel (ségrégation indépendante des caractères).

Gamètes de F_1 : (B//A), (B//a), (b//A) et (b//a).

Carré de Punnett :

$F_1 \times F_1$	(B//A)	(B//a)	(b//A)	(b//a)
(B//A)	(B//B;A//A) [BA]	(B//B;A//a) [BA]	(B//b;A//A) [BA]	(B//b;A//a) [BA]
(B//a)	(B//B;A//a) [BA]	(B//B;a//a) [Ba]	(B//b;A//a) [BA]	(B//b;a//a) [Ba]
(b//A)	(B//b;A//A) [BA]	(B//b;A//a) [BA]	(b//b;A//A) [bA]	(b//b;A//a) [bA]
(b//a)	(B//b;A//a) [BA]	(B//b;a//a) [Ba]	(b//b;A//a) [bA]	(b//b;a//a) [ba]

Bilan : $9/16 [BA]$; $3/16 [Ba]$; $3/16 [bA]$; $1/16 [ba]$

BACCALAUREAT SERIE C 2016**EXERCICE**

- A l'aide d'un schéma clair et bien annoté de façon aussi complète que possible, représentez un gamète humain femelle observé au microscope électronique.
- Au contact de la membrane plasmique du spermatozoïde avec celle de la cellule représentée, les organites (C) de cette dernière expulsent leur contenu dans la zone pellucide en élaborant une structure (C'), indispensable pour l'aboutissement d'un processus biologique (D) caractéristique de la vie des mammifères qui a lieu dans l'oviducte.
 - De quel processus (D) s'agit-il ?
 - Nommez les organites (C).
 - Identifiez la structure (C').
 - Précisez la fonction de la structure (C') dans ce processus.

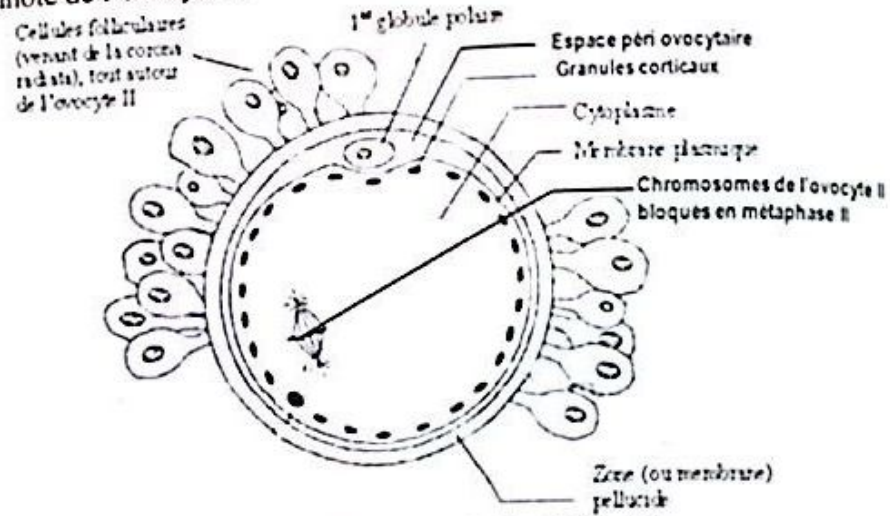
PROBLEME

Le croisement de deux rats de races pures, l'une à pelage blanc (albinos) et moustaches frisées, l'autre à pelage brun et moustaches raides a permis d'obtenir des hybrides de phénotype pelage brun et moustaches raides.

- Ecrire les génotypes et les phénotypes des parents et ceux de F_1 , sachant que les gènes étudiés sont indépendants.
- Prévoir les résultats du croisement entre les deux souris de F_1 .

SOLUTION**EXERCICE**

1. Schéma annoté de l'ovocyte II



Élément libéré par l'ovaire lors de l'ovulation

2. a) (D) désigne la fécondation.
 b) (C) désignent les granules corticaux.
 c) (C') désigne la membrane de fécondation.
 d) La membrane de fécondation a pour fonction de contribuer à la monospermie en empêchant la pénétration de plusieurs spermatozoïdes.

PROBLEME

- 1) Le résultat de la F1 est conforme à la première loi de Mendel, ce qui montre que les allèles "brun" (B) et "raides" (R) dominent respectivement les allèles "blanc" (b) et "frisées" (r). L'hérédité étant autosomale, on a les génotypes ci-après :
- Des parents : P1 = (b/b ; r/r) ; P2 = (B/B ; R/R).
 - De la F1 : (B/b ; R/r)
- Les phénotypes sont les suivants :
- Des parents : P1 = [br] ; P2 = [BR].
 - De la F1 : [BR]
- 2) Etant donné que les gènes sont indépendants, les résultats du croisement des souris de F1 sont comme suit : $\frac{9}{16}$ [BR], $\frac{3}{16}$ [Br], $\frac{3}{16}$ [bR] et $\frac{1}{16}$ [br].

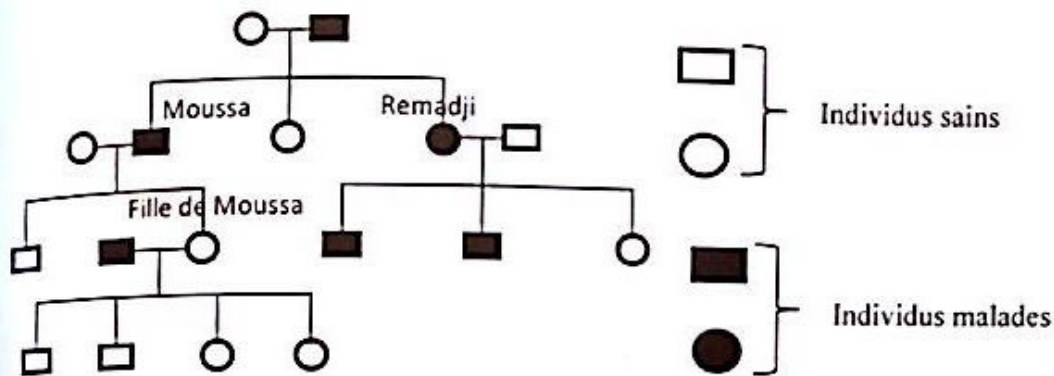
BACCALAUREAT SERIE C 2017**EXERCICE (confer bac 2012)****PROBLEME**

Le daltonisme est une affection héréditaire liée au chromosome X. Le gène responsable de cette affection se manifeste à l'état récessif. La mère du voisin de Gaspard distingue parfaitement les couleurs mais son mari ne les distingue pas. Leur fils Moussa est daltonien, ainsi qu'une de deux sœurs de Moussa. La sœur daltonienne de Moussa appelée Remadji, a trois enfants dont deux garçons daltoniens et une fille qui distingue les couleurs. Moussa a deux enfants, un garçon et une fille, qui distinguent parfaitement les couleurs. La fille de Moussa a épousé un homme daltonien, et ils ont deux garçons et deux filles qui distinguent le vert du rouge.

- a) Construire le pedigree de cette famille.
- b) Quel est le génotype de la mère de Moussa ?
- c) Quel est le génotype du père des enfants de Remadji ?
- d) Quel peut être le génotype de la femme de Moussa ?

SOLUTION**PROBLEME**

a) Le pedigree de cette famille :



- b) Donnons le génotype de la mère de Moussa : Le daltonisme est récessif. Symboles des allèles : D = allèle normal et d = allèle morbide. Génotype de mère de Moussa : $(X^D//X^d)$
 c) Génotype du père des enfants de Remadji : $(X^D//Y)$
 d) Génotype de la femme de Moussa : $(X^D//X^D)$ ou $(X^D//X^d)$

BACCALAUREAT SERIE C 2018**EXERCICE 1**

- Définissez la mitose et dites à quel stade de la vie cellulaire a-t-on la chance d'identifier les chromosomes d'une cellule ?
- Faites le schéma annoté d'un chromosome dupliqué.
- A la 60^{ème} heure de sa vie, l'embryon humain possède 16 cellules et mesure environ 250 μm de diamètre. Depuis la cellule œuf jusqu'à ce stade :
 - Combien de mitoses aura-t-on pu observer ?
 - Quelle est la durée approximative d'un cycle cellulaire ?
 - Combien de chromosomes trouve-t-on dans chaque cellule ? En déduire le nombre n de l'espèce.
 - Combien de chromatides trouve-t-on à chaque pôle d'une cellule en anaphase de la mitose ?
 - Représentez schématiquement l'anaphase de la mitose d'une cellule en supposant $n = 3$.

EXERCICE 2

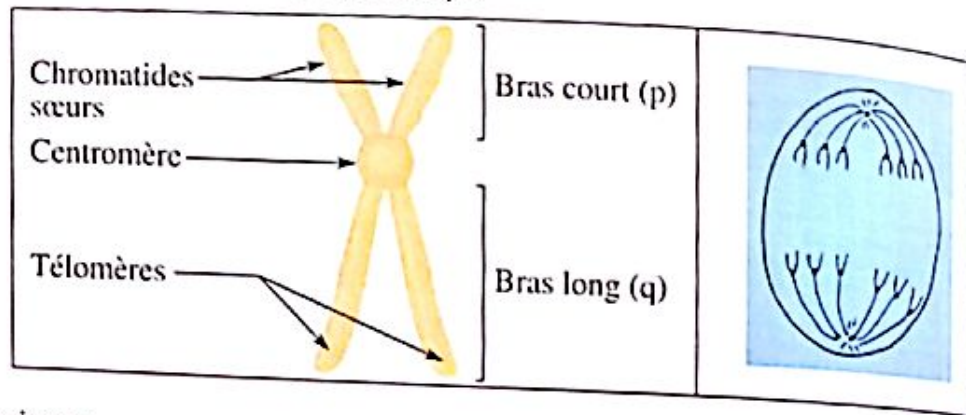
En croisant des souris à pelage uniforme et gris avec des souris à pelage panaché de blancs et noirs, on obtient en F₁ des souris uniformes et gris. Les individus de F₁ croisés entre eux donnent :

- 559 uniformes et gris ;
- 188 uniformes et noirs ;
- 187 panachés de blancs et gris ;
- 63 panachés de blancs et noirs.

- Quels sont les caractères étudiés dans ce croisement ?
- Quels sont les gènes dominants et les gènes récessifs ?
- Donnez les génotypes des parents et des individus de F₁.
- Justifiez la composition statistique prévisible de la descendance des F₁.

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Mitose : c'est une division cellulaire au cours de laquelle une cellule mère produit deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère. Les chromosomes sont identifiables à la métaphase de la mitose.
2. Schéma annoté d'un chromosome dupliqué



3. a) 4 mitoses
b) 20h environ (chez l'homme).
c) $2n = 46$ chromosomes. $n = 23$.
d) 46 chromatides à chaque pôle d'une cellule en anaphase de la mitose.
e) Schéma de l'anaphase de la mitose ($n = 3$) (ci-haut à droite).

EXERCICE 2

1. Les caractères étudiés sont : la forme du pelage et la couleur du pelage.
2. Les gènes dominants sont : uniformes et gris. Les gènes récessifs sont : panachés de blancs et noirs.
3. Symbolisme des allèles : uniforme $\rightarrow U$; panachés de blancs $\rightarrow u$; gris $\rightarrow G$; noir $\rightarrow g$. L'hérédité est autosomale. Génotypes des parents : $P_1 [UG] = (U//UG//G)$; $P_2 [ug] = (u//ug//g)$. Faites le croisement entre P_1 et P_2 , vous aurez F_1 de génotype $(U//uG//g)$.
4. Justifions la composition statistique prévisible de la descendance des F_1 (autrement dit de F_2). Calcul des proportions statistiques de F_2 :
 $[UG] = \frac{559}{63} = 9$; $[Ug] = \frac{188}{63} = 3$; $[uG] = \frac{187}{63} = 3$; $[ug] = \frac{63}{63} = 1$
Les proportions 9 : 3 : 3 : 1 sont conformes à la troisième loi de Mendel « loi de la ségrégation indépendante des caractères ».

$F_1 \times F_1 \Rightarrow (U//uG//g) \times (U//uG//g)$.
Gamètes de F_1 : $(U//G)$, $(U//g)$, $(u//G)$ et $(u//g)$.

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	$(U//G)$	$(U//g)$	$(u//G)$	$(u//g)$
$(U//G)$	$(U//UG//G)$ [UG]	$(U//UG//g)$ [UG]	$(U//uG//G)$ [UG]	$(U//uG//g)$ [UG]
$(U//g)$	$(U//UG//g)$ [UG]	$(U//Ug//g)$ [Ug]	$(U//uG//g)$ [UG]	$(U//ug//g)$ [Ug]
$(u//G)$	$(U//uG//G)$ [UG]	$(U//uG//g)$ [UG]	$(u//uG//G)$ [uG]	$(u//uG//g)$ [uG]
$(u//g)$	$(U//uG//g)$ [UG]	$(U//ug//g)$ [Ug]	$(u//uG//g)$ [uG]	$(u//ug//g)$ [ug]

Bilan : $\frac{9}{16} [UG]$; $\frac{3}{16} [Ug]$; $\frac{3}{16} [uG]$; $\frac{1}{16} [ug]$.

BACCALAUREAT SERIE C 2019

EXERCICE

1. Faites un schéma annoté d'un spermatozoïde et d'un ovule humains.
2. a) Citez les hormones produites par les gonades humaines et indiquez leurs rôles.
b) Nommez les structures (cellules ou tissus) qui secrètent ces hormones.
3. Chez la femme, l'ovogenèse, lorsqu'elle se rend, à terme produit un gamète fonctionnel, l'ovotide. Quelles autres cellules ce processus produit-il ? Pourquoi n'y a-t-il qu'un gamète au lieu de quatre comme chez l'homme ?
4. Dans un cycle ovarien de 38 jours, quelle est la durée de la phase lutéale ? A quel jour du cycle se produit l'ovulation ?

PROBLEME

- On réalise des croisements entre souris appartenant à deux (2) races pures. En F_2 , on obtient :
- 1358 individus à poils longs et gris ;
 - 456 individus à poils longs et blancs ;
 - 449 individus à poils courts et gris ;
 - 154 individus à poils courts et blancs.
- 1) Quels sont les caractères dont on étudie la transmission ?
 - 2) Montrer les caractères dominants et les caractères récessifs à partir des résultats statistiques.
 - 3) De ces mêmes résultats, dégager les lois concernant la transmission des caractères héréditaires.
 - 4) Quels sont les génotypes des parents et des individus de F_1 ?
 - 5) Etablir l'échiquier de croisement de F_2 . Donner les proportions statistiques.
 - 6) Donner les génotypes des individus nouveaux.

SOLUTION DU BACCALAUREAT SERIE C 2019

EXERCICE

- 1) Schéma annoté d'un spermatozoïde et d'un ovule humains (confer cours).
- 2) a. Hormones produites par les gonades humaines et leurs rôles.

Gonades humaines	Hormones	Rôles de ces hormones
Testicules	Testostérone	Induit les caractères sexuels secondaires masculins et leur maintien chez l'adulte. Indirectement, elle stimule la spermatogenèse.
	Inhibine	Inhibe la spermatogenèse par l'intermédiaire de l'antéhypophyse.
Ovaires	Oestradiol	Induit l'apparition des caractères sexuels secondaires féminins à la puberté et leur maintien pendant la vie génitale. Il stimule la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre.
	Progestérone	Elle est indispensable au maintien de la gestation en stimulant la vascularisation et la dentellisation. Elle assure également le silence utérin.

b) Nommons les structures qui secrètent ces hormones

Hormones	Structures qui les secrètent
Testostérone	Cellules de Leydig
Inhibine	Cellules de Sertoli
Oestradiol	Follicule et corps jaune
Progestérone	Corps jaune

- 3) Les autres cellules produites au terme de l'ovogenèse sont des globules polaires. Il n'y a qu'un seul gamète parce que les globules polaires dégèrent.
- 4) Durée de la phase lutéale : 14 jours. Jour d'ovulation : 24^{ème} jour du cycle.

PROBLEME

- 1) Les caractères étudiés sont : la taille et la coloration du pelage.
2) Montrons les caractères dominants et récessifs à partir des résultats statistiques.

Calcul des proportions statistiques

$$T = 2417$$

$$[\text{Longs-gris}] = \frac{1358}{2417} \times 100 = 56,18\% \approx 56,25\%$$

$$[\text{Longs-blancs}] = \frac{456}{2417} \times 100 = 18,86\% \approx 18,75\%$$

$$[\text{Courts-gris}] = \frac{449}{2417} \times 100 = 18,57\% \approx 18,75\%$$

$$[\text{Courts-blancs}] = \frac{154}{2417} \times 100 = 6,37\% \approx 6,25\%$$

Analyse monofactorielle

- Gène responsable de la taille du pelage

$$[\text{Longs}] = 75\% > [\text{Courts}] = 25\%$$

- Gène responsable de la coloration du pelage

$$[\text{Gris}] = 75\% > [\text{Blancs}] = 25\%$$

3. Dégageons les lois concernant la transmission des caractères héréditaires à partir des résultats :

- Les proportions 56,25%, 18,75%, 18,75% et 6,25% sont conformes à la 3^{ème} loi de Mendel (loi de disjonction indépendante de couples des caractères).
- Les proportions 75% et 25% sont conformes à la 2^{ème} loi de Mendel (loi de pureté des gamètes).

4. Déterminons les génotypes des parents et de F₁.

Symbolisme des allèles : Long → L ; Court → l ; Gris → G ; Blanc → g

Génotypes des parents $\begin{cases} P1 : (L//LG//G) \\ P2 : (l//lg//g) \end{cases}$; Génotype de F₁ : (L//lG//g)

5. Etablissons l'échiquier de croisement de F₂

$$F_1 \times F_1 \Rightarrow (L//lG//g) \times (L//lG//g)$$

Gamètes de chaque individu de F₁ : (L//G), (L//g), (l//G) et (l//g) (dans les proportions 1/4 chacun).

Grille de croisement de Punnett

F ₁ x F ₁	(L//G)	(L//g)	(l//G)	(l//g)
(L//G)	(L//LG//G) [LG]	(L//LG//g) [LG]	(L//lG//G) [LG]	(L//lG//g) [LG]
(L//g)	(L//LG//g) [LG]	(L//Lg//g) [Lg]	(L//lG//g) [LG]	(L//lg//g) [Lg]
(l//G)	(L//lG//G) [LG]	(L//lG//g) [LG]	(l//lG//G) [lG]	(l//lG//g) [lG]
(l//g)	(L//lG//g) [LG]	(L//lg//g) [Lg]	(l//lG//g) [lG]	(l//lg//g) [lg]

Les proportions statistiques sont : $\frac{9}{16}$ [LG], $\frac{3}{16}$ [Lg], $\frac{3}{16}$ [lG] et $\frac{1}{16}$ [lg].

6. Déterminons les génotypes des individus nouveaux :

- [Lg] : (L//Lg//g), (L//lg//g)
- [lG] : (l//lG//G), (l//lG//g)

BACCALAUREAT SERIE C 2020**EXERCICE 1**

Le dépistage de certaines maladies peut être réalisé par l'établissement d'un caryotype.

1. Définissez le terme caryotype.
2. Sur quelles cellules et dans quelles conditions établit-on un caryotype chez l'homme ?
3. Comment se répartissent les chromosomes humains ?

EXERCICE 2

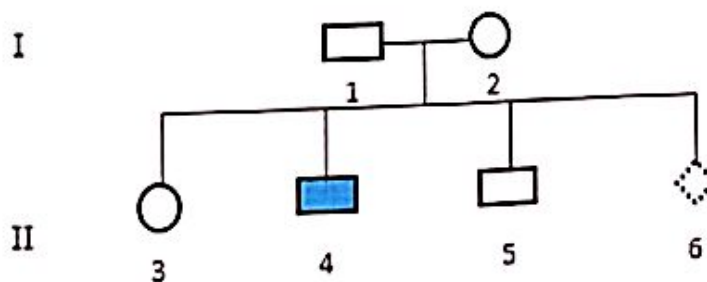
Au cours de la traduction du message porté par l'ARNm, interviennent dans l'ordre cinq ARNt portant respectivement les anticodons suivants : CAA AGA UCC ACA GAU.

1. Déterminez la séquence en acides aminés du peptide qui sera formé.
2. Qu'appelle-t-on codon ? Combien de codons comporte l'ARNm qui sera traduit en peptide ?
3. Quel rôle jouent les ARNt au cours de la traduction ? Et quels sont les autres acteurs de la traduction ?
4. Reconstituer le fragment complet du gène en indiquant le brin transcrit et le brin non transcrit.
5. Qu'appelle-t-on brin transcrit et pourquoi cette précision ?

PROBLEME

La myopathie de Duchenne est une maladie dégénérative des fibres musculaires. Les garçons atteints de myopathie ne synthétisent pas, ou de façon incorrecte, une protéine musculaire, la dystrophine. Des parents ayant eu un fils malade souhaiteraient savoir si leur enfant à naître présente un risque. Ils consultent un médecin. Celui-ci leur propose un diagnostic prénatal et les informe des progrès réalisés en biotechnologies.

1. En vous basant sur l'arbre généalogique de cette famille, expliquer comment se fait la transmission de cette maladie ?
2. Etablir les génotypes de parents et celui des enfants 3, 4 et 5.
3. Construire l'échiquier de croisement et donner les proportions des individus sains et malades.
4. Quel serait le risque pour que l'enfant à naître (6) soit myopathe ?

**SOLUTION DU BACCALAUREAT SERIE C 2020****EXERCICE 1**

1. Le terme caryotype désigne l'analyse numérique et structurale de l'ensemble des chromosomes d'une cellule d'un individu.
2. Le caryotype se réalise sur des cellules nucléées capables de se diviser in vitro comme les lymphocytes. Il se réalise dans les conditions suivantes :
 - Mise en culture des cellules à 37°C pendant 48 à 72h ;
 - Le milieu contient le sérum humain, les antibiotiques et des substances activant la mitose comme la phytohémagglutinine ;
 - Blocage des mitoses en métaphase par la colchicine ;

- Réalisation d'un choc hypotonique.
- 3. Les chromosomes humains se répartissent en 23 paires, 22 paires sont identiques chez l'homme et chez la femme et sont nommées autosomes, la paire restante est représentée par les chromosomes sexuels nommés gonosomes qui sont :
 - Les chromosomes XX chez la femme ;
 - Les chromosomes XY chez l'homme.

EXERCICE 2

ARNt : CAA AGA UCC ACA GAU

1. Déterminons la séquence du peptide
 ARNm : GUU UCU AGG UGU CUA
 Polypeptide : Val – Ser – Arg – Cys – Leu
 2. Un codon est un triplet de nucléotides de l'ADN ou de l'ARN. L'ARNm comporte cinq codons.
 3. Les ARNt jouent le rôle de transport des acides aminés aux ribosomes. Les autres acteurs de la traduction sont : ARNm, le ribosome, les acides aminés, etc.
 4. Reconstituons le fragment complet du gène en indiquant le brin transcrit et le brin non transcrit
- $$ADN \begin{cases} GTT TCT AGG TGT CTA \text{ brin non transcrit} \\ CAA AGA TCC ACA GAT \text{ brin transcrit} \end{cases}$$
5. On appelle brin transcrit l'un des brins d'ADN qui sert de matrice pour la synthèse de l'ARNm. Cette précision parce que l'ARNm est formé par la transcription.

PROBLEME

1. La maladie se transmet selon le mode récessif et liée au sexe (car les parents sains ont eu une naissance à garçon malade, ce garçon a hérité la maladie de sa mère vectrice).
2. Symbolisme des allèles : M = allèle normal et m = allèle morbide.
 $1 = (X_M Y)$; $2 = (X_M // X_m)$; $3 = (X_M // X_M)$ ou $(X_M // X_m)$; $4 = (X_m // Y)$; $5 = (X_m // Y)$
3. Echiquier de croisement

Parents 1 et 2	$(X_M /)$	$(Y /)$
$(X_M /)$	$(X_M // X_M) \text{ } \varnothing \text{ [M]}$	$(X_M // Y) \text{ } \delta \text{ [M]}$
$(X_m /)$	$(X_M // X_m) \text{ } \varnothing \text{ [M]}$	$(X_m // Y) \text{ } \delta \text{ [m]}$

Bilan : [M] = $\frac{3}{4}$; [m] = $\frac{1}{4}$

4. Le risque que l'enfant à naître soit myopathe est de : $R = \frac{1}{4}$

SUJETS DES CONCOURS DU SUPERIEUR

SUJET 1 : INSTITUT NATIONAL DE SCIENCES ET TECHNIQUES D'ABEJHE :
SBM ET STE**EXERCICE 1**

Un fragment d'un brin transcrit d'ADN possède la séquence en nucléotides suivante : ATAGCTGCATTA.

1. Quelle sera la séquence du brin d'ADN complémentaire ?
2. Quelle sera la séquence en nucléotides de l'ARNm ?
3. Etablir la différence entre l'ADN et l'ARN.
4. Définir les termes suivants : nucléotide, nucléoside, intron et exon.
5. Quels arguments prouvent que l'ADN est le seul support primaire de l'information génétique ?

EXERCICE 2

L'étude de cellules de la lignée des globules rouges a donné les résultats consignés dans le tableau suivant (l'hémoglobine est une protéine).

	Cellules souches	érythroblastes	Hématies
Contenu en ADN du noyau	++	++	-
Synthèse de l'hémoglobine par jour et par cellule ($10^{-2}g$)	0,5	0,2 à 0,3	0

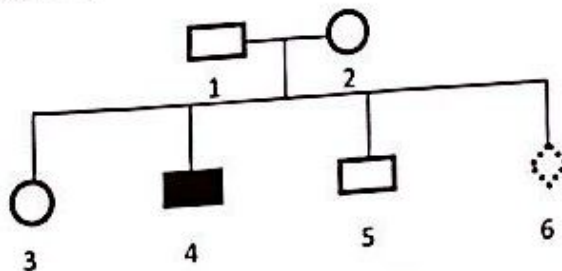
(+) présence ; (-) absence.

1. Préciser les caractéristiques de trois cellules à l'aide du tableau.
2. Etablir une relation entre ces différents résultats et la généraliser.

EXERCICE 3

La myopathie de Duchenne est une maladie dégénérative des fibres musculaires. Les garçons atteints de myopathie ne synthétisent pas, ou de façon incorrecte, une protéine musculaire, la dystrophine. Des parents ayant eu un fils malade souhaiteraient savoir si leur enfant à naître présente un risque. Ils consultent un médecin. Celui-ci leur propose un diagnostic prénatal et les informe des progrès réalisés en biotechnologies.

5. En vous basant sur l'arbre généalogique de cette famille, expliquer comment se fait la transmission de cette maladie ?
6. Etablir les génotypes de parents et celui des enfants 3, 4 et 5.
7. Construire l'échiquier de croisement et donner les proportions des individus sains et malades.
8. Quel serait le risque pour que l'enfant à naître (6) soit myopathe ?

**SOLUTION****EXERCICE 1**

1. Brin d'ADN complémentaire : TATCGACGTAAT
2. Séquence d'ARNm : UAU CGA CGU AAU
3. (Confer cours)
4. Nucléotide : c'est une molécule constituée d'une base azotée, d'un sucre et d'un acide phosphorique. Nucléoside : c'est une molécule formée d'une base azotée et d'un sucre. Intron : correspond à la séquence non codante, insérée entre les exons et qui n'a pas de complémentaire

dans l'ARNm utilisé pour la synthèse protéique. Exon : correspond à la séquence codante et se trouve sous forme complémentaire dans l'ARNm exporté vers le cytoplasme.

5. L'ADN constitue un support primaire de l'information génétique pour des raisons suivantes : il contient un ensemble d'informations nécessaire à la croissance, au développement et à la reproduction des êtres vivants.

EXERCICE 2

1. Caractéristiques :

Caractéristiques	Cellules souches	Erythroblastes	Hématies
ADN du noyau	présent	présent	Absent
Synthèse d'hémoglobine	Oui	Oui	Non

2. Relation entre ces différents résultats : une cellule pourvue d'ADN réalise la synthèse des protéines. Généralisation : L'ADN est à l'origine de la synthèse de protéine.

EXERCICE 3

1. La maladie se transmet selon le mode récessif et liée au sexe (car les parents sains ont donné naissance à garçon malade, ce garçon a hérité la maladie de sa mère vectrice).
 2. Symbolisme des allèles : M = allèle normal et m = allèle morbide. 1 = $(X_M//Y)$; 2 = $(X_M//X_m)$; 3 = $(X_M//X_M)$ ou $(X_M//X_m)$; 4 = $(X_m//Y)$; 5 = $(X_M//Y)$.
 3. Echiquier de croisement

Parents 1 et 2	(X_M/Y)	(Y/X)
(X_M/X)	$(X_M//X_M)$ [M] femelles	$(X_M//Y)$ [M] mâles
(X_m/X)	$(X_M//X_m)$ [M] femelles	$(X_m//Y)$ [m] mâles

Bilan : individus sains = $3/4$; individus malades = $1/4$

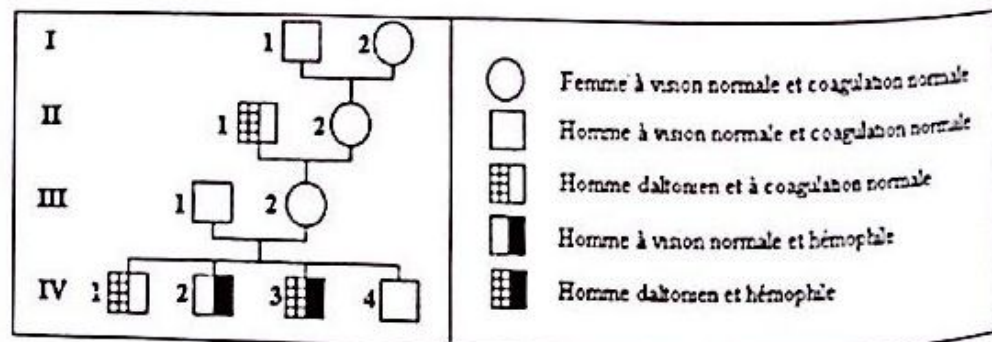
4. Le risque est de $R = 1/4$

SUJET 2 : INSTITUT NATIONAL DE SCIENCES ET TECHNIQUES D'ABECHE (2017-2018) SBM ET STE

EXERCICE 1

Unicité génétique des individus et polymorphisme des espèces : L'hémophilie (déficience de la coagulation du sang) et le daltonisme (mauvaise vision des couleurs) sont provoqués par des mutations sur deux gènes portés par le chromosome X. A partir des informations tirées de l'analyse du document, précisez le mode de transmission des deux caractères ; à l'aide de vos connaissances sur le brassage génétique, justifiez, en vous appuyant sur des schémas, la diversité des phénotypes apparus en quatrième génération.

Document : Le document ci-dessous présente l'arbre généalogique d'une famille où les deux anomalies se manifestent.



EXERCICE 2*

Les hominidés (ex : Homme) et les pongidés (ex : chimpanzé, gorille) appartiennent à l'ordre des primates. Après avoir exposé de façon structurée les comparaisons anatomiques et chromosomiques montrant les différences entre ces deux familles, donnez les critères d'appartenance à la lignée humaine.

EXERCICE 3 *

Montrez comment les cellules ayant phagocyté un antigène étranger à l'organisme déclenchent une réaction immunitaire aboutissant à la formation de complexes antigène-anticorps. L'exposé sera illustré de schémas.

EXERCICE 4

La procréation : chez les mammifères adultes mâles, la testostérone, hormone sexuelle, est produite de façon continue et se trouve dans le plasma sanguin à un taux à peu près constant. Après avoir indiqué l'origine de la sécrétion de testostérone, exposez les mécanismes de sa régulation. Votre réponse comportera une introduction, un développement structuré et une conclusion sous forme de schéma fonctionnel.

SOLUTION

EXERCICE 1

L'analyse du pedigree montre que les deux anomalies se transmettent selon le mode récessif car les parents sains ont engendré des enfants malades. Le fait que seuls les garçons soient malades montre que ces gènes sont portés par le chromosome sexuel X. L'apparition des individus de la quatrième génération et surtout de l'individu IV₃ montre qu'il s'est produit un crossing-over lors de l'ovogenèse chez la femme III₂.

Symbolisme des allèles : Hémophilie $\left\{ \begin{array}{l} H : \text{allèle normal} \\ h : \text{allèle morbide} \end{array} \right.$; Daltonisme $\left\{ \begin{array}{l} D : \text{allèle normal} \\ d : \text{allèle morbide} \end{array} \right.$

Génotypes : III₁ = X^HDY ; III₂ = X^hX^HD ; Gamètes de III₁ : X^H et Y

Gamètes de III₂ : Faites le déroulement du crossing-over et vous aurez : X^hD ; X^hd ; X^HD ; X^Hd

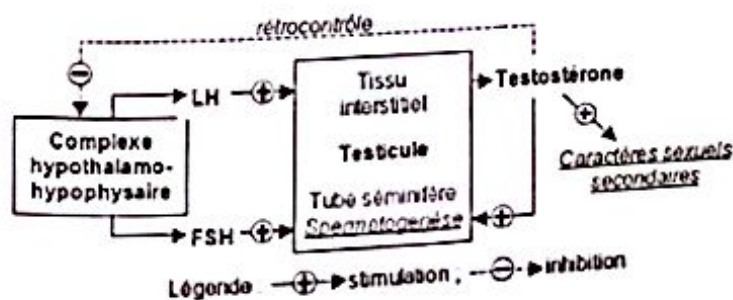
Echiquier de croisement :

III ₁ \ III ₂	X ^H D	X ^h D	X ^h d	X ^H d
X ^H D	X ^H X ^H D [HD] ♀	X ^H X ^h D [HD] ♀	X ^H X ^h d [HD] ♀	X ^H X ^H d [HD] ♀
Y	X ^H Y [HD] ♂ (4)	X ^h Y [Hd] ♂ (1)	X ^h dY [hd] ♂ (2)	X ^H dY [hD] ♂ (3)

EXERCICE 4

La testostérone est la principale hormone sexuelle mâle. Elle est sécrétée par les cellules de Leydig du tissu interstitiel et assure l'induction, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires masculins de la puberté à la mort. En outre, elle intervient dans la régulation de la spermatogenèse exerçant une rétroaction sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Sécrétée par les cellules de Leydig des testicules de façon continue de la puberté à la sénescence, la testostérone intervient dans l'apparition, le développement et le maintien des caractères sexuels chez l'adulte mâle. Elle régule également la spermatogenèse en exerçant un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire : la castration chez un mâle adulte entraîne une hypertrophie de l'hypophyse et de l'hypothalamus. Ce qui montre que les testicules exercent une action frénatrice sur le CHH. En revanche, chez un mâle adulte non castré si l'on procède à une injection de la testostérone en quantité élevée, on constate que l'activité du CHH diminue progressivement par l'intermédiaire des hormones GnRH, FSH et surtout la LH. Il s'agit d'un rétrocontrôle négatif qui a pour effet de réguler les valeurs des paramètres contrôlés (spermatogenèse, maintien des caractères sexuels secondaires).



SUJET 3 : FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE 2012-2013

EXERCICE 1

Schéma annoté d'une cellule animale. Quels sont les rôles des organites suivants : mitochondrie, noyau, ribosome, membrane plasmique.

EXERCICE 2

Schéma simplifié du cœur humain et de l'appareil digestif de ruminants.

EXERCICE 3

De la puberté à la ménopause, la fertilité est associée, chez la femme, à une production cyclique de gamètes et à l'apparition de menstruations qui se répètent tous les 28 jours environ sauf pendant la grossesse.

1. Précisez l'origine de la cyclicité des menstruations puis, à l'aide d'un schéma.
2. Expliquez leur disparition, ainsi que l'absence d'ovulation, dès le début de la grossesse.

SOLUTION

EXERCICE 1 (confer cours)

EXERCICE 2

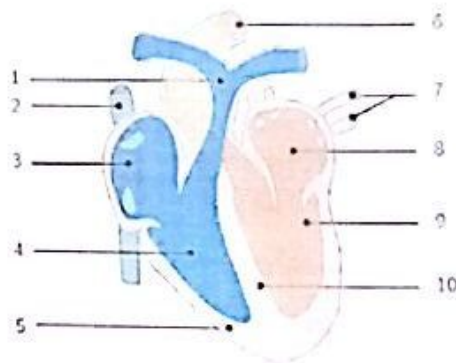


Schéma simplifié du cœur humain

1 = artère pulmonaire ; 2 = veine cave ; 3 = oreillette gauche ; 4 = ventricule gauche ; 5 = muscle cardiaque ; 6 = artère aorte ; 7 = veine pulmonaire ; 8 = oreillette droite ; 9 = ventricule droit ; 10 = cloison interventriculaire.

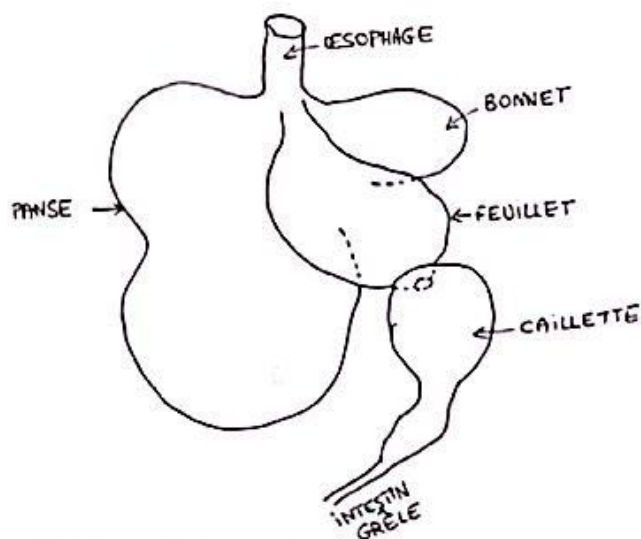
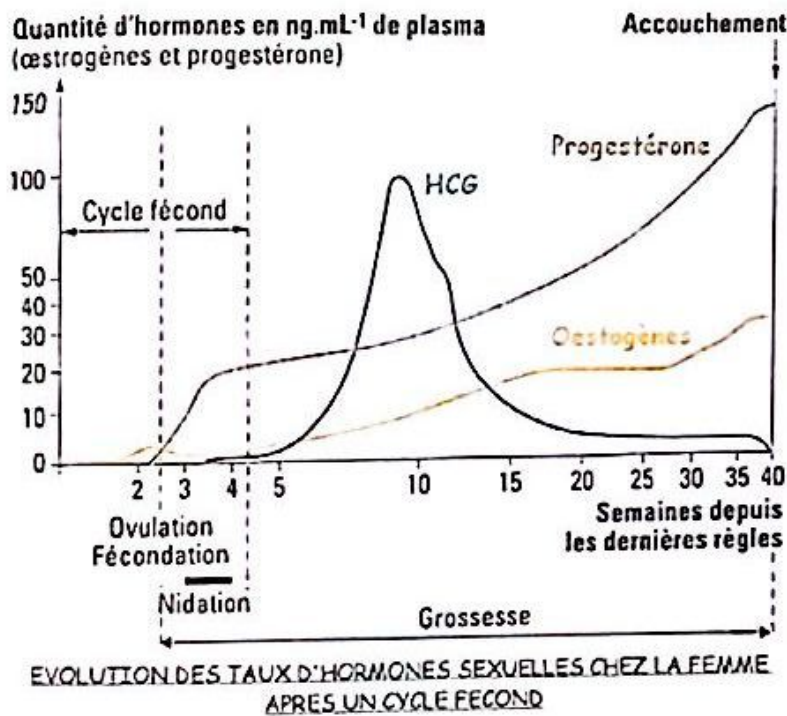


Schéma de l'appareil digestif des ruminants

EXERCICE 3

1. La cyclicité de menstruation est due à un mécanisme de régulation hormonale appelé retrocontrôle ou feed-back (à la phase lutéale, la présence de progestérone exerce un feed-back négatif provoquant la diminution du taux de GnRH et des gonadostimulines entraînant à la fin du cycle la baisse des hormones ovariennes provoquant la menstruation et ceci à chaque cycle de la femme).
2. La disparition des menstruations et l'absence d'ovulation au début de la grossesse sont dues à l'HCG sécrétée par le trophoblaste (ou le placenta), dont le rôle est de provoquer le maintien du corps jaune en stimulant la sécrétion continue d'œstradiol et de progestérone bloquant ainsi le cycle à la phase lutéale.

**SUJET 4 : ECOLES NORMALES SUPERIEURES 2014-2015****EXERCICE 1** (confer Exercice 3 du sujet 3)**EXERCICE 2** (confer Exercice 1 du sujet 3)**EXERCICE 3**

1. Après avoir défini un follicule, faites les schémas annotés des cinq types de follicules (primordial, primaire, secondaire, tertiaire et de DeGraaf).
2. Quelles sont les caractéristiques qui permettent de les reconnaître ?
3. A quelle période de la vie sexuelle de la femme apparait chacun de ces types de follicules ?
4. Qu'est-ce qui est à l'origine de l'augmentation de leur taille ?

SUJET 5 : UNIVERSITE ADAM BARKA FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE**EXERCICE 1**

Dans l'espèce humaine, il y a 46 chromosomes dont deux (2) hétérosomes.

1. Donnez la formule chromosomique :
 - a) de la femme à la ménopause ;
 - b) de l'homme adulte.
2. Quelles sont les formules chromosomiques possibles d'un spermatozoïde ?
3. Quelles sont les formules chromosomiques possibles d'un ovote ?

EXERCICE 2

Les batraciens (tels les oursins) se multiplient dans l'eau. Au cours de leurs accouplements le mâle et la femelle libère chacun des gamètes dans l'eau. Ces derniers, une fois libérés, se dirigent les uns vers les autres.

1. Expliquez comment se déroule cette attraction ?
2. La fécondation se fait telle qu'un gamète mâle (spermatozoïde) s'unit obligatoirement au gamète femelle (ovule) de la même espèce. Dites quels sont les éléments chargés d'assurer la reconnaissance entre les gamètes ? dans lequel des deux gamètes les trouve-t-on ?
3. Schématisez un gamète femelle chez les oursins en montrant :
6. Comment le gamète mâle le pénètre ?
7. Comment le noyau spermatique s'unit au noyau ovulaire tout en précisant l'angle α décrit par le noyau spermatique pour tamponner celui ovulaire.
4. Naturellement, plusieurs spermatozoïdes environnent l'ovule mais un seul pénètre. Expliquez le processus de rejet d'autres spermatozoïdes en employant les termes appropriés.
5. Comment appelle-t-on la collision noyau spermatique/noyau ovulaire ?
6. Si la cellule somatique de l'oursin a $2n = 24$, quelle sera la garniture chromosomique de la cellule œuf (zygote) formée ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. a) Femme ménopausée : $2n = 44A+XX$; b) Homme adulte : $2n = 44A+XY$.
2. Spermatozoïde $\begin{cases} n = 22A + X \\ n = 22A + Y \end{cases}$
3. Ovotide : $n = 22A+X$

SUJET 6 : FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE D'ALEXANDRIE**EXERCICE 1**

1. Citez les organites responsables de la production d'énergie et de la synthèse protéique dans la cellule.
2. Quel est le rôle des organites suivants : chloroplaste, noyau.
3. Qu'est-ce que la gamétogenèse ?
4. A partir d'une cellule initiale, donnez, après gamétogenèse, le nombre de cellules finales que l'on obtient et leur nom chez l'homme et chez la femme. Ce nombre est-il le même chez les deux sexes ? Pourquoi ?
5. Qu'est-ce qu'un zygote ? Par quel phénomène biologique l'obtient-on ?
6. Qu'appelle-t-on allèles ? Lesquels sont connus comme gouvernant le groupe sanguin chez l'homme ?
7. Donnez le schéma annoté du gamète mâle chez l'homme. Quelle est la structure qui permet la mobilité de ce gamète et d'où vient la source d'énergie nécessaire à cette mobilité ?
8. Schéma annoté d'une cellule animale. Quels sont les rôles des organites suivants : Mitochondrie, noyau, ribosome, membrane plasmique.

EXERCICE 2

M. Adjji est de groupe sanguin A et sa femme est de groupe sanguin B. ils ont eu un premier enfant de groupe O. ils sont soupçonnés d'avoir échangé leur deuxième enfant avec celui du couple Samba à la maternité. M. Samba est du groupe sanguin B et sa femme de groupe O. Pour permettre de trancher, le médecin procède à la détermination du groupe sanguin des 2 enfants. Ils sont tous 2 de groupe B. cet examen du médecin permet-il de trancher le problème ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Production d'énergie : mitochondrie ; synthèse protéique : ribosome et réticulum endoplasmique rugueux.

- Chloroplaste : c'est le siège de la photosynthèse. Noyau : siège de l'information génétique et de la division cellulaire.
- Gamétogenèse : c'est le processus aboutissant à la formation des gamètes.
- Chez l'homme : 4 cellules appelées spermatozoïdes. Chez la femme : 4 cellules, un ovule et 3 globules polaires. Ce nombre est le même à la différence qu'on a 4 gamètes chez l'homme et un seul gamète chez la femme.
- Zygote** : c'est une cellule-œuf issue de la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovule. On l'obtient par le phénomène de fécondation.
- Allèles** : ce sont les différentes versions d'un gène gouvernant des caractères spécifiques. Ce sont les allèles A, B et O.
- Schéma d'un spermatozoïde humain (confer cours). La mobilité est assurée par le flagelle. La source d'énergie à cette mobilité provient de la mitochondrie.
- Schéma d'une cellule animale et les rôles des organites (confer cours).

EXERCICE 2

Famille de Nadji : (A//O) x (B//O). Echiquier de croisement :

Parents	(A/)	(O/)
(B/)	(A//B)	(B//O)
(O/)	(A//O)	(O//O)

Famille de Samba : (B//B) ou (B//O) x (O//O).

1^{er} Cas : (B//B) x (O//O) donne 100% [B] ; 2^{ème} cas : (B//O) x (O//O) donne ½ [B]

Vu ces résultats et étant donné que les enfants sont de même groupe sanguin, cet examen ne permet pas de trancher le problème.

SUJET 7 : UNIVERSITE ADAM BARKA FACULTE DES SCIENCES DE S ANTE
2016-2017

EXERCICE 1 (confer Exercice 3 du sujet 3)**EXERCICE 2**

- Après avoir défini un follicule, faites les schémas annotés des cinq types de follicules (primordial, primaire, secondaire, tertiaire et de DeGraaf).
- Quelles sont les caractéristiques qui permettent de les reconnaître ?
- A quelle période de la vie sexuelle de la femme apparaît chacun de ces types de follicules ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de l'augmentation de leur taille ?

EXERCICE 3

A. Faites un schéma annoté d'une coupe longitudinale d'un spermatozoïde humain.

- Rappelez les différentes phases de la spermatogenèse ?
 - Quels sont les phénomènes essentiels accompagnant la spermatogenèse ? Donnez les différences qui caractérisent ces phénomènes.
- B. L'ablation d'un organe chez une femelle adulte a provoqué la stérilité.
- Quel est selon vous l'organe enlevé ?
 - L'injection des extraits hypophysaires rétablit la fonction reproductrice chez la femelle en question :
 - Quel peut être réellement l'organe qui a pu être enlevé ?
 - Quel est son rôle dans le cycle sexuel de la femelle adulte ?

EXERCICE 4

Dans un élevage, on croise un coq noir et une poule à pelage barré de stries blanches (plumage barré). Ce croisement donne en F₁ de poules noires et de coqs "barrés". Les individus de F₁ croisés entre eux donnent en F₂ un élevage comprenant 12 poules noires, 11 coqs noirs, 13 poules à plumage barré et 12 coqs à plumage barré. Le croisement des coqs à plumage barré et poules à plumage barré donne

parfois des individus (poules) à plumage noir. Sachant que la poule ne possède qu'un chromosome (formule XO), que le coq possède deux (formule XX) et que le caractère est lié au sexe.

- 1) Quel est l'allèle dominant?
- 2) Quels sont les génotypes des parents ?
- 3) Quels sont les génotypes des individus de F_1 ?
- 4) Expliquez les résultats de F_2 .

SOLUTION

EXERCICE 2 (Confer Exercice 1 du bac D 2018)

EXERCICE 3

- A. Schéma du spermatozoïde humain (Confer cours)
1. Les différentes phases de la spermatogenèse sont : la multiplication, l'accroissement, la maturation et la différenciation.
 2. Les phénomènes essentiels qui accompagnent la spermatogenèse sont la mitose et la méiose.
- Différences entre mitose et méiose (confer cours).
- B. 1. Soit l'hypophyse, soit les ovaires.
2. a. Il s'agit de l'hypophyse.
 - b. Elle synthétise la LH et la FSH ayant pour fonctions suivantes :
 - LH : elle provoque l'ovulation, l'hypertrophie du corps jaune et par conséquent la sécrétion de progestérone.
 - FSH : elle stimule la croissance et la maturation des follicules, par conséquent la sécrétion d'œstradiol.

SUJET 8 : ECOLES PUBLIQUES DE SANTE 2014 **IDE/SFDE/ASDE/TLDE/TGSADE (EXTERNES)**

EXERCICE 1

1. Quelle différence y a-t-il entre : a) respiration et photosynthèse ? b) phéromones et allomones ?
2. Quels sont les facteurs naturels qui interviennent dans les échanges gazeux respiratoires ?
3. Quelle est la fonction du liquide céphalo-rachidien ? où le trouve-t-on ?
4. Qu'est-ce qu'un fossile ? comment peut-on déterminer l'âge d'un fossile ? indiquez l'importance des fossiles.

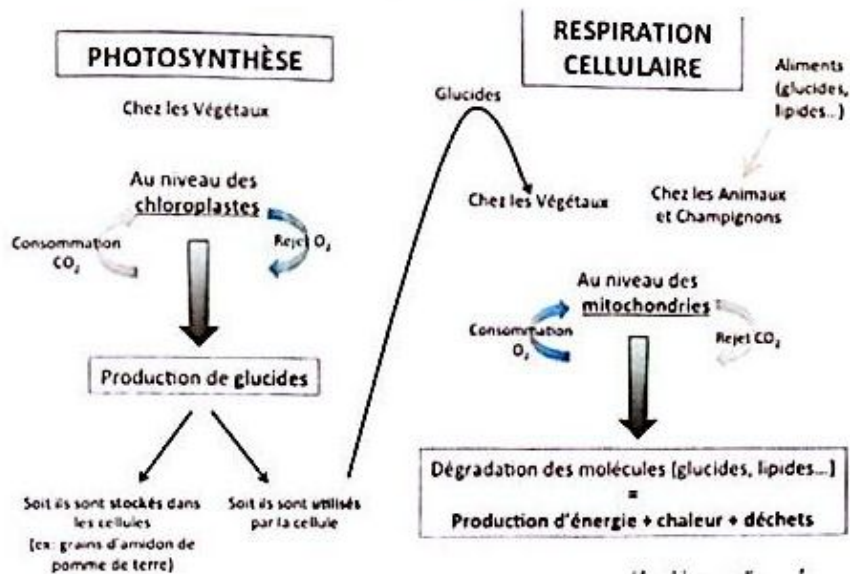
EXERCICE 2 (confer Exercice 4 du concours 7)

EXERCICE 3

1. Construire le graphique donnant l'allure de l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose.
2. Pourquoi dit-on que l'ADN fait l'ARN ?
3. Quelles sont les caractéristiques génétiques d'un crossing-over ?

SOLUTION**EXERCICE 1**

1. Différences entre : a) respiration et photosynthèse :



b) **Allomones** : substances semi-chimiques produites par un être vivant et qui interagissent avec un autre être vivant d'une espèce différente ; espèce animale vers espèce animale et même plantes vers espèces animales. Par exemple, certaines espèces de fleurs qui attirent des insectes ou des oiseaux pour favoriser leur pollinisation. **Phéromones** : substances chimiques comparables aux hormones, émises par la plupart des animaux et certains végétaux, et qui agissent comme messagers entre les individus d'une même espèce. Elles transmettent aux autres organismes des informations qui influencent la physiologie et les comportements (sexuel, maternel, agression).

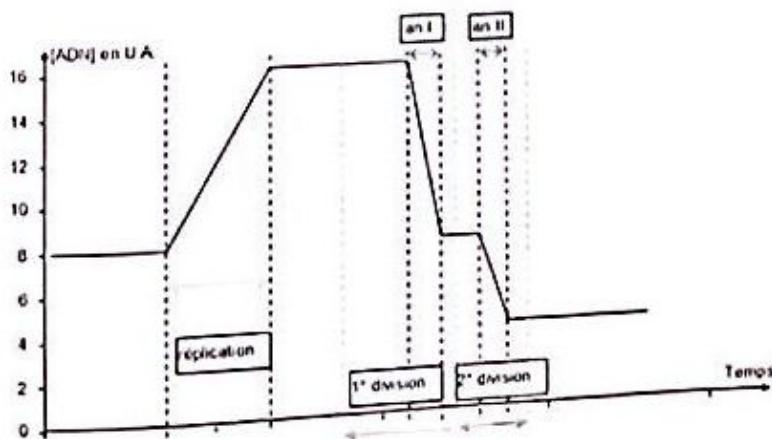
2. Les facteurs qui interviennent dans les échanges respiratoires sont : les mouvements pulmonaires et la circulation sanguine.

3. Liquide céphalo-rachidien : il sert à lubrifier et protéger le cerveau et la moelle épinière contre le choc. Il se trouve dans l'encéphale et dans la moelle épinière.

4. Fossile : c'est le reste d'un être vivant ayant vécu l'époque historique et qui a été conservé dans des dépôts sédimentaires. On date le fossile par le carbone 14. Il permet de savoir l'histoire de l'évolution ou connaître l'origine des êtres vivants.

EXERCICE 3

1. Graphique :



2. L'ADN fait l'ARN car les codons de l'ARNm se forment par transcription à partir du transcrit de l'ADN.
3. Les caractéristiques génétiques d'un crossing-over sont : le brassage d'information génétique, la formation des gamètes génétiquement différents, diversité génétique.

SUJET 9 : ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE BONGOR 2015-2016

EXERCICE 1

1. Rappelez à l'aide d'un tableau les différentes phases de la spermatogenèse en précisant ce qui les caractérise.
2. Chez l'homme $2n = 46$ chromosomes. Quelle est la garniture chromosomique : d'une spermatogonie ? d'un spermatocyte de 1^{er} ordre ? d'un spermatocyte de 2^{ème} ordre ?
3. Le caractère biologique essentiel du spermatozoïde est sa mobilité : 35 à 50 $\mu\text{m/s}$ chez l'homme.
 - a) Quelle est la structure responsable de cette mobilité ?
 - b) Quelle est la source d'énergie de cette mobilité ?
4. Il existe dans la tête du spermatozoïde un sac contenant des enzymes.
 - a) Quel est son nom ?
 - b) Quel est son rôle au moment de la fécondation ?
5. Donnez une représentation schématique d'une cellule en anaphase I et en anaphase II (on prendra $2n = 6$). Quels sont les synonymes de ces deux anaphases ?

EXERCICE 2

On croise deux races pures de drosophiles qui diffèrent par deux couples de caractères. Les mouches de la première souche « sauvage » ont les yeux rouges et les ailes entières, celles de la deuxième souche ont les yeux blancs : mutation « white » (w) et les ailes coupées : mutation « cut » (ct).

1. On croise des mâles de la souche œil blanc, ailes découpées avec des femelles de la souche sauvage. On obtient une génération F_1 dans laquelle tous les individus sont de phénotype sauvage. On croise des femelles de la souche œil blanc, ailes découpées avec des mâles de la souche sauvage. On constate alors que la première génération F_1 comporte deux phénotypes :
 - Phénotypes sauvages dont tous les individus sont femelles.
 - Phénotypes œil blanc ailes découpées dont tous les individus sont mâles.
 - a) Ces résultats sont-ils l'un et l'autre conformes aux lois de Mendel ? Justifier votre réponse.
 - b) Que peut-on dire des gènes déterminant le caractère sauvage et leurs allèles déterminant les caractères white et cut.
 - c) Quels sont les génotypes des individus de chacune des deux générations F_1 ainsi obtenues ?
2. On croise entre eux des individus de chacune de la F_1 du deuxième croisement. On obtient une génération F_2 qui se comporte comme suit :
 - 850 individus aux yeux rouges et ailes entières ;
 - 848 individus aux yeux blancs et ailes découpées ;
 - 150 individus aux yeux rouges et ailes découpées ;
 - 142 individus aux yeux blancs et ailes entières.

Expliquer ces résultats, calculer la distance génétique entre les deux gènes et la représenter.

SOLUTION

EXERCICE 1

1. Tableau

Multiplication	Elle concerne les spermatogonies, cellules souches diploïdes à la périphérie du noyau contre la membrane ; ces cellules subissent une succession de mitoses (maintien du pool des spermatogonies). Leur diamètre est d'environ 9 à 15 μm . La phase de multiplication dure environ 16 jours. Au cours de cette phase, les spermatogonies s'hypertrophient et deviennent des
----------------	---

Accroissement	spermatocytes I (2n à 2 chromatides), d'environ 25 µm de diamètre. Cette phase dure 24 jours environ.
Maturation	Elle correspond à la méiose et concerne les deux générations de spermatocytes (I et II) : un spermatocyte à 2n chromosomes subit une méiose I et donne ainsi deux spermatocytes II à n chromosomes. Chaque spermatocyte II subit la méiose II et donne deux spermatozoïdes à n chromosomes. Un spermatocyte forme donc 4 spermatozoïdes à la fin de la méiose.
Différenciation	Cette phase ne comporte pas de divisions mais une transformation morphologique de la spermatide en spermatozoïde mature. Elle se caractérise par : <ul style="list-style-type: none"> - La polarisation des organites cellulaires ; - L'expulsion de la majeure partie du cytoplasme sous forme de gouttelettes ; - La formation de l'acrosome par fusion des vésicules golgiennes ; - La formation d'un flagelle à l'un des pôles à partir du centriole distal.

- Spermatogonie : $2n = 46$; spermatocyte I : $2n = 46$; spermatocyte II : $n = 23$.
- a) Il s'agit du flagelle. b) Il s'agit de la mitochondrie.
- a) Il est appelé acrosome. b) il assure la capacitation c'est-à-dire permet au spermatozoïde de traverser la zone pellucide pour féconder l'ovocyte.
- Schéma (Confer cours). Synonymes : Anaphase I = anaphase réductionnelle ; Anaphase II = anaphase équationnelle.

EXERCICE 2

- Premier croisement : la F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». Deuxième croisement : la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité les caractères de leur mère et les descendants femelles ceux de leur père. Il s'agit d'un criss-cross.
 - Les gènes sauvages sont portés par le chromosome sexuel X. Les allèles "white" et "cut" sont récessifs par rapport aux allèles "rouges" et "entières".
 - Génotypes des F_1 dans chaque croisement :

Symbolisme des allèles : Couleur des yeux $\begin{cases} \text{Rouges (R)} \\ \text{blancs (r)} \end{cases}$; Forme des ailes $\begin{cases} \text{entières (E)} \\ \text{découpées (e)} \end{cases}$

Premier croisement : P : mâle $X_E^R Y$ x $X_E^R X_e^R$ femelle ; Gamètes du mâle : X_E^R et Y ; Gamète de la femelle : X_E^R

Echiquier de croisement :

Parents	X_E^R	Y
X_E^R	$X_E^R X_E^R$ ½ [RE] femelles	$X_E^R Y$ ½ [RE] mâles

Génotypes de F_1 $\begin{cases} \text{Mâles : } X_E^R Y \\ \text{Femelles : } X_E^R X_e^R \end{cases}$

Deuxième croisement : P : mâle $X_E^R Y$ x $X_e^R X_e^R$ femelle ; Gamètes du mâle : X_E^R et Y ; Gamète de la femelle : X_e^R

Echiquier de croisement :

Parents	X_E^R	Y
X_e^R	$X_E^R X_e^R$ ½ [RE] femelles	$X_e^R Y$ ½ [re] mâles

Génotypes de F_1 $\begin{cases} \text{Mâles : } X_e^R Y \\ \text{Femelles : } X_E^R X_e^R \end{cases}$

- Explication des résultats du croisement $F_1 \times F_1$ (du deuxième croisement) :
 Calculez les proportions statistiques et comparez $\sum PP$ avec $\sum PR$. Vous aurez $\sum PP > \sum PR$: il s'est produit un crossing-over chez la femelle F_1 lors de l'ovogenèse. Faites le déroulement du phénomène de crossing-over chez la femelle F_1 et vous aurez les gamètes suivants : X_E^R ; X_e^R ; $X_E^R X_e^R$; $X_e^R Y$. Gamètes du mâle de F_1 : X_e^R et Y.

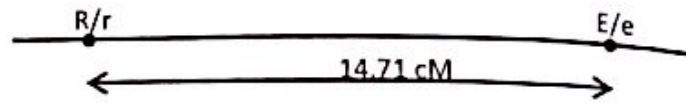
Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	X_E^R	X_e^R	X_E^r	X_e^r
X_e^r	$X_E^R X_e^r$ [RE]	$X_e^R X_e^r$ [Re]	$X_E^r X_e^r$ [rE]	$X_e^r X_e^r$ [re]
Y	$X_E^R Y$ [RE]	$X_e^R Y$ [Re]	$X_E^r Y$ [rE]	$X_e^r Y$ [re]

$$\sum PR = \frac{150 + 142}{850 + 842 + 150 + 142} \times 100 = 14,71\%$$

Distance génétique = 14,71cM

Carte factorielle :



SUJET 10 : FACULTE DES SCIENCES DE SANTE/UNIVERSITE DE N'DJAMENA FEVRIER 2011

EXERCICE 1

- 1) Donnez le schéma annoté du gamète mâle chez l'homme. Quelle est la structure qui permet la mobilité de ce gamète et d'où vient la source d'énergie nécessaire à cette mobilité ?
- 2) Schéma annoté d'une cellule animale. Quels sont les rôles des organites suivants : mitochondrie, noyau, ribosome, membrane plasmique.

EXERCICE 2

- En croisant un coq blanc avec une poule noire, on obtient des individus tous à plumage bleuté.
1. A quel type de dominance appartiennent les caractères étudiés ? On croise entre eux les individus à plumage bleuté.
 2. Quelle sera la répartition statistique des caractères étudiés dans la population ainsi obtenue ? On croise un coq à plumage bleuté avec une poule à plumage blanc.
 3. Quelle sera la répartition statistique des caractères dans la descendance ?
 4. Est-il nécessaire de s'assurer de la pureté des races initiales ?

EXERCICE 3

La mitose est le mode de reproduction des cellules chez les métazoaires et les métaphytes. Les mitoses sont fréquentes dans les organismes en croissance comme les embryons et les racines, dans les tissus à renouvellement constant comme le sang et dans les cicatrifications ; elles sont absentes dans les cellules nerveuses. Chez les métazoaires, la méiose, quant à elle, est l'ensemble des deux dernières divisions que subissent les cellules germinales au cours de leur évolution.

1. Donner la description de ces deux phénomènes.
2. Résumer ces deux phénomènes à l'aide d'un schéma (graphique) montrant l'évolution des quantités d'ADN contenues dans chaque cellule issue de divisions mitotiques et les deux divisions méiotiques.

EXERCICE 2

1. Codominance entre noir (N) et blanc (B).
2. (N//B) x (N//B).

Parents	(N/)	(B/)
(N/)	(N//N) [N]	(N//B) [NB]
(B/)	(N//B) [NB]	(B//B) [B]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [N] ; $\frac{1}{2}$ [NB] ; $\frac{1}{4}$ [B]

SOLUTION

3. (N//B) x (B//B)

Parents	(N/)	(B/)
(B/)	(N//B) $\frac{1}{2}$ [NB]	(B//B) $\frac{1}{2}$ [B]

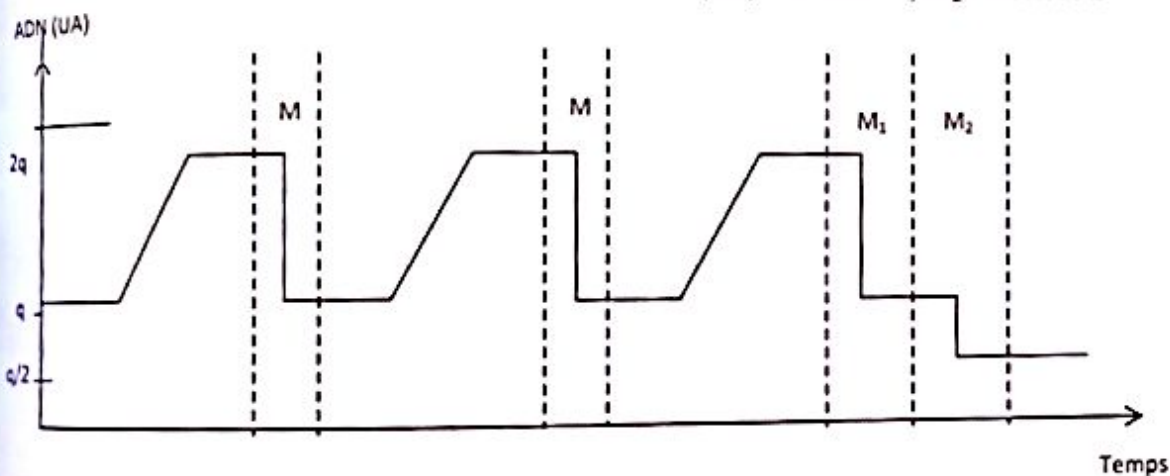
4. Non car les caractères noir et blanc sont codominants.

EXERCICE 3

Première édition - Mars 2019

1. Description de la mitose et de la méiose :

- La mitose est une division cellulaire permettant l'obtention de deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère d'où l'appellation « reproduction conforme ». Elle concerne les cellules somatiques et présente quatre phases. Elle assure le développement, la cicatrisation, le renouvellement cellulaire et l'homéostasie. A l'issue d'une mitose, on obtient deux cellules identiques.
 - La méiose est un processus de double division cellulaire qui prend place dans les cellules diploïdes de la lignée germinale pour former les gamètes haploïdes, permettant le maintien constant du caryotype de l'espèce. Elle présente huit phases. Au cours de cette division, il se produit des brassages de l'information génétique. A l'issue d'une méiose, on obtient quatre cellules différentes.
2. Schéma de l'évolution des quantités d'ADN contenues dans chaque cellule issue de divisions mitotiques et les deux divisions méiotiques.

M = Mitose ; M₁ = Méiose 1 ; M₂ = Méiose 2

SUJET 11 : FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE/UNIVERSITE DE N'DJAMENA 2008

EXERCICE 1

Décrire les différentes phases de la mitose d'une cellule animale en prenant $2n = 4$ et dites quelles sont les conséquences qui en découlent ?

EXERCICE 2

- Quelles sont les conséquences essentielles de la fécondation ?
- Expliquer à l'aide de schémas la double fécondation chez les spermatophytes.

EXERCICE 3

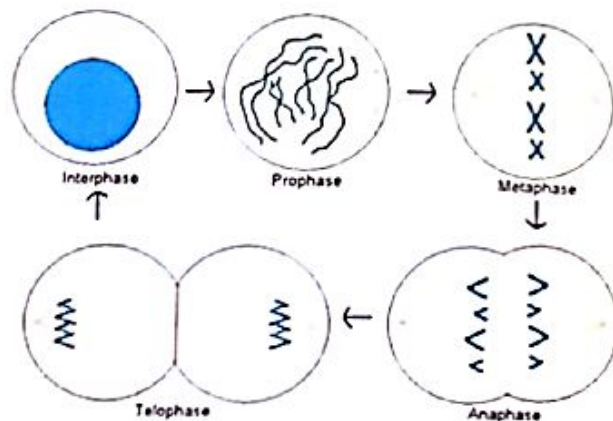
On dispose deux lignées pures des rats qui ne diffèrent que par un seul caractère, l'une est constituée de rats blancs et l'autre de rats gris.

1. Comment peut-on se rendre compte de la pureté de ces lignées ?
2. Le croisement d'un rat gris avec un rat blanc donne en F₁ des rats gris. Expliquez ce résultat.
3. Quels sont les résultats statistiques en F₂ du croisement des rats de F₁ ?
4. Doit-on obligatoirement s'assurer de la pureté de la lignée des rats blancs ?
5. Qu'obtient-on en croisant :
 - a) Les rats de F₁ avec les rats blancs de la lignée pure ?
 - b) Les rats de F₁ avec les rats gris de la lignée pure ?
6. On trouve dans la salle d'élevage un rat gris, comment savoir s'il appartient à une lignée pure ?

SOLUTION

EXERCICE 1

Description des différentes phases de la mitose :

**1. Prophase (15 à 60 min)**

La prophase s'organise en filaments de plus en plus nets. Elle se caractérise par : la condensation de la chromatine en structures très ordonnées et individualisées appelées chromosomes ; le noyau désagrège ; les fibres rayonnantes apparaissent autour des centrioles et forment les asters, qui migrent chacun vers un pôle de la cellule. Cette migration engendre le fuseau mitotique, structure bipolaire qui s'étend entre les asters ; la membrane nucléaire se disloque en fragments de réticulum et disparaît. À la fin de la prophase, les chromosomes se dupliquent en deux chromatides sœurs (portant toutes les deux la même information génétique).

2. Métaphase (quelques minutes seulement)

C'est le rassemblement des chromosomes condensés à l'équateur de la cellule pour former la plaque métaphasique (équatoriale ou médiane). On observe que les chromosomes sont alignés selon la centromère.

3. Anaphase (2 à 3 min)

C'est une phase très rapide de la mitose au cours de laquelle, les chromatides se séparent au niveau des centromères et migrent vers les pôles opposés de la cellule.

4. Télophase (15 à 60 min)

Elle est caractérisée par : la disparition des asters et du fuseau mitotique ; chaque chromosome fils s'entoure d'une enveloppe nucléaire (c'est la caryocinèse), le noyau est reconstitué ; les chromatides sœurs se décondensent en chromatine ; la cytokinèse (cytotokinèse) qui correspond à la division du cytoplasme en deux par étranglement de la cellule au niveau de l'équateur.

Les conséquences qui en découlent de cette division mitotique sont : le développement ou la croissance, la cicatrisation, le renouvellement cellulaire et l'homéostasie.

EXERCICE 2

- Les conséquences de la fécondation sont : le réveil physiologique, le rétablissement de la diploïdie et la détermination du sexe de l'individu (XY pour le sexe masculin et XX pour le sexe féminin).
- Explication de la double fécondation à l'aide des schémas (confer cours).

EXERCICE 3

1. C'est en croisant les rats blancs entre eux à plusieurs reprises et obtenir une invariance de caractère. On fait de même avec les rats gris pour obtenir une invariance du caractère.
2. La F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». Ce qui montre que l'allèle gris (G) domine l'allèle blanc (g).
3. $(G/g) \times (G/g) \Rightarrow (G/g) 100\%[G]$.

Echiquier de croisement

F ₁ x F ₁	(G/)	(g/)
(G/)	(G//G) [G]	(G//g) [G]
(g/)	(G//g) [G]	(g//g) [g]

Bilan : 3/4 [G] et 1/4 [g]

- Non, car le caractère blanc est récessif et ne s'exprime qu'à l'état homozygote (race pure).
- a) (G//g) x (g//g) ⇒ 1/2 [G] et 1/2 [g]. b) (G//g) x (G//G) ⇒ 100% [G]
- On doit réaliser le test-cross et obtenir 100% [G].

SUJET 12 : FACULTE DE SCIENCES DE SANTE/UNIVERSITE (N'DJAMEIA NOVEMBRE 2011)

EXERCICE 1

- Qu'est-ce que la gaméto-genèse ?
- Où s'effectue-t-elle chez l'homme et chez la femme ?
- Faites le schéma comparatif entre la spermatogenèse et l'ovogenèse.
- Faites le schéma annoté d'une coupe longitudinale d'un spermatozoïde.

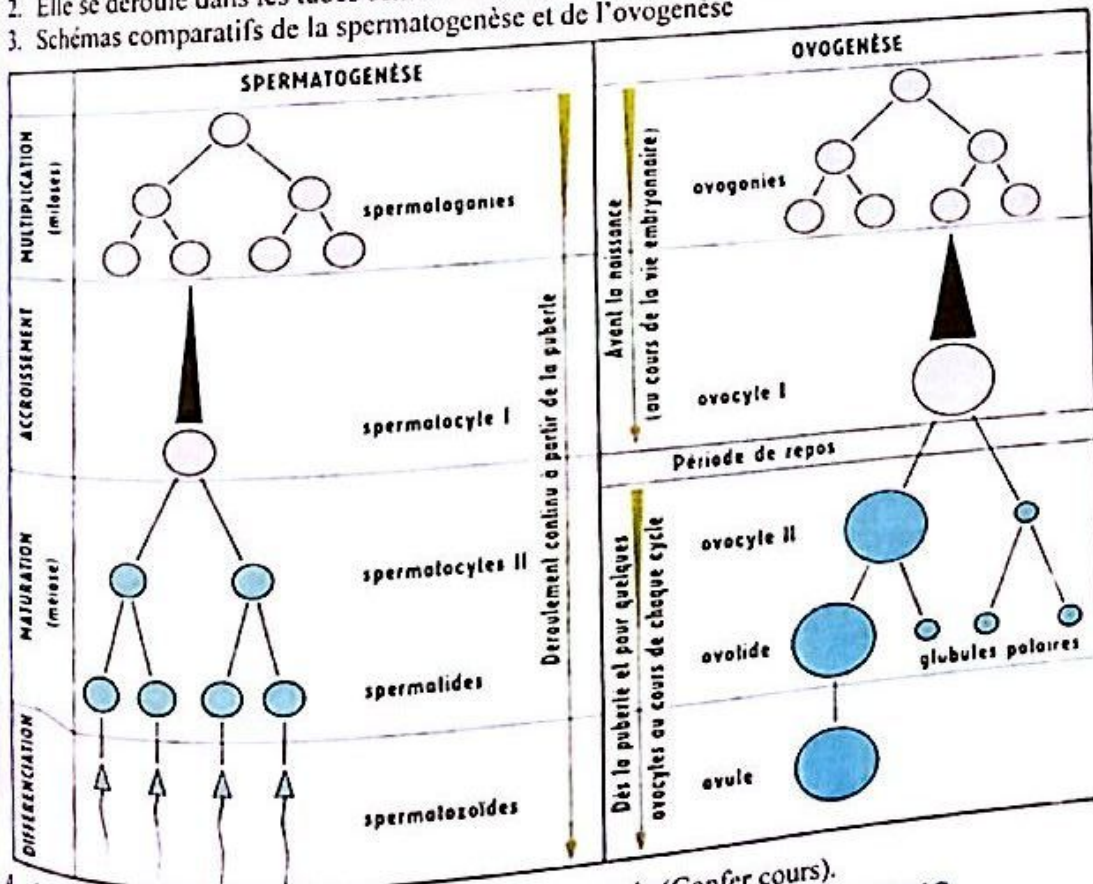
EXERCICE 2 : Schémas simplifiés du cœur humain et de l'appareil digestif de ruminants.

EXERCICE 3 (Confer Exercice 3 du concours 11)

SOLUTION

EXERCICE 1

- Gaméto-genèse : c'est la formation des gamètes.
- Elle se déroule dans les tubes séminifères des testicules et dans les follicules des ovaires.
- Schémas comparatifs de la spermatogenèse et de l'ovogenèse



SUJET 13 : FACULTE DES SCIENCES DE SANTE D'ABECHE 2013

- Schéma de la coupe longitudinale d'un spermatozoïde (Confer cours).

EXERCICE 1 (Confer Exercice 1 du concours 6)**EXERCICE 2**

Questions à choix multiples :

1. Les œstrogènes sont sécrétés par : l'utérus, l'hypophyse, les ovaires, l'hypothalamus.
2. A faible dose, les œstrogènes provoquent sur le complexe hypothalamo-hypophysaire un rétrocontrôle positif provoquant un pic de LH à l'origine de l'ovulation, un rétrocontrôle négatif inhibant la sécrétion de la LH.
3. Les œstrogènes sont surtout sécrétés par : les follicules, le corps jaune.
4. Lors de la ménopause, les œstrogènes sont encore sécrétés : vrai, faux.

EXERCICE 3

Questions à choix multiples :

1. Bien que le concept d'espèce soit délicat à définir, on peut néanmoins considérer qu'il s'agit :
 - tous les individus interféconds ;
 - d'une population ayant le même patrimoine génétique ;
 - d'une population isolée géographiquement d'autres populations ;
 - d'une population isolée génétiquement d'autres populations.
2. Le genre homo se distingue des autres par :
 - une bipédie occasionnelle ; un dimorphisme sexuel marqué ;
 - une bipédie avec trou occipital en arrière ;
 - une bipédie avec trou occipital avancé.
3. Le pollen : correspond au gamète femelle ;
 - est produit par les étamines ;
 - représente l'embryon de la future graine ;
 - est toujours transporté par les insectes.
4. La technique d'hybridation :
 - permet d'obtenir les variétés nouvelles qui cumulent les caractères de deux parents ;
 - consiste à croiser toujours les individus d'espèces différentes ;
 - consiste à croiser deux individus afin d'obtenir des homozygotes ;
 - est la seule technique permettant de modifier le patrimoine génétique d'une plante.

EXERCICE 2**SOLUTION**

1. Par les ovaires
2. Un rétrocontrôle négatif inhibant la sécrétion de la LH.
3. Les follicules, le corps jaune.
4. Faux

EXERCICE 3

1. Tous les individus interféconds
2. Une bipédie avec trou occipital avancé
3. Est produit par les étamines
4. Permet d'obtenir les variétés nouvelles qui cumulent les caractères de deux parents

SUJET 14 : FACULTE DES SCIENCES DE SANTE DE N'DJAMENA 2013-2014**EXERCICE 1**

Les groupes sanguins A, B, AB, O dans l'espèce humaine sont gouvernés par au moins deux allèles : l'allèle A et l'allèle B sont codominants, et l'allèle O est récessif par rapport aux deux autres. Jean Rostand rapporte le cas suivant : Monsieur X pense que son enfant W n'est pas de lui et qu'il a été échangé en bas âge à la maternité avec l'enfant Z attribué à Monsieur Y. un examen de sang a été effectué. Monsieur X est du groupe A, sa femme du groupe B, l'enfant W du groupe O. Monsieur Y est du groupe A, sa femme du groupe B, l'enfant Z du groupe AB.

groupe B, sa femme du groupe O, l'enfant Z du groupe AB. Cette expertise biologique éclaire-t-elle le problème posé par Monsieur X ?

EXERCICE 2

Questions à choix multiples :

1. Le follicule formé après l'ovulation est : A. follicule primaire ; B. follicule cavitaire ; C. Corps jaune ; D. le follicule éclaté ; E. le follicule mûr.
2. A l'intérieur des tubes séminifères, il existe plusieurs types de cellules, dont : A. des cellules haploïdes ; B. des cellules diploïdes ; C. des cellules folliculaires ; D. des cellules de Sertoli ; E. des cellules de soutien.
3. Plusieurs hormones interviennent durant le cycle de l'ovaire, dont : A. l'œstradiol ; B. la progestérone ; C. la testostérone ; D. la FSH ; E. la LH.
4. Le gène est un fragment du chromosome qui : A. porte l'information génétique ; B. détermine un caractère précis ; C. code pour la synthèse des protéines ; D. une série des nucléotides ; E. une série des codons.
5. La carte chromosomique ou caryotype d'un être humain : A. est différente d'un individu à un autre ; B. est de 46 chromosomes ; C. peut être réalisée sur des lymphocytes ; D. révèle des anomalies génétiques ; E. est analysée à l'aide d'un microscope.
6. La carte chromosomique ou caryotype d'un être humain est de : A. 47, XXY dans le syndrome de Klinefelter ; B. 46, XY dans le syndrome de Turner ; C. 46, XX chez la femme saine ; E. 47, XXX dans le syndrome de Down.

SOLUTION

EXERCICE 2

1. C. Corps jaune.
2. A. des cellules haploïdes ; B. des cellules diploïdes ; D. des cellules de Sertoli ; E. des cellules de soutien.
3. A. l'œstradiol ; B. la progestérone
4. A. porte l'information génétique ; B. détermine un caractère précis ; C. code pour la synthèse des protéines
5. C. peut être réalisée sur des lymphocytes ; E. est analysée à l'aide d'un microscope.
6. A. 47, XXY dans le syndrome de Klinefelter ; C. 46, XX chez la femme saine

SUJET 15 : FACULTE DES SCIENCES DE SANTE DE N'DJAMENA NOVEMBRE :014

EXERCICE 1

Qu'appelle-t-on le potentiel d'action ? Donnez un schéma correspondant à cela. Pourquoi dit-on qu'une fibre nerveuse isolée répond à la loi de « tout ou rien » ? Donnez un schéma annoté de l'arc réflexe. Dites ce que l'on obtient et expliquez lorsque l'on réalise une section suivie d'une excitation du bout central et de la périphérie aux niveaux suivants :

1. La racine postérieure avant le ganglion spinal ;
2. La racine postérieure après le ganglion spinal ;
3. La racine antérieure.

EXERCICE 2 : Schémas simplifiés du cœur humain et de l'appareil digestif de ruminants.

EXERCICE 3

Questions à choix multiples :

- I. La testostérone :
1. C'est une hormone : hypophysaire ; ovarienne ; testiculaire ; hypothalamique.
2. Cette hormone permet : la fabrication des spermatozoïdes par les tubes séminifères en stimulant les cellules de Sertoli ; une diminution des concentrations de LH et de FSH.
- II. Le SIDA

1. L'agent infectieux du sida est : une bactérie ; un virus ; un protozoaire.
 2. Le VIH se transmet par la voie : sanguine ; aérienne ; cutanée.
 3. L'infection par le VIH est suivie quelques semaines plus tard par : effondrement total des défenses immunitaires ; apparition des premiers anticorps dirigés contre le VIH ; utilisation d'antibiotiques ; l'injection d'interleukines.
- III. Les mécanismes de l'immunité :
1. Les leucocytes sécréteurs d'anticorps sont : les lymphocytes T myélocytaires ; les plasmocytes ; les lymphocytes T4 ; les cellules phagocytaires.
 2. Un anticorps est une protéine capable de se lier : à n'importe quel anticorps ; à un antigène spécifique.
 3. Un anticorps est capable de : neutraliser les antigènes dans le milieu extracellulaire ; détruire une cellule infectée par un microorganisme étranger.
 4. La molécule d'anticorps est une lactoglobuline : vrai ; faux.

SOLUTION

EXERCICE 1

Potentiel d'action : c'est la différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur d'une cellule vivante en présence d'une stimulation.

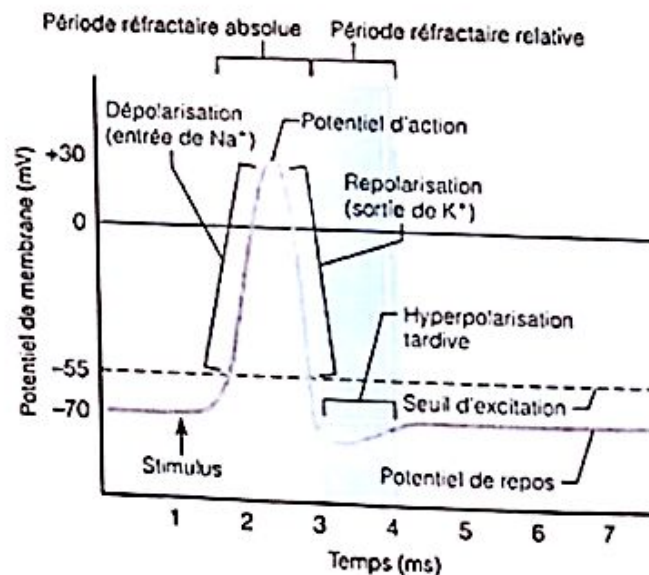


Schéma du potentiel d'action

La fibre nerveuse obéit à la loi de « tout ou rien » parce que les stimulations portées à la fibre nerveuse donnent des potentiels d'action présentant la même amplitude.

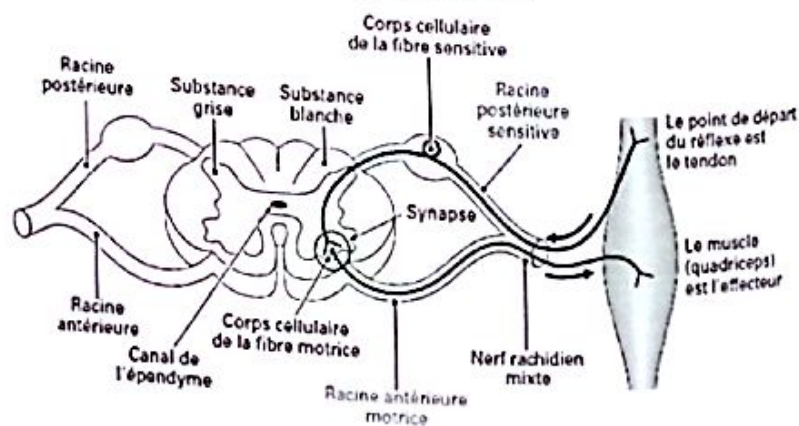


Schéma de l'arc réflexe

1. La section de la racine postérieure avant le ganglion spinal ne permettant plus aux messages afférents de pénétrer dans la moelle épinière, on observera une anesthésie du territoire concerné ;
2. La section de la racine postérieure après le ganglion spinal a les mêmes effets qu'en 1.
3. La section de la racine antérieure se traduira par une paralysie. En effet, les axones issus de motoneurones étant interrompus, les messages efférents ne pourront arriver à la destination.

EXERCICE 3

- I. 1. Testiculaire. 2. Cette hormone permet : la fabrication des spermatozoïdes par les tubes séminifères en stimulant les cellules de Sertoli.
- II. 1. Un virus. 2. Sanguine. 3. apparition des premiers anticorps dirigés contre le VIH.
- III. 1. Les plasmocytes. 2. à un antigène spécifique. 3. détruire une cellule infectée par un microorganisme étranger. 4. Faux.

SUJET 16 : INSTITUT UNIVERSITAIRE DES SCIENCES ET TECHNIQUES D'ABECHE 2004

- I. Donnez le schéma annoté du gamète mâle chez l'homme. Quelle est la structure qui permet la mobilité de ce gamète et d'où vient la source d'énergie nécessaire à cette mobilité ?
- II. Schéma annoté d'une cellule animale. Quels sont les rôles des organites suivants : Mitochondrie, Noyau, Ribosome, Membrane plasmique.
- III. Qu'est-ce que la glycémie ? Quelle est sa valeur normale chez l'homme ? Pourquoi dit-on que l'insuline et le glucagon sont deux hormones à effets antagonistes ?
- IV. Il existe différents types de radis : ronds, longs ou ovales. Des croisements entre forme longue et forme ovale donnent : 158 radis longs ; 157 radis ovales. D'autres croisements entre radis ronds et radis ovales donnent : 200 radis ronds ; 201 radis ovales. Des croisements entre radis ovales donnent : 121 radis longs ; 243 radis ovales ; 119 radis ronds. Interprétez ces différents résultats et déduisez le mode de transmission des caractères forme chez les radis.

SOLUTION

- I et II. (Confer cours).
- III. Glycémie : c'est le taux du sucre dans le sang. Valeur normale : 1g/l à jeun ; 1,22g/l dans le cas où il n'y a pas de jeun. Parce que l'insuline est hypoglycémiant et le glucagon par contre est hyperglycémiant.
- IV. Calcul des proportions statistiques. Premier croisement : [longs] = 50% ; [ovales] = 50%. Deuxième croisement : [ronds] = 50% ; [ovales] = 50% : ces proportions sont conformes au test-cross du monohybridisme.
- Troisième croisement : [longs] = 25% ; [ovales] = 50% ; [ronds] = 25% : Ces proportions sont conformes au monohybridisme avec codominance de long (L) et rond (R).

Premier croisement : (L/L) x (R/L)

Parents	(R/)	(L/)
(L/)	(R/L) ½ [RL]	(L/L) ½ [L]

Deuxième croisement : (R/R) x (R/L)

Parents	(R/)	(L/)
(R/)	(R/L) ½ [RL]	(R/R) ½ [R]

Troisième croisement : (R/L) x (R/L)

Parents	(R/)	(L/)
(R/)	(R/R) ¼ [R]	(R/L) ¼ [RL]
(L/)	(R/L) ¼ [RL]	(L/L) ¼ [L]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [R] ; $\frac{1}{2}$ [RL] ; $\frac{1}{4}$ [L].

SUJET 16 : FACULTE DE SCIENCES DE SANTE ABECHÉ 2015-2016

EXERCICE 1

Faites un schéma soigné d'un cycle cardiaque de grenouille. Décomposez ce cycle en ses différentes phases et expliquez.

EXERCICE 2

Qu'appelle-t-on le potentiel d'action ? Donnez un schéma correspondant à cela. Pourquoi dit-on qu'une fibre nerveuse isolée répond à la loi de « tout ou rien » ? Donnez un schéma annoté de ce réflexe. Dites ce que l'on obtient et expliquez lorsque l'on réalise une section suivie d'une excitation du bout central et de la périphérie aux niveaux suivants :

1. La racine postérieure avant le ganglion spinal ;
2. La racine postérieure après le ganglion spinal ;
3. La racine antérieure.

EXERCICE 3

- 1) Soit deux lignées pures de poulets dont l'un à pattes emplumées et l'autre à pattes lisses. Le croisement des poules de la première lignée avec le coq de la deuxième lignée donne une descendance constituée des poules aux pattes lisses et des coqs aux pattes emplumées. Par un second croisement inverse (poules à pattes lisses et des coqs à pattes emplumées) donne une descendance constituée des poules et coqs à pattes emplumées. Sachant que chez les oiseaux le sexe femelle est hétérogamétique ; interprétez les résultats obtenus et écrivez les génotypes des parents et des descendants dans les deux cas.
- 2) On croise ensuite des poules de race pure au plumage blanc et aux pattes emplumées avec des coqs de race pure au plumage noir et aux pattes lisses. La population obtenue en première génération est constituée des poules au plumage blanc tacheté de noir et aux pattes lisses et des coqs au plumage blanc tacheté de noir et aux pattes emplumées.
 - a) Que peut-on dire des caractères noir et blanc ? Pourquoi ?
 - b) Ecrire les génotypes des parents et ceux des individus de la première génération.
 - c) Donnez la composition phénotypique et génotypique des individus issus du croisement d'un coq et d'une poule de la première génération.

SOLUTION

EXERCICE 1

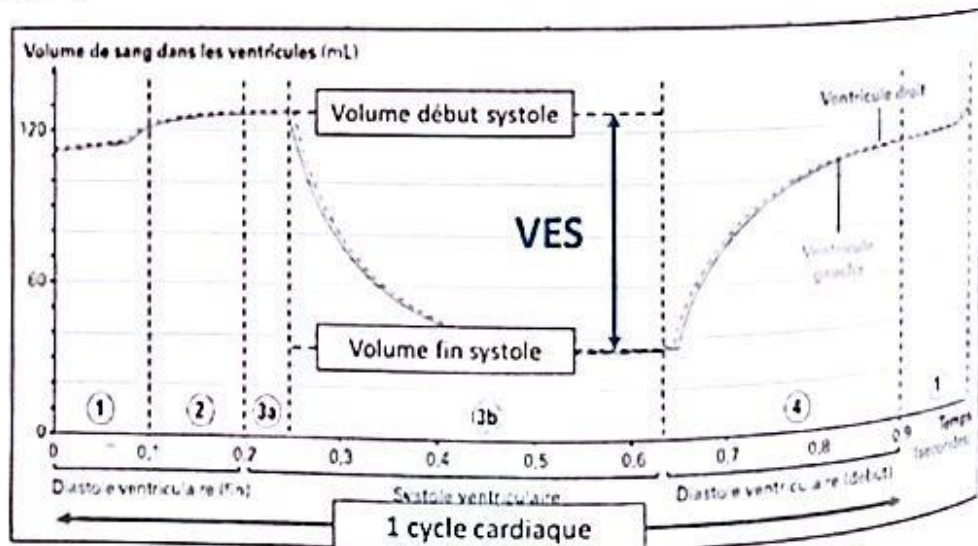


Schéma d'un cycle cardiaque de grenouille.

Les différentes phases de ce cycle sont : systole ventriculaire, diastole générale et systole auriculaire.
Explication :

- Systole ventriculaire (SV) : les oreillettes semblent toujours contractées en début de systole ventriculaire puis elles se relâchent au moment de l'éjection systolique : dès le début de

contraction des ventricules les valvules auriculo-ventriculaires se ferment. Il n'y a aucun mouvement de sang tant que la pression ventriculaire n'atteint pas celle des artères et que les valvules artérielles ne s'ouvrent pas.

- Diastole générale (DG) : elle commence par un relâchement isovolumétrique ventriculaire pendant lequel aucun mouvement sanguin ne peut se faire. La pression dans les oreillettes est remontée au dessus de la pression de retour veineux et la pression ventriculaire est encore trop élevée pour que les valvules auriculo-ventriculaires s'ouvrent. Dès que la pression ventriculaire passe en dessous de la pression auriculaire, les valvules auriculo-ventriculaires s'ouvrent. Le sang continue de remplir les oreillettes mais remplit surtout très rapidement les ventricules. Le volume ventriculaire augmente ensuite progressivement au cours du remplissage qui atteint 80% en fin de diastole.
- Systole auriculaire (SA) : les oreillettes se contractent faiblement, ce qui provoque une augmentation légère de la pression sanguine des oreillettes et des ventricules, mais le remplissage ventriculaire (les 20% restants) est encore possible en début de systole auriculaire.

EXERCICE 2 (Confer FACULTE DES SCIENCES DE SANTE N'Djamena 2014)

EXERCICE 3 (Confer bac D 2010).

SUJET 17 : FACULTE DES SCIENCES DE SANTE N'Djamena 2018

EXERCICE 1

- a) Comment le motoneurone intègre-t-il ces informations, et comment transmet-il les messages nerveux à la fibre musculaire ?
- b) Schéma illustrant un appareil respiratoire humain.

EXERCICE 2

De la puberté à la ménopause, la fertilité est associée, chez la femme, à une production cyclique de gamètes et à l'apparition de menstruations qui se répètent tous les 28 jours environ sauf pendant la grossesse. Précisez l'origine de la cyclicité des menstruations puis, à l'aide d'un schéma, expliquez leur disparition, ainsi que l'absence d'ovulation, dès le début de la grossesse. Votre réponse comportera une introduction, un développement structuré et une conclusion.

PROBLEME

Cuénot, en 1905, a réalisé un certain nombre d'expériences sur des souris.

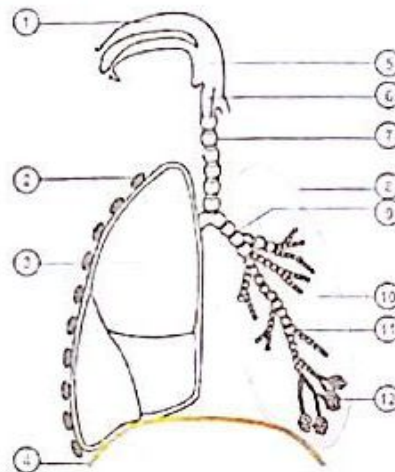
- 1) Il croise entre elles une souris grise et une souris blanche et, sur de nombreuses portées issues de ce même couple parental, il constate que toutes les portées sont constituées des souris grises.
 - a) De quel caractère étudie-t-il la transmission ?
 - b) Peut-on dire que les deux souris du couple parental sont de la race pure pour ce caractère ?
 - c) Peut-on mettre en évidence un aspect dominant pour ce caractère ?
- 2) Dans une autre expérience, Cuénot croise deux souris grises entre elles et il observe que les nombreuses portées sont constituées des souris grises et des souris blanches. Répondez aux trois mêmes questions qu'en 1).
- 3) Dans une dernière expérience, enfin, il croise deux souris entre elles et il observe toujours les individus de nombreuses portées. Sur 98 souris filles, il compte 70 grises et 28 blanches.
 - a) Les deux souris parentales étaient-elles de race pure ?
 - b) Quelles étaient les couleurs de leurs pelages (donnez un raisonnement rigoureux et ordonné) ?
 - c) A partir de votre réponse à la question 3) – a) donnez le génotype des souris S et expliquez précisément comment peut-on obtenir de tels résultats quantitatifs dans leurs descendants.

SOLUTION

EXERCICE 1

- a) Le motoneurone qui commande les muscles possède des propriétés particulières. Il peut recevoir des milliers de messages nerveux en même temps ; il va alors traiter cette information. Il peut recevoir du corps cellulaire, ce qui aura pour conséquence de déclencher ou pas un train de potentiels d'action. C'est de cette manière qu'il intègre donc l'information. Chaque motoneurone est connecté à plusieurs fibres musculaires, mais une fibre n'est connectée qu'à un seul motoneurone. La transmission du message nerveux se fait au niveau d'une synapse neuromusculaire, c'est-à-dire entre l'axone du motoneurone et une cellule musculaire. L'impulsion se propage un message de nature électrique qui va donner un message chimique au niveau de la synapse.

- b) Schéma de l'appareil respiratoire humain



1 : fosses nasales ; 2 : cote ; 3 : poumon droit ; 4 : diaphragme ; 5 : pharynx ; 6 Larynx ; 7 : trachée ; 8 : artère ; 9 : plèvre (2 feuillets) ; 10 : Bronche ; 11 : Bronchiole ; 12 : alvéole.

PROBLEME

- 1) a) Le caractère étudié est la couleur du pelage.
 b) Oui les deux souris du couple parental sont de race pure (car la F_1 est homogène).
 c) Oui, le caractère gris domine le caractère blanc.
 2) a) Le caractère étudié est la couleur du pelage.
 b) Les souris du couple parental ne sont pas de race pure (car la F_1 est hétérogène).
 c) Oui, le caractère gris domine le caractère blanc.
 3) a) Ce sont des hybrides (car la F_1 est hétérogène).
 b) Les couleurs de leur pelage étaient grises. Car les proportions 75% de gris et 25% de blanc sont conformes à la deuxième loi de Mendel : cas du croisement des hybrides de F_1 entre eux.
 c) Symboles : grise (G) et blanche (g). Le génotype de deux souris S est (G/g).

Explication : (G/g) x (G/g). Gamètes de chaque individu : (G/) et (g/).

Echiquier de croisement

Souris S	(G/)	(g/)
(G/)	(G//G) [G]	(G//g) [G]
(g/)	(G//g) [G]	(g//g) [g]

Bilan : $\frac{3}{4}$ [G] et : $\frac{1}{4}$ [g]

SUJET 18 : FACULTE DE SCIENCE DE SANTE D'ABECHE 2018

EXERCICE 1

Expliquez comment la méiose et la fécondation permettent le maintien du caryotype de deux générations successives. Votre exposé s'appuiera d'une espèce haploïde à 3 chromosomes ($n = 3$).

EXERCICE 2

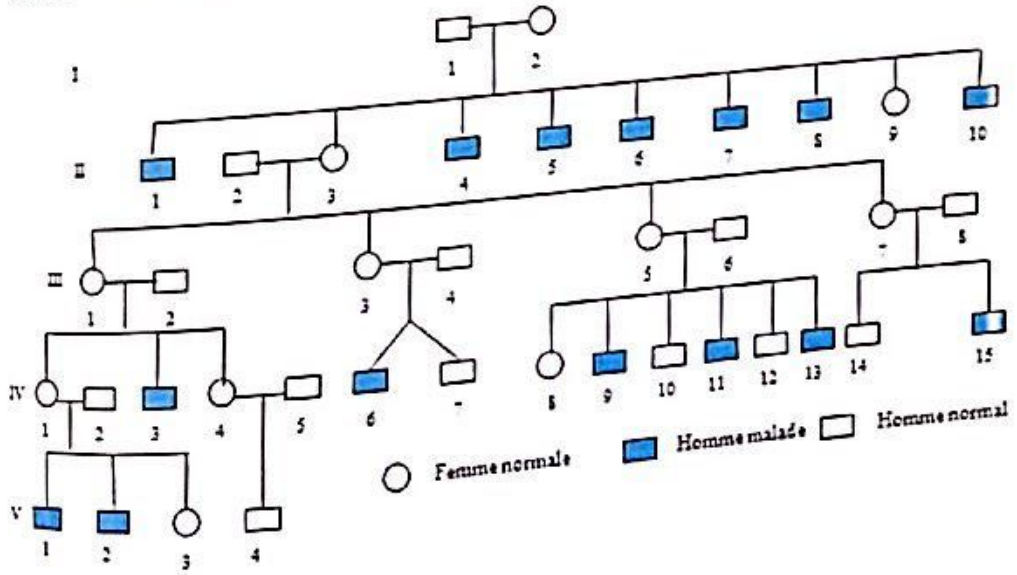
- 1) Quel est le synonyme de spermaphyte ?
- 2) a) Quelles sont les parties stériles de la fleur ? comment appelle-t-on l'ensemble ? b) Quels sont les sous-embranchements des spermaphytes et les deux classes des angiospermes ?
- 3) Quelle différence y a-t-il entre un ovule d'oursin et un ovule de blé ?
- 4) Quelles sont les parties fertiles de la fleur ?
- 5) Par quelle expression peut-on désigner le gynécée et l'androcée ?
- 6) Quelle est la caractéristique essentielle de gymnospermes et angiospermes ?
- 7) Dans une plantule : a) quelle est l'origine de l'axe hypocotylé ? b) quelle est l'origine de l'axe épicotylé ?
- 8) La reproduction chez les spermaphytes comprend deux phases : le gamétophyte et le sporophyte. Quels sont les synonymes ?

PROBLEME

Une chaîne de réactions aboutit à l'acide purique par la guanine. Une déficience enzymatique de la chaîne métabolique provoque diverses anomalies parmi lesquelles une paralysie grave entraînant généralement la mort avant la puberté et un retard mental.

Le document ci-dessous représente l'arbre généalogique d'une famille concernée par cette maladie.

- 1) A l'aide d'un raisonnement fondé sur l'analyse précise de l'arbre généalogique, indiquez si l'allèle responsable de cette déficience enzymatique est dominant ou récessif ?
- 2) Localisez cet allèle sur un chromosome. Justifiez votre réponse.
- 3) Il est peu probable de rencontrer une fille malade. Comment peut-on expliquer cette situation ?
- 4) Les enfants IV₆ et IV₇ sont des jumeaux. Comment peut-on expliquer qu'un seul des deux souffre de cette maladie ?



SOLUTION

EXERCICE 1 (Confer Bac D 2011, exercice 2)

EXERCICE 2

- 1) Le synonyme de spermaphyte est phanérogame (ou spermatophyte).
- 2) a) Les parties stériles de la fleur sont le calice et la corolle. L'ensemble est appelé périgone. Les sous-embranchements de spermaphytes sont les angiospermes et les gymnospermes. Les deux classes d'angiospermes sont les monocotylédones et les dicotylédones.

- 3) L'ovule d'oursin est un gamète tandis que l'ovule de blé est un macrosporange dans lequel se différencie le sac embryonnaire contenant l'oosphère, véritable gamète femelle.
- 4) Les parties fertiles de la fleur sont : les étamines et les carpelles.
- 5) L'androcée est aussi appelé organe reproducteur male. Le gynécée est appelé organe reproducteur femelle.
- 6) Caractéristique essentielle : graines nues pour les gymnospermes, graines enfermées dans un fruit pour les angiospermes.
- 7) a) c'est la gemmule. b) c'est la tigelle.
- 8) Synonymes : gamétophyte = prothalle ; sporophyte = plante feuillée.

PROBLEME (même démarche que le problème du bac d 2009).

SU. ET 19 : INSTITUT NATIONAL DE SCIENCES ET TECHNIQUES D'ABECHE SBM ET VETERINAIRE 2018 - 2019

EXERCICE 1

- 1) Expliquez les termes suivants : monoïque, dioïque, gymnosperme, angiosperme.
- 2) Quelle est la différence entre l'ovule animal et l'ovule végétal ?
- 3) Donnez la garniture chromosomique de l'oosphère et de nucelle.
- 4) Quel est le devenir de l'oosphère après la fécondation ?
- 5) Quelle est la garniture chromosomique de la cellule géante du sac embryonnaire avant et après la fécondation ?

EXERCICE 2

La biodiversité actuelle peut être considérée comme la biodiversité des espèces existantes aujourd'hui. Elle résulte de la transformation des populations au cours du temps. Montrer, à partir d'exemples, comment la dérive génétique et la sélection naturelle participent à l'évolution de la biodiversité.

EXERCICE 3

Dans certains cas assez rares, la fécondation interspécifique (entre espèces différentes) peut se réaliser. Exemples : entre lapin et lièvre, cheval et âne.

- a) L'individu issu de ce genre d'accouplement ne peut être attribué ni à l'espèce du mâle, ni à celle de la femelle. Pourquoi ? Quelle sera la garniture chromosomique du nouvel individu ?
- b) Comment expliquez-vous la stérilité d'un individu issu d'une telle fécondation ?
- c) Pour les spermatozoïdes, que signifie capacitation ?
- d) Quelle différence existe entre un ovotide et un ovule ?
- e) Quel est le devenir de deux globules polaires ? quel rôle ont-ils joué ?
- f) A quel stade de l'ovogenèse (multiplication - accroissement - maturation - différenciation) le gamète femelle entre-t-il en contact avec le spermatozoïde dans la trompe ?
- g) Particulièrement dans l'espèce humaine, citez trois principales conséquences de la fécondation.

EXERCICE 4

On croise deux races pures de haricots l'une à graines lisses et colorées, l'autre à graines rugées et incolores.

1. a) Quel type de pollinisation doit-on utiliser pour arriver à ce résultat ? b) comment peut-on le réaliser pratiquement ?
2. le croisement de ces deux variétés donne en F_1 des graines lisses et colorées. a) comment s'assure-t-on que les parents étaient de race pure ? b) Quelles indications nous donne les résultats de la F_1 ? c) Ecrivez le génotype de chacun des parents et celui de la F_1 ?
3. les individus de la F_1 sont soumis à un back-cross. a) en quoi consiste ce type de croisement ? b) indiquez les phénotypes obtenus et leurs pourcentages respectifs, en supposant que les gènes de

- parents étaient indépendants. c) Effectuez le même travail (qu'en b) en supposant que les gènes étaient liés entre eux.
4. Les résultats obtenus à l'issue de ce back-cross sont les suivants : 48,3% de graines lisses et colorées, 48,3% de graines ridées et incolores, 1,7% de graines ridées et colorées et 1,7% de graines lisses et incolores. Expliquez ces résultats.

SOLUTION

EXERCICE 1

- 1) **Monœïque** : désigne une plante dont les fleurs femelles et mâles sont portées par un seul pied. **Dioïque** : désigne une plante dont les femelles mâles et femelles sont portées sur des pieds séparés. **Gymnosperme** : plante dont les graines sont nues. **Angiosperme** : plante dont les graines sont enfermées dans un fruit.
- 2) L'ovule animal est un gamète tandis que l'ovule végétal est un macrosporange dans lequel se différencie le sac embryonnaire contenant l'oosphère, véritable gamète femelle.
- 3) Oosphère : n ; nucelle : $2n$.
- 4) Après fécondation, l'oosphère devient un œuf embryon.
- 5) Avant la fécondation : $2n$; après la fécondation : $3n$.

EXERCICE 3

- a) Car cet individu a une garniture chromosomique différente de ces deux parents. Sa garniture chromosomique est de : $n + n'$ (n est différent de n'). Si on suppose $n = 30$ et $n' = 33$ alors $n + n' = 63$. Cet individu est stérile car la méiose ne peut se dérouler (à la prophase, il ne forme pas des bivalents ou tétrades) donc il y a absence de la gamétogenèse.
- b) **Capacitation** : c'est l'ensemble des transformations que subissent les spermatozoïdes dans les voies génitales afin d'acquies la capacité de réaliser la fécondation (bref c'est la possibilité d'un spermatozoïde de pouvoir féconder l'ovule).
- c) Il n'y a pas de différence entre l'ovotide et l'ovule car après la formation d'un ovotide, il n'y a pas de différenciation au cours de l'ovogénèse.
- d) Les deux globules polaires sont voués à la dégénérescence. Ils n'ont joué aucun rôle, néanmoins ils contribuent au partage des lots de chromosomes lors des divisions méiotiques.
- e) C'est le stade de maturation (plus précisément la métaphase II de la méiose).
- f) Les conséquences de la fécondation sont : activation de l'ovocyte II, rétablissement de la garniture chromosomique diploïde et détermination chromosomique du sexe (XY pour le garçon et XX pour la fille).

EXERCICE 4

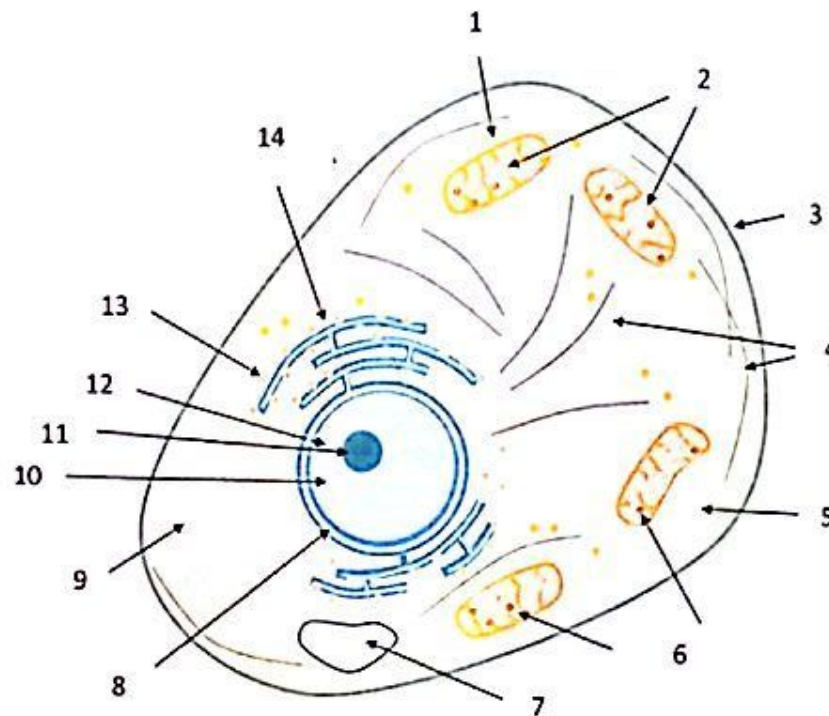
- 1) C'est la pollinisation croisée.
- 2) a) Pour se rassurer de la pureté des parents, il avait réalisé le croisement des variétés lisses et colorées entre elles à plusieurs reprises et obtenu une invariance de caractères. Il en a fait de même avec les variétés incolores et ridées. b) Indications : les parents sont de races pures, l'uniformité des hybrides de F_1 , les caractères lisses et colorés dominant respectivement les caractères ridés et incolores. c) Génotypes : $P_1 = (CL/CL)$; $P_2 = (cl/cl)$; $F_1 = (CL/cl)$ (symbolisez les allèles au préalable).
- 3) a) ce croisement consiste à croiser $F_1 \times P_2$. b) Les phénotypes obtenus et leurs proportions : $\frac{1}{2}$ [LC] et $\frac{1}{2}$ [lc]. c) Les phénotypes obtenus et leurs proportions : $\frac{1}{2}$ [LC] ; $\frac{1}{4}$ [Lc] ; $\frac{1}{4}$ [lC] ; $\frac{1}{4}$ [lc].
- 4) Explication des résultats : on constate que les phénotypes parentaux sont supérieurs aux phénotypes recombinés, ce qui montre qu'il s'est produit un crossing-over chez l'hybride F_1 (alors les gènes étudiés sont partiellement liés). Faites le déroulement du crossing-over. Gamètes de l'hybride : (LC/), (Lc/), (lC/) et (lc/); gamètes de P_2 : (lc/).

Echiquier de croisement			
	(LC/)	(Lc/)	(lC/)
(lc/)	(LC/lc) 48,3% [LC]	(Lc/lc) 1,7% [Lc]	(lC/lc) 1,7% [lC]
			(lc/lc) 48,3% [lc]

EXERCICES SUPPLEMENTAIRES CYTOLOGIE

EXERCICE 1

La figure ci-contre représente une cellule observée au microscope électronique.



1. Après avoir défini les termes cellule eucaryote, protophytes, procaryote, cytosol, archée, information génétique, nucléoside, ARN, ADN lourd, ADN léger, identifiez cette cellule.
2. Après avoir légendé ce document, donnez les fonctions des structures : 2 ; 3 ; (6 et 13) ; 7 et 14.
3. Donnez les différents caractères distinctifs entre cellule procaryote et cellule eucaryote.

SOLUTION

1. Cellule eucaryote : c'est une cellule pourvue de noyau, bien individualisé.
 Protophytes : ce sont des végétaux unicellulaires.
 Procaryote : c'est un organisme ayant des cellules dépourvues de noyau et donc le matériel génétique est libre dans le cytoplasme.
 Cytosol : c'est un liquide aqueux dans lequel baignent les organites cellulaires.
 Archée : c'est un microorganisme unicellulaire, c'est-à-dire constitué d'une cellule unique contenant ni noyau, ni organites cellulaires, qu'on désigne aussi sous le terme archéobactérie.
 Information génétique : c'est l'ensemble d'informations codées permettant de réaliser et de maintenir les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles d'un individu.
 Nucléoside : c'est une molécule formée d'une base azotée et d'un sucre.
 ARN : c'est l'acide ribonucléique, indispensable à la synthèse protéique.
 ADN léger : c'est un ADN qui renferme une quantité élevée d'azote.
 ADN lourd : c'est un ADN renfermant une quantité élevée d'azote.
 Identification : il s'agit d'une cellule animale.
2. Légende : 1 = Mitochondrie, 2 = ADN mitochondrial, 3 = Plasmalemme, 4 = Cytosquelette, 5 = Cytoplasme, 6 = Ribosome mitochondrial (70S), 7 = Vacuole, 8 = Enveloppe nucléaire, 9 = Appareil de Golgi, 10 = Chromatine, 11 = Nucléole, 12 = Noyau, 13 = Ribosome libre, 14 = Réticulum endoplasmique rugueux.
 Les fonctions des éléments suivants :

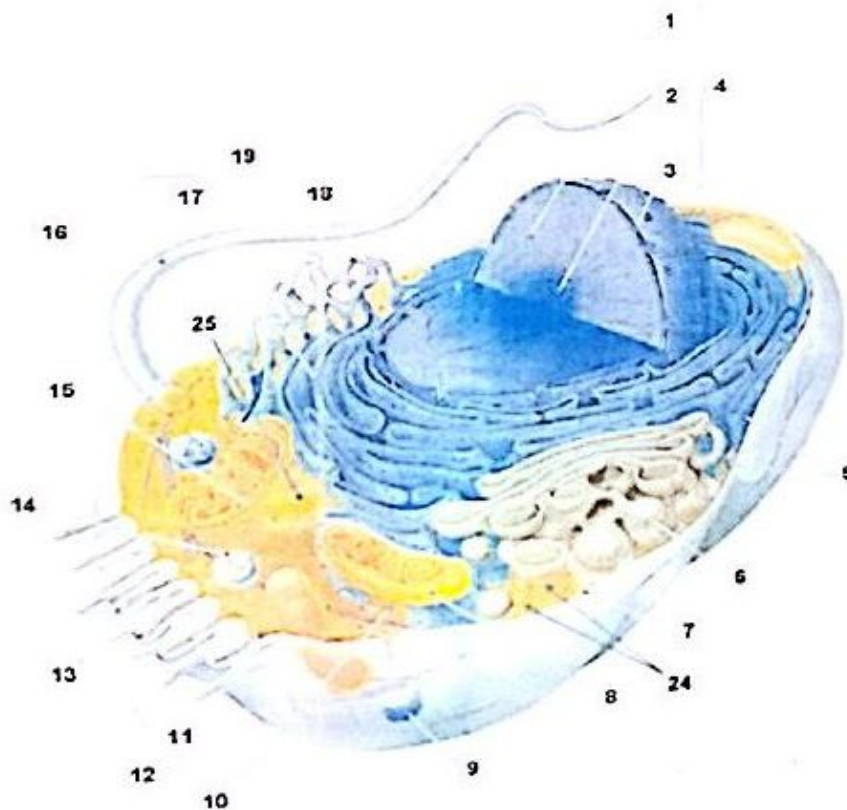
- ADN mitochondrial : c'est le support de l'information génétique relative aux fonctions mitochondriales.
 - Plasmalemme : il assure les échanges entre le milieu extérieur et le milieu intérieur, l'adhérence entre les cellules, l'identification cellulaire par le système immunitaire et la protection de la cellule.
 - Ribosomes : ils assurent la protéosynthèse.
 - Vacuole : elle assure le stockage d'eau et des solutés.
 - Chromatine : c'est le support de l'information génétique.
3. Différences entre cellule eucaryote et cellule procaryote :

Cellule eucaryote	Cellule procaryote
Existence du noyau structuré	Pas de vrai noyau
Existence d'organites cytoplasmiques	Pas d'organites subcellulaires
Division par mitose et méiose	Division par scissiparité
Présence de cytosquelettes	Absence de cytosquelettes
Grande taille	Petite taille
Paroi pectocellulosique chez les végétaux	Paroi glycoprotéique

EXERCICE 2

Le schéma ci-dessous représente une cellule observée au microscope électronique.

1. De quel type de cellule s'agit-il ? De quoi diffère une cellule animale d'une cellule végétale ?
2. Quels sont les rôles des éléments suivants dans la vie d'une cellule : 4 ; 5 ; 6 ; 12 ; 15 et 19.
3. C'est quoi les endosomes, le protéasome, la cytologie, la crête mitochondriale, la cisterne, l'étioplaste, la chromatine.



SOLUTION

1. Il s'agit d'une cellule animale.

Différences entre cellule animale et cellule végétale

Caracteristiques	Cellule animale	Cellule végétale
Forme	Sphérique	Géométrique
Membrane	Simple	Double
Vacuole	Petite	Très développée
Métabolisme	Hétérotrophe	Autotrophe si chloroplaste
Centrosome	Présent	Absent
Chloroplaste	Absent	Présent

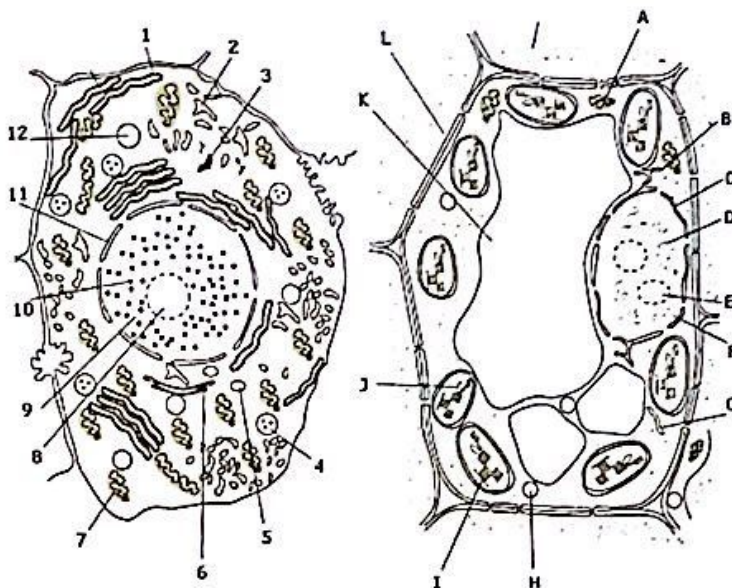
2. Annotations : 1 = chromatine, 2 = nucléole, 3 = enveloppe nucléaire, 4 = noyau, 5 = ribosomes liés, 6 = Appareil de Golgi, 7 = plasmalemme, 8 = Mitochondrie, 9 = peroxyosome, 10 = Microfilament, 11 = filament intermédiaire, 12 = Cytosquelettes, 13 = Villosités, 14 = lysosome, 15 = centrosome, 16 = flagelle, 17 = Réticulum endoplasmique rugueux, 18 = réticulum endoplasmique lisse, 19 = réticulum endoplasmique, 24 = ribosomes libres, 25 = centriole.

Rôles des éléments :

- Noyau : c'est le siège de l'information génétique et de la division cellulaire.
 - Ribosomes : ils assurent la protéosynthèse.
 - Appareil de Golgi : il assure la maturation et l'exportation des protéines élaborées au niveau du réticulum, ainsi que la synthèse des hormones et enzymes.
 - Cytosquelettes : ils assurent le maintien de la forme et l'architecture de la cellule.
 - Centrosome : il assure la division cellulaire en formant les asters et le fuseau de division. Il est aussi à l'origine des organes locomoteurs (cils et flagelles).
 - Réticulum endoplasmique : il assure la synthèse des protéines et des lipides.
3. Endosomes : ce sont les organites cellulaires sur lesquels les vésicules d'endocytose s'accrochent et fusionnent pour relarguer leur contenu.
- Protéasome : c'est une enzyme associée au réticulum endoplasmique, assurant la protéolyse.
- Cytologie : c'est l'étude des cellules isolées.
- Crête mitochondriale : c'est une invagination de la membrane interne de la mitochondrie dont le rôle est d'assurer la production énergétique dans la mitochondrie.
- Citerne : c'est le synonyme de saccule de Golgi, responsable de la maturation, de l'exportation des protéines et de synthèse d'hormones et enzymes.
- Etioplaste : c'est un chloroplaste non différencié.
- Chromatine : c'est le constituant principal du chromosome, à l'état décondensé.

EXERCICE 3

Les deux documents ci-dessous représentent des cellules visualisées à la microscopie électronique à balayage



1. Mettez les légendes aux différents numéros et lettres.
2. Définissez les termes suivants : cellule eucaryote, cellule procaryote, cellule acaryote.
3. Faites ressortir les différences entre ces trois types de cellules de la question 2 (dans un tableau).
4. Quelles sont les différences qui existent entre cellule animale et cellule végétale ?
5. Dans la cellule végétale, c'est l'appareil de Golgi qui est à l'origine de la paroi. Expliquez avec détails comment ce processus se déroule ?
6. Dans laquelle (lesquelles) de ces différentes structures cellulaires, est localisé l'ADN ?
7. Schémas annotés d'une mitochondrie et d'un chloroplaste et faites en une étude comparative.
8. Pourquoi dit-on que la mitochondrie et le chloroplaste sont des organites autonomes ?

SOLUTION

1. Légende : 1 = Réticulum endoplasmique rugueux, 2 = réticulum endoplasmique lisse, 3 = Glycogène, 4 = lysosome, 5 = Vésicule, 6 = appareil de Golgi, 7 = Mitochondrie, 8 = Nucléole, 9 = Nucléoplasme, 10 = Chromatine, 11 = Enveloppe nucléaire, 12 = Lipides de réserve. A = Mitochondrie, B = Réticulum endoplasmique rugueux, C = Enveloppe nucléaire, D = chromatine, E = Nucléole, F = Nucléoplasme, G = Réticulum endoplasmique lisse, H = Gouttelette lipidique, I = Chloroplaste, J = Grain d'amidon, K = Vacuole, L = Membrane plasmique.
2. Cellule eucaryote : c'est une cellule pourvue d'un noyau bien individualisé. Cellule procaryote : cellule dépourvue d'un vrai noyau. Cellule acaryote : c'est une cellule dépourvue de métabolisme propre.
3. Différences entre ces trois cellules (à faire).
4. Différences entre cellule animale et cellule végétale (confer cours).
5. Explication : A la télophase, les vésicules golgiennes se fusionnent pour former une membrane appelée phragmoplaste, qui se raccorde pour devenir la paroi.
6. L'ADN est localisé dans le noyau. Les récentes découvertes montrent que l'ADN est présent dans la mitochondrie et le chloroplaste.
7. Confer cours.
8. Ce sont des organites autonomes car ils possèdent leur propre matériel génétique (ADN).

EXERCICE 4

1. L'observation microscopique des hépatocytes (cellules du foie) révèle la présence d'un noyau entouré par une membrane. Par contre si l'on observe le bacille subtil (bactérie), on constate que le matériel génétique est libre dans le cytoplasme.
 - a. Expliquez ces observations.
 - b. En plus de la membrane plasmique, le bacille subtil possède une paroi appelée paroi bactérienne alors qu'elle est absente chez les hépatocytes. Expliquez cette différence structurale chez le bacille.
 - c. Comment peut-on classer ces deux cellules au sein du monde vivant ?
2. Pourquoi une cellule végétale ne peut pas s'éclater à la suite d'une turgescence poussée ?
3. Définir : organite, organe, tissu, appareil, système, organisme, organisation.

SOLUTION

1. a. Ces observations montrent que les hépatocytes ont un noyau bien délimité par une membrane nucléaire tandis que chez les bacilles, le noyau n'est pas bien individualisé (absence de l'enveloppe nucléaire). b. La paroi bactérienne contient, généralement pour les bactéries pathogènes, des toxines qui les rendent virulentes et les protègent contre les attaques des antigènes. c. Les hépatocytes appartiennent à la catégorie des eucaryotes, les bacilles à la catégorie des procaryotes.
2. Les cellules végétales ne peuvent pas s'éclater à la suite d'une turgescence poussée parce qu'elles contiennent la paroi pectocellulosique, qui les protège et assure leur rigidité.
3. Définition des mots :
 - Organite : c'est un compartiment de la cellule délimité par une enveloppe et ayant une fonction particulière dans la cellule. Le noyau, la mitochondrie, le chloroplaste sont des organites.
 - Organe : c'est une partie d'un organisme vivant bien circonscrite dans l'espace, et qui remplit une fonction qui lui est propre.
 - Tissu : c'est l'ensemble de cellules ayant les mêmes caractéristiques et par conséquent les mêmes fonctions.
 - Appareil : c'est un ensemble d'organes qui concourent à une fonction, généralement de nature et de structure différentes, mais reliés anatomiquement entre eux.
 - Système : c'est un ensemble d'organes ou de tissus de même nature et destinés à des fonctions analogues.
 - Organisme : c'est un être vivant animal ou végétal.
 - Organisation : c'est la manière dont les différents organes ou parties d'un ensemble complexe d'un être vivant sont structurés ou agencés.

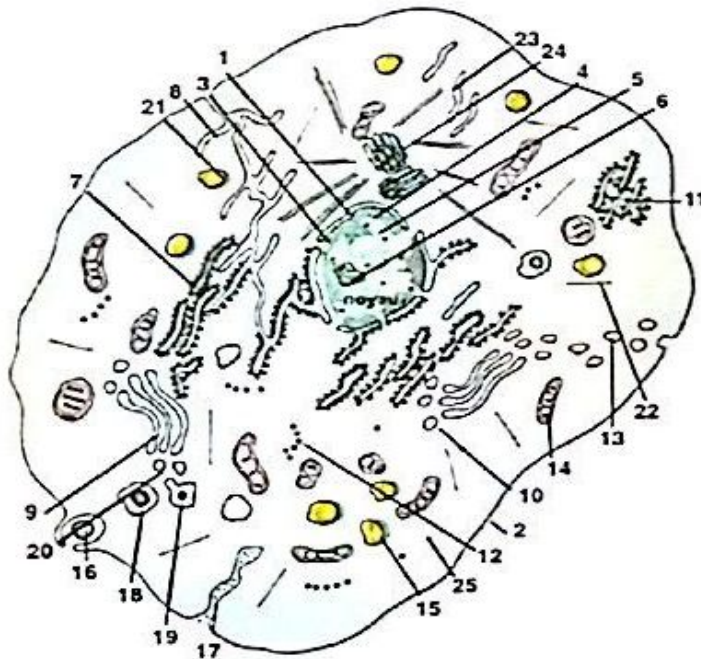
EXERCICE 5
La figure ci-contre

1. De quel type...
2. Annotez ce...
3. Qu'est-ce...
4. Classez le...
ergastoplas...
en organite...
génétique...
cellulaire, c...

1. Il s'agit d'...
centriole.
2. Annotation...
4 = Chroma...
8 = Réticul...
11 = Riboso...
14 = Mitoch...
membrane c...
Tonoplaste...
3. Chondriome...
fourniture d...
4. Organites de...
Organite de...
Organites de...
Organite de...
Organites de...
Organite de...

EXERCICE 5

La figure ci-contre représente une cellule observée à l'électronographie.



1. De quel type de cellule s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
2. Annotez ce schéma en utilisant les numéros.
3. Qu'est-ce qu'un chondriome ? Donner sa fonction dans la vie d'une cellule.
4. Classez les structures cellulaires suivantes : mitochondrie, réticulum endoplasmique lisse, ergastoplasme, dictyosome, peroxysome, vacuole, noyau, microtubules, chloroplaste, ribosome, en organites de synthèse, organites de maintien de forme, organites de conservation du matériel génétique, organites de protéosynthèse, organites de photosynthèse, organites de respiration cellulaire, organites énergétiques, organites de dégradation et organites de stockage.

SOLUTION

1. Il s'agit d'une cellule animale. Justification : forme arrondie, membrane simple, présence du centriole.
2. Annotation : 1 = Enveloppe nucléaire, 2 = Membrane plasmique, 3 = Pore nucléaire, 4 = Chromatine, 5 = Nucléoplasme, 6 = Nucléole, 7 = Réticulum endoplasmique rugueux, 8 = Réticulum endoplasmique lisse, 9 = Saccule de Golgi, 10 = Vésicule de Golgi, 11 = Ribosome lié ou associé, 12 = ribosomes libres en chapelet, 13 = Vésicule d'exocytose, 14 = Mitochondrie, 15 = Vacuole, 16 = Particule ingérée par phagocytose, 17 = invagination de la membrane cellulaire, 18 = Endosome, 19 = Lysosome digérant, 20 = Lysosome au repos, 21 = Tonoplaste, 22 = cytosquelette, 23 = Saccule, 24 = Centrioles et aster, 25 = Cytoplasme.
3. Chondriome : c'est l'ensemble des mitochondries dont le rôle est la respiration cellulaire et la fourniture d'énergie.
4. Organites de synthèse : Ribosomes, réticulum endoplasmique lisse, ergastoplasme, dictyosome.
Organite de conservation du matériel génétique : noyau.
Organites de protéosynthèse : ribosome et ergastoplasme.
Organite de photosynthèse : chloroplaste.
Organite de respiration cellulaire et organe énergétique : mitochondrie.
Organites de dégradation : lysosome et peroxysome.
Organite de stockage : vacuole, ergastoplasme.

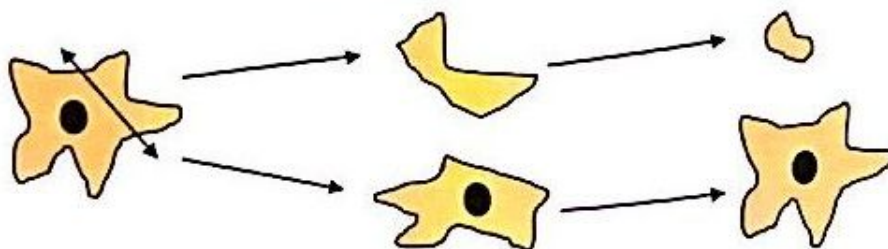
EXERCICE 6

La figure ci-dessous représente une cellule observée au microscope électronique.

1. Mettre les légendes précises aux différents numéros (ne pas refaire cette figure).
2. De quel type de cellule s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
3. Donnez le rôle des éléments : 1 ; 7 ; 9 ; 15.
4. Réalisez une expérience mettant en évidence la localisation de l'information génétique dans la cellule.

**SOLUTION**

1. Légendes : 1 = membrane plasmique ; 2 = cytoplasme ; 3 = ribosomes ; 4 = réticulum endoplasmique ; 5 = gouttelettes lipidiques ; 6 = grain de sécrétion ; 7 = mitochondries ; 8 = Appareil de Golgi ; 9 = centrioles ; 10 = pore nucléaire ; 11 = enveloppe nucléaire ; 12 = nucléole ; 13 = nucléoplasme ; 14 = chromatine ; 15 = noyau.
2. Il s'agit d'une cellule animale, pour des raisons suivantes : forme arrondie, membrane simple, présence des centrioles.
3. Rôles des éléments :
 - Membrane plasmique : il assure les échanges entre le milieu extérieur et le milieu intérieur, l'adhérence entre les cellules, l'identification cellulaire par le système immunitaire et la protection de la cellule.
 - Mitochondries : elles fournissent de l'énergie et assurent la respiration cellulaire.
 - Centrosome : il assure la division cellulaire en formant les asters et le fuseau de division. Il est aussi à l'origine des organes locomoteurs (cils et flagelles).
 - Noyau : c'est le siège de l'information génétique et de la division cellulaire.
4. Expérience de mérotomie chez l'amibe :



Résultats : le fragment nucléé vit, croît, et peut donner naissance à deux cellules filles (se reproduit). Le fragment annucléé régresse, et meurt en quelques jours.

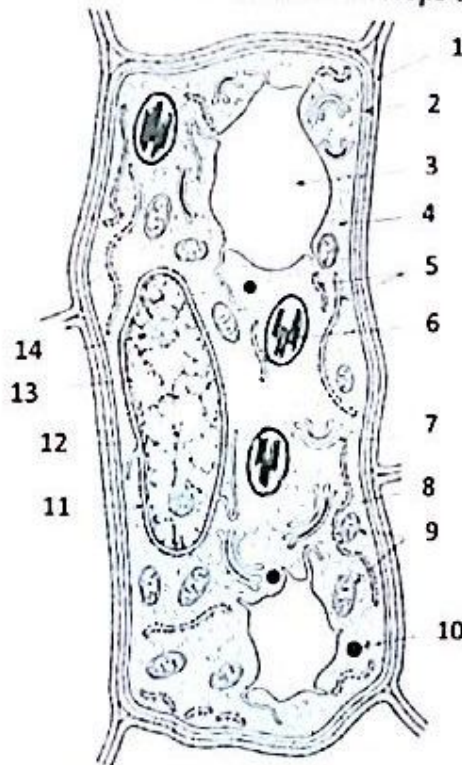
Conclusion : Le noyau est indispensable à la vie de la cellule. Il joue un rôle fondamental dans la division cellulaire. De ce qui précède, l'information génétique est localisée dans le noyau de la cellule.

EXERCICE 7 *

- 1) Si dans les 2 ou 3 jours qui suivent l'énucléation, on réimplante dans le fragment anucléé un noyau provenant d'une autre amibe, on constate qu'il recommence à se nourrir normalement et à croître. Conclure en précisant le rôle du noyau et de mitochondries tel qu'il apparaît ici.
- 2) On procède à une greffe de noyau d'une cellule hépatique à une cellule rénale chez la souris après énucléation de la cellule rénale. La cellule rénale assure normalement ses fonctions. A la deuxième expérience, on procède au transfert du noyau de la cellule hépatique de la souris dans le cytoplasme d'une cellule hépatique du chien (après énucléation). La cellule du chien dégénère. Quelle(s) conclusion(s) pouvez-vous tirer de ces expériences.

EXERCICE 8 *

La figure ci-dessous représente une cellule vue au microscope électronique.

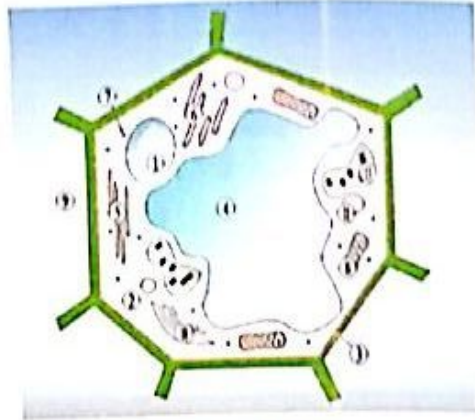


- 1) De quelle cellule s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
- 2) Légendez ce document en utilisant les numéros (ne pas refaire le schéma).
- 3) Donnez les fonctions des organites suivants dans la vie de la cellule : 2 ; 3 ; 6 ; 9.
- 4) De ce qui précède, faites une étude comparative entre les éléments 6 et 9.
- 5) Quelles sont les différences entre une cellule animale et une cellule végétale ?

EXERCICE 9

La cellule est l'unité anatomique et physiologique des êtres vivants. Le document ci-après représente un type de cellule observée au microscope électronique.

1. Définir les termes : Microscope, Ultra-structure, Organelle.
2. Comment appelle-t-on les animaux n'ayant qu'une seule cellule ?
3. Comment appelle-t-on les végétaux ayant plusieurs cellules ?
4. De quel type de cellule s'agit-il ? Pourquoi ?
5. Donnez une annotation complète de ce document en utilisant les numéros.
6. Donnez les rôles des organites 1, 5, 8 et 13.



SOLUTION

1. Définition

- **Microscope** : c'est un instrument d'optique qui permet d'observer, selon les modèles, les cellules, les bactéries, les virus voire des macromolécules.
- **Ultra-structure** : c'est l'organisation de la cellule et ses constituants (observée au microscope électronique).
- **Organelle** : c'est une inclusion présente dans le hyaloplasme et qui, avec lui, constitue le cytoplasme (Quelques exemples d'organites d'une cellule eucaryote : les mitochondries, les ribosomes, l'appareil de Golgi).

2. Ce sont des protozoaires ;

3. Ce sont des métaphytes ;

4. Il s'agit d'une cellule végétale, car on note sa forme géométrique, la présence d'une double membrane, la présence du chloroplaste et la grande vacuole.

5. Annotation : 1 = Noyau ; 2 = Cytoplasme ; 3 = Plasmalemme ; 4 = Vacuole centrale ; 5 = Réticulum endoplasmique lisse ; 6 = Ergastoplasme ; 7 = Ribosome libre ; 8 = Mitochondrie ; 9 = Membrane squelettique ; 10 = Appareil de Golgi ; 11 = Lysosome ; 13 = Chloroplaste.

6. Rôles des éléments :

- **Noyau** : c'est le siège de l'information génétique et de la division cellulaire ;
- **Réticulum endoplasmique lisse** : il assure la synthèse des lipides ;
- **Mitochondrie** : c'est la centrale énergétique et en même temps assure la respiration cellulaire ;
- **Chloroplaste** : c'est le siège de la photosynthèse.

INFORMATION GENETIQUE

EXERCICE 10

La quantité de bases azotées d'une molécule d'ADN a été calculée. Le contenu en bases C + G de cette molécule est de 30/100.

1. Calculer les pourcentages respectifs de chaque base azotée.
2. Proposez une séquence de 20 nucléotides respectant ces pourcentages.
3. Déterminer la longueur de la séquence du fragment du gène (ADN) proposé.
4. Qu'est-ce qui fait la particularité d'une molécule d'ADN ?

SOLUTION

1. Calculons les pourcentages respectifs de chaque base azotée : $G + C = 30/100$. $G = C = 15\%$;
 $A + T = 100\% - 30\%$; $A = T = 35\%$.

2. Proposons une séquence de 20 nucléotides : $C = G = \frac{20 \times 15\%}{100\%} = 3$; $A = T = \frac{20 \times 35\%}{100\%} = 7$

Fragment d'ADN proposé : $\begin{cases} \text{AGGTATCTAA} \\ \text{TCCATAGATT} \end{cases}$

3. Longueur de la séquence d'ADN : soit 0,34nm, la distance entre deux nucléotides ;
 $L = 0,34\text{nm} \times 10 = 3,4\text{nm}$
4. La particularité de l'ADN est qu'il est le support de l'information génétique au sein duquel les bases azotées sont appariées deux à deux ($A = T$ et $C \equiv G$).

EXERCICE 11

1. À l'aide des schémas décrire les différentes phases de la mitose d'une cellule animale en prenant $2n = 4$ et dire qu'elles sont les conséquences.
2. Chez le chimpanzé, le nombre de chromosomes est de 48, ce nombre est de 66 chez l'âne. Quel est le nombre de chromosomes dans les cellules musculaires, dans le spermatozoïde, dans l'ovule chez les deux espèces.

SOLUTION

1. Réaliser les schémas (annotés) de prophase, métaphase, anaphase et télophase. Décrivez les caractéristiques de chaque stade (confer cours).
2. Chimpanzé : cellules musculaires ($2n = 48$), spermatozoïde et ovule ($n = 24$)
Âne : cellules musculaires ($2n = 66$), spermatozoïde et ovule ($n = 33$).

EXERCICE 12

Tijo et Levan ont démontré en 1954 l'existence de 46 chromosomes, supports de l'information génétique, dans les cellules humaines. Aujourd'hui, les techniques de coloration et d'observation des chromosomes permettent non seulement d'observer le nombre des chromosomes, mais de caractériser chaque type par des bandes transversales plus ou moins sombres, permettant ainsi d'établir un caryotype précis de l'espèce humaine.

1. De quoi est constitué un chromosome ? A quel moment de la vie cellulaire sont-ils visibles ?
2. Quelle est la différence entre chromosome et chromatide ?
3. Qu'est-ce qu'un caryotype ? Quels sont les trois principaux critères permettant de ranger les 46 chromosomes de l'espèce humaine ?
4. A quel moment précis de la vie cellulaire peut-on établir le caryotype d'une espèce ? Pourquoi ?
5. On dit que le caryotype humain est formé de 23 paires de chromosomes, on écrit $2n = 46$. Que signifie $2n = 46$? Définir le terme diploïde.
6. Après avoir défini les termes gonosomes et autosomes, écrire la formule chromosomique de l'homme et celle de la femme.

SOLUTION

1. Le chromosome est constitué d'ADN associé à des protéines de type histone. Ils sont visibles au moment de la division cellulaire.
2. Différence : le chromosome, élément du noyau d'une cellule, support de l'information génétique, par contre la chromatide est un produit de la duplication d'un chromosome.
3. Caryotype : c'est le nombre et la forme des chromosomes d'une cellule rangés en paires et par ordre décroissant. Les trois critères de réalisation du caryotype sont : la taille des chromosomes, la position centromérique et les bandes de coloration.
4. On établit le caryotype à la métaphase de la mitose. Car les chromosomes sont condensés au maximum, dupliqués et bien visibles.
5. $2n = 46$: c'est la garniture chromosomique de l'espèce humaine. Diploïde : c'est un organisme possédant des paires de chromosomes homologues.
6. Gonosomes : ce sont des chromosomes sexuels dont la présence détermine le sexe chez l'individu, il s'agit de X et Y. Autosomes : ce sont des chromosomes non sexuels, identiques chez l'homme et chez la femme. Formule chromosomique : Homme $\rightarrow 2n = 44A + XY$, femme $\rightarrow 2n = 44A + XX$.

EXERCICE 13

L'ADN est le support universel de l'information génétique. Construisez un des modèles théoriques d'un fragment d'ADN qui renfermerait 20 bases azotées et dont le rapport $\frac{A+T}{G+C}$ serait 1,4.

SOLUTION

$$\begin{cases} A + T + G + C = 20 \\ \frac{A + T}{G + C} = 1,4 \end{cases}$$

Dans une molécule d'ADN, on sait que : $A = T$ et $G = C$.

$$\begin{cases} 2A + 2G = 20 \\ \frac{2A}{2G} = 1,4 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A + G = 10 \\ A = 1,4G \end{cases} \rightarrow \{1,4G + G = 10 \rightarrow \{2,4G = 10 \rightarrow \left\{ G = C = \frac{10}{2,4} = 4 \right.$$

D'où $(A = T = 6$; Modèle d'ADN $\begin{cases} AATTCCGAGT \\ TTAAGGCTCA \end{cases}$

EXERCICE 14

Fig1a : GUA CAC CUC ACU CCA GAA GAG, Fig1b : GUA CAC CUC ACU CCA GUA GAC
L'ensemble des bases successives d'un ARNm est appelé codon car il code pour un acide aminé donné.
La succession des acides aminés le long d'une chaîne polypeptidique est ainsi déterminée par la succession des codons le long d'un ARNm.

1. par le ou lesquels de leurs codons les deux ARNm des figures 1a et 1b diffèrent-ils ?
2. En une phrase, dites comment et où se forme l'ARNm dans la cellule. Que devient-il par la suite ?
3. À l'aide du code génétique, écrivez successivement les acides aminés correspondant à la succession des codons des ARNm des figures 1a et 1b.
4. la séquence d'acides aminés correspondant à l'ARNm de la figure 1b est celle de l'hémoglobine d'un individu drépanocytaire. Celle correspondant à l'ARNm de la figure 1a est celle de l'hémoglobine normale. a) en quoi l'hémoglobine d'un individu drépanocytaire diffère-t-elle de celle d'un individu normal? b) compte tenu de ce qui précède, expliquez pourquoi cette maladie est héréditaire ?

SOLUTION

1. C'est par le codon N° 6.
2. L'ARNm se forme par transcription de l'ADN, dans le noyau. L'ARNm sert à la synthèse des protéines (par traduction).

3. A déterminer (consulter le code génétique)
4. a. L'hémoglobine d'un drépanocytaire diffère de celle de l'individu normal par l'acide aminé n° 6.
- b. Cette maladie est héréditaire car il s'agit d'une mutation touchant le patrimoine héréditaire (acide nucléique).

EXERCICE 15

Un ovocyte possède $2n = 16$ chromosomes

- 1) Combien de tétrades sont présentes en prophase de la première division de méiose ?
- 2) Combien de bivalents sont présents en prophase de la deuxième division de méiose ?
- 3) Combien de chromatides qui migrent à chaque pôle lors de l'anaphase de la deuxième division de méiose ?
- 4) Quelles sont les caractéristiques génétiques du crossing-over ?
- 5) Définir : Oligospermie, Asthénospermie, Azoospermie, Tératospermie.

SOLUTION

- 1) 8 tétrades.
- 2) Aucun bivalent.
- 3) 8 chromatides à 1 chromatide.
- 4) Les caractéristiques génétiques du crossing-over sont : favorise la variation génétique en formant des nouvelles combinaisons des gènes, il permet le brassage intra chromosomique entraînant la diversité (ou polymorphisme) génétique des individus de l'espèce.
- 5) Définition :
 - L'oligospermie est chez l'homme ou animal la présence de spermatozoïdes en quantité faible et anormale.
 - L'asthénospermie est l'une des anomalies liées à l'infertilité masculine. Elle est caractérisée par une faible mobilité des spermatozoïdes.
 - L'azoospermie désigne en médecine (ou médecine vétérinaire) une absence totale de spermatozoïdes dans le sperme.
 - La tératospermie caractérise la présence de moins de 4% de spermatozoïdes de forme typique dans le sperme.

EXERCICE 16

Soit la séquence des nucléotides d'un gène dont seul le brin transcrit est représentée ci-dessous :

TAC CAC GTG GAC TGA CTA CTC CTC

1. Donnez la séquence de l'ARNm correspondante.
2. Combien de codons compte cet ARNm ?
3. Construire le fragment complet d'ADN.
4. Donnez la composition chimique de l'ADN.
5. Calculez la longueur du fragment donné.

SOLUTION

1. Séquence de l'ARNm : AUG GUG CAC CUG ACU GAU GAG GAG
2. Cet ARNm compte huit (8) codons.
3. Le fragment d'ADN est comme suit : ADN $\left\{ \begin{array}{l} \text{TAC CAC GTG GAC TGA CTA CTC CTC (BT)} \\ \text{ATG GTG CAC CTG ACT GAT GAG GAG (BNT)} \end{array} \right.$
4. L'ADN est constitué de : bases azotées (A, T, G, C), un sucre (désoxyribose) et un phosphate.
5. $L = 0,34\text{nm} \times 24 = 8,16\text{nm}$.

EXERCICE 17

1. Quel est le siège de la photosynthèse et celui de la protéosynthèse ? Citer les organismes responsables de ces deux phénomènes.
2. Quelle est l'importance du code génétique dans la vie des êtres vivants ?
3. Qu'est-ce qu'une fleur ? Citer les différentes parties de la fleur.
4. Qu'est-ce que le crossing-over ? Quelles sont ces conséquences ?

SOLUTION

1. Dans le cytoplasme. La photosynthèse est réalisée au niveau du chloroplaste, la protéosynthèse au niveau du ribosome.
2. Il détient le patrimoine génétique héréditaire des êtres vivants et permet la synthèse des protéines.
3. La fleur est l'appareil reproducteur des spermatophytes. Les différentes parties de la fleur sont : le calice, la corolle, l'androcée, le gynécée, le réceptacle et le pédoncule.
4. Le crossing-over est l'échange de fragments chromosomiques à la prophase I de la méiose. Les conséquences sont : le polymorphisme génétique et la recombinaison allélique.

EXERCICE 18

1. Qu'est-ce qu'une cellule reproductrice ?
2. Quelles sont les différentes parties des glandes responsables de la sécrétion des hormones sexuelles ?
3. Quelles sont les hormones produites par les gonades humaines et leurs rôles ?
4. Quelle différence y a-t-il entre microsporangie et macrosporangie ? Et que désignent ces termes chez les spermatophytes ?

SOLUTION

1. C'est une cellule qui intervient dans la reproduction sexuée (spermatozoïde, ovule par exemple).
2. Pour les testicules : cellules de Leydig, pour les ovaires : follicules (cellules de granulosa et cellule de thèque interne) et corps jaune (cellules lutéales).
3. Pour les testicules : testostérone, pour les ovaires : œstradiol et progestérone. Rôles : la testostérone assure l'apparition, le maintien des caractères sexuels secondaires masculins. L'œstradiol assure l'apparition, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires féminins, la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre. La progestérone est indispensable à la grossesse en stimulant la prolifération des glandes utérines, lactéales et la vascularisation. Elle assure le silence utérin et l'augmentation de la température.
4. Différence : Microsporangie est une structure végétale qui produit et contient des microspores tandis que macrosporangie est une structure végétale qui produit et contient des macrospores. Microsporangie désigne le sac pollinique et macrosporangie désigne l'ovule.

EXERCICE 19

1. Pourquoi dit-on que la cellule est une unité fondamentale, anatomique et physiologique des êtres vivants ?
2. Définir la mitose.
3. Qu'est-ce qui déclenche la mitose ?
4. Que signifie : codon, anticodon, code génétique ?
5. Pourquoi dit-on que le code génétique est : universel, non chevauchant, redondant, non ambigu ?
6. Que signifie : chromosome, chromatide, chromatine ?
7. Quels sont les deux grands modes de reproduction des êtres vivants ?
8. Pourquoi après la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule aucun autre spermatozoïde ne peut entrer ?
9. Certains œufs non fécondés peuvent évoluer quand même pour donner un individu. Comment appelle-t-on ce phénomène ?
10. Dans quelle partie du testicule s'élaborent les spermatozoïdes ?

11. Comment les spermatozoïdes procèdent-ils pour se déplacer des tubes séminifères jusqu'à l'épididyme alors qu'ils sont inactifs ?
12. Entre les tubes séminifères, on trouve les cellules constituant une glande endocrine productrice de l'hormone mâle : Donnez le nom de cette glande et le nom de l'hormone produite ?

SOLUTION

1. Parce que tous les êtres vivants sont constitués des cellules et c'est à partir de ces cellules que l'organisme fonctionne.
2. **Mitose** : c'est une division cellulaire à partir de laquelle une cellule mère ($2n$) donne 2 cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère.
3. **Origine de la mitose** : elle est due au pouvoir de l'information génétique de l'ADN.
4. **codon** : c'est le triplet des nucléotides ; **anti codon** : triplet de nucléotides de l'ARNt. **code génétique** : c'est un système de correspondance entre les codons de l'ARNm et les acides aminés de la protéine.
5. **Universel** : parce qu'il est unique chez tous les êtres vivants. **Non chevauchant** : parce que les nucléotides étant linéaires, un nucléotide ne peut appartenir à la fois à 2 codons voisins. **Redondant** : parce que plusieurs codons peuvent coder pour le même acide aminé (car 64 types de codons pour 20 acides aminés). **Non ponctué** : parce que chaque nucléotide de la chaîne appartient à un codon obligatoirement.
6. **Chromosome** : c'est un élément figuré du noyau, support des caractères héréditaires, observable seulement au moment de la division cellulaire ; **chromatide** : produit de la duplication d'un chromosome ; **chromatine** : substance contenue dans le noyau cellulaire en interphase, constituée de l'ADN et de protéines.
7. Il s'agit de la reproduction sexuée et de la reproduction asexuée
8. Parce qu'il existe un système de blocages (précoce et tardif) empêchant les autres spermatozoïdes après la pénétration du premier spermatozoïde.
9. C'est la parthénogenèse.
10. Ce sont les tubes séminifères.
11. Ils sont entraînés par le liquide sécrété par les cellules de Sertoli, liquide présent dans la lumière du tube séminifère.
12. Entre les tubes séminifères, on trouve les cellules de Leydig qui sécrètent la testostérone.

EXERCICE 20 *

Voici la séquence (S) d'un brin d'une chaîne double de l'ADN : UAC GGU AGC GAU UUC
CCUGCG AAA ACU.

- 1) Pensez-vous que cette séquence soit correcte ? Si oui, reproduisez-la, si non corrigez-la.
- 2) Ecrire la structure complète de la chaîne double de ce fragment. Combien de nucléotides comporte le fragment d'ADN ainsi représenté ?
- 3) Calculer la masse molaire et la longueur de ce fragment.
- 4) a. Déterminer la séquence (S') des codons et la séquence (S'') des anticodons sachant que le brin transcrit est le brin complémentaire à la séquence (S). En déduire la séquence (X) des acides aminés correspondante.
b. Si la traduction commençait à l'autre extrémité, quelle chaîne polypeptidique obtiendrait-on ?

EXERCICE 21 *

L'angiotensine II de bœuf a la séquence suivante : *Asn-Arg-Val-Tyr-Val-His-Pro-Phe*.

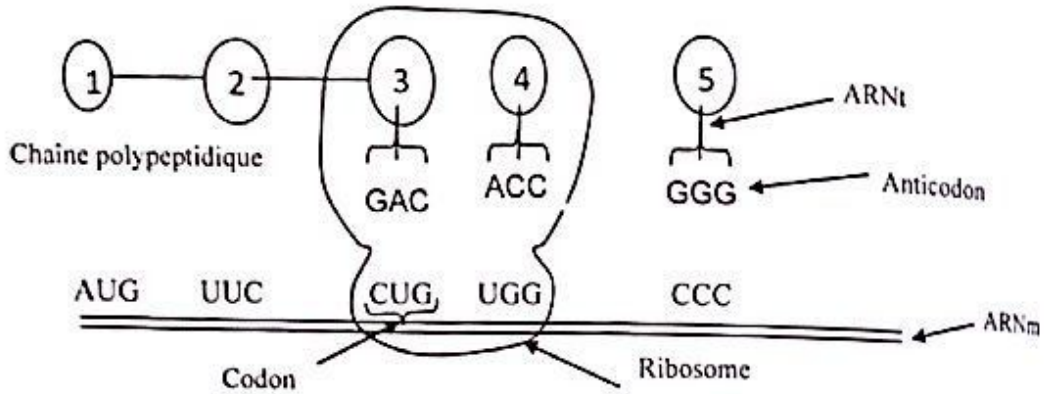
- 1) Dans quel type de molécule organique classez-vous l'angiotensine ? Justifiez votre réponse.
- 2) Construisez la molécule d'ARNm qui a servi pour la synthèse de cette séquence d'angiotensine II.
- 3) A partir de l'ARNm, reconstituez une séquence d'ADN correspondante en indiquant le brin transcrit ainsi que le sens de la lecture.

Tyr	Arg	Val	Phe	Pro	Asn	His
UAU	AGA	GUU	UUU	CCC	AAC	CAC

- 4) En cinq lignes au maximum, décrivez la chronologie des événements qui aboutissent à la synthèse d'un polypeptide. Qu'est-ce qui dirige la synthèse de protéine.

EXERCICE 22

L'assemblage des acides aminés pour former une chaîne polypeptidique se déroule dans le cytoplasme au niveau des ribosomes.



Déplacement de la molécule d'ARNm ← → Déplacement du ribosome

- 1) A l'aide du schéma ci-dessus, retrouvez le mécanisme de cet assemblage.
- 2) En utilisant le tableau du code génétique (en terme d'ARNm), retrouvez la séquence des acides aminés de la chaîne polypeptidique qui est en train d'être fabriquée.
- 3) Quelle est l'origine de la chaîne d'ARNm qui est en train d'être lue par le ribosome ?
- 4) Précisez le lieu et le mécanisme d'élaboration de cet ARNm.
- 5) Donnez la structure du fragment d'ADN double brin dont l'activité est à l'origine du polypeptide.

SOLUTION

- 1) Il s'agit de la traduction.
- 2) Séquence des acides aminés : Met-Phe-Leu-Trp-Pro.
- 3) L'ARNm provient de l'ADN.
- 4) L'ARNm est élaboré dans le noyau, par la transcription.
- 5) Structure d'ADN $\begin{cases} TAC AAG ACC GGG & \text{brin transcrit} \\ ATG TTC TGG CCC & \text{brin non transcrit} \end{cases}$

EXERCICE 23

L'expression du gène chez les eucaryotes. Après avoir précisé les particularités du génome des eucaryotes, expliquer, sans détails excessifs, les principales étapes de l'expression du gène et sa localisation au niveau d'une cellule eucaryote.

SOLUTION

Particularités du génome des eucaryotes : bicaténaire, hélicoïdale, linéaire, de grande taille, contenu dans les chromosomes nucléaires.

L'expression du gène au niveau d'une cellule eucaryote se déroule en deux étapes :

- Transcription (dans le noyau) : c'est la synthèse de l'ARNm à partir de l'ADN grâce à l'ARN polymérase.
- Traduction (dans le cytoplasme) : c'est la synthèse des protéines à partir de l'ARNm grâce aux ribosomes.

EXERCICE 24

1. Quelle est la différence entre l'ovule animal et l'ovule végétal.
2. À quelle classe des angiospermes appartiennent le maïs et l'arachide ?
3. La culture de pomme de terre se fait habituellement par de tubercules : comment appelle-t-on ce procédé ?
4. Différences entre cellule animale et cellule végétale ?

SOLUTION

1. Un ovule animal est un gamète (cellule reproductrice femelle) tandis que l'ovule végétal est un macrosporange (c'est-à-dire une masse cellulaire) contenant un gamétophyte femelle (sac embryonnaire) dans lequel se trouve le véritable gamète femelle (oosphère).
2. Le maïs appartient à la classe de monocotylédones ; L'arachide appartient à la classe de dicotylédones
3. Ce procédé est appelé le bouturage
4. (Confer cours).

EXERCICE 25 *

La formation d'un gamète mâle ou femelle nécessite la réalisation de la méiose. Expliquer ce phénomène en prenant comme exemple la spermatogenèse. Pour simplifier, ne schématiser que les phases essentielles et ne représenter que deux paires de chromosomes homologues. Préciser en quoi la méiose est indispensable à la formation d'une cellule dont l'équipement chromosomique est caractéristique de l'espèce.

EXERCICE 26

Chez les êtres vivants, on distingue trois cycles de développement caractérisés par une alternance de générations grâce à deux phénomènes complémentaires qui assurent le brassage de l'information génétique.

1. Citez ces cycles et pour chacun d'eux, donnez un exemple d'organismes présentant le cycle.
2. Quels sont ces deux phénomènes complémentaires ?
3. Qu'appelle-t-on brassage de l'information génétique ? Qu'assure-t-il ?
4. Quels types de brassages chacun de ces phénomènes complémentaires assure-t-il ?
5. Schématisez le cycle dont la diplophase est plus longue que l'haplophase.

SOLUTION

1. Cycle diplophasique : homme; cycle haplophasique : champignon sordaria.
2. Il s'agit de la méiose et la fécondation
3. Brassage de l'information génétique : c'est le mélange de chromosomes d'origine paternelle et maternelle au sein d'un individu. Il assure le polymorphisme (diversité) génétique.
4. Méiose : brassage inter chromosomique (anaphase I) et brassage intra chromosomique (prophase I); fécondation : brassage inter chromosomique
5. Schéma du cycle diplophasique (Confer cours).

EXERCICE 27

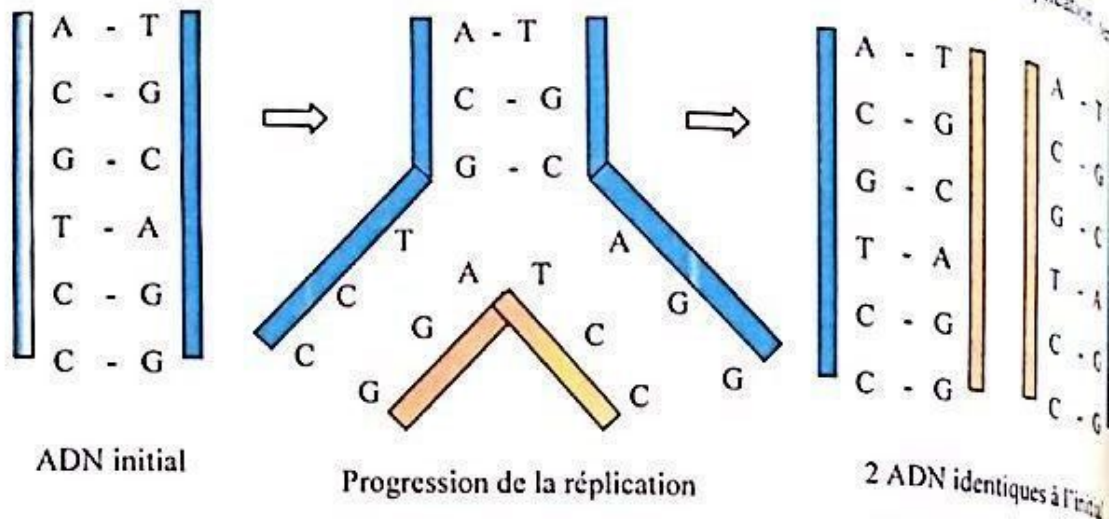
On considère une molécule d'ADN de 12 nucléotides pour laquelle le rapport $\frac{A+T}{G+C} = 0,5$.

1. Déterminez le nombre de chaque type de désoxyribonucléotides.
2. Quels sont les trois modèles de répliation d'ADN que vous connaissez ?
3. Illustrez schématiquement la répliation de l'ADN selon le modèle de Watson et Crick.

SOLUTION

1. On obtient : $A = T = 2$; $G = C = 4$.
2. Répliation semi-conservative, répliation conservative et répliation dispersive.

3. Schéma de la réplication de l'ADN selon le modèle de Watson et Crick (réplication conservative) :



EXERCICE 28

On donne un fragment monocaténaire d'ADN suivant : 3' TAC TGC CAA CAC AGT 5'

1. Donnez son brin complémentaire. En admettant que ce brin soit le brin transcrit.
2. Définissez ce qu'est un brin transcrit. Utilisez deux autres appellations pour le désigner et deux autres pour désigner son complémentaire.
3. Définir un codon et un anti codon.
4. Donnez le dogme central de la biologie moléculaire.
5. Pour quel polypeptide le brin transcrit codera-t-il ?
6. Que se passera-t-il si le 3^{ème} nucléotide du 3^{ème} codon de ce brin est remplacé par T ou C ? Comment appelle-t-on un tel événement ? Quelle propriété du code génétique est ainsi mise en jeu ?
7. Que se passera-t-il si c'est au contraire le premier nucléotide de ce même codon qui est remplacé par A. Comment appellera-t-on alors un tel événement ? Donnez l'anti codon de ce codon avant et après cet événement.

SOLUTION

1. Brin complémentaire : 5' ATG ACG GTT GTG TCA 3'
2. Brin transcrit : un des brins d'ADN servant de matrice pour la synthèse d'ARN. Deux appellations pour désigner le brin transcrit : brin non codant, brin négatif. Trois appellations pour désigner son complémentaire : brin non transcrit, brin sens, brin positif.
3. Codon : c'est un triplet de nucléotides; Anticodon : c'est un triplet de nucléotides de l'ARN.
4. Dogme central de la biologie moléculaire : ADN fait ARN et ARN fait la protéine.
5. Polypeptide : Met - Thr - Val - Val - Ser.
6. Si le 3^{ème} nucléotide du troisième codon est remplacé par T ou C, la protéine reste inchangée. Cet événement est appelé mutation silencieuse, la propriété du code génétique mise en jeu est la redondance du code génétique.
7. La nouvelle protéine est changée (à cause de la présence d'un codon stop à la 3^{ème} position). Cet événement est appelé mutation faux-sens. Anticodon de ce codon, avant cet événement : CAU, après cet événement : AAA.

EXERCICE 29

Une cellule est placée dans certaines substances comme du formide se plasmolyse. Or, cependant qu'après un moment, la cellule se déplasmolyse.

1. Définir le terme deplasmolyse.
2. a) Quel est le phénomène qui permet d'expliquer cette perméabilité membranaire ? b) Énoncer le principe de ce phénomène.

3. Pourquoi une cellule végétale ne peut-elle pas éclater à la suite d'une turgescence poussée?

SOLUTION

1. Deplasmolyse : c'est l'augmentation progressive du volume d'une cellule vivante plongée dans une solution hypotonique, suite à l'absorption de l'eau.
2. a. C'est l'osmose. b. Principe : c'est le transfert du solvant d'une solution hypotonique vers une solution hypertonique au travers d'une membrane perméable.
3. A cause de la membrane squelettique ou pecto-cellulosique, qui assure sa protection et sa rigidité.

EXERCICE 30

Soit la séquence des nucléotides d'un gène dont le seul brin transcrit est représenté ci-dessous :
ACGAC CAC CTC TCC ACG GAC (numérotée de 1 à 21 de gauche vers la droite).

1. Donnez, en vous aidant du tableau du code génétique, la séquence, ainsi déterminée des acides aminés.
2. Quelles sont les conséquences d'une mutation ponctuelle où une molécule de cytosine remplace par celle de guanine en position 18 (mutant 1) ?
3. Quelles sont les conséquences d'une mutation par délétion du nucléotide numéro 5 (mutant 2) ?
4. Quelles sont les conséquences d'une mutation par insertion d'un nucléotide contenant la thymine entre les nucléotides 12 et 13 (mutant 3) ?
5. On croise le mutant 2 et le mutant 3. Quelle est la conséquence d'un crossing-over entre les deux "points" de mutation envisagés (par exemple entre le 8^{ème} et le 9^{ème} nucléotide) ?

SOLUTION

1. ARNm : AUG CUG GUG GAG AGG UGC CUG D'où la protéine est la suivante : Met-Leu-Val-Glu-Arg-Cys-Leu.
2. Remplacement de C par G au numéro 18. ADN muté TAC GAC CAC CTC TCC ACC GAC, ARNm : AUG CUG GUG GAG AGG UGG GAC d'où la protéine est Met-Leu-Val-Glu-Arg-Trp-Leu, conséquences : c'est une mutation faux sens, la protéine est différente de l'ancienne.
3. Délétion du nucléotide numéro 5 (mutant 2). ADN muté est TAC GCC ACC TCT CCA CGG AC, ARNm est AUG CGG UGG AGA GGU GCC UG d'où la protéine est Met-Arg-Trp-Arg-Gly-Ala, conséquences : c'est une mutation faux sens, car la protéine est différente de l'ancienne et en même temps tronquée (il y a décalage dans le cadre de lecture).
4. insertion de T entre 12^{ème} et 13^{ème}, l'ADN est TAC GAC CAC CTC TTC CAC GGA C, ARNm est AUG CUG GUG GAG AAG GUG CCU G, d'où la protéine est Met-Leu-Val-Glu-Lys-Val-Pro, conséquences : c'est une mutation faux sens car la protéine est différente de l'ancienne (il y a également décalage dans le cadre de lecture).
5. conséquence du crossing-over lors du croisement mutant 2x mutant 3, Vous aurez les deux protéines (du mutant 2 et mutant 3), en plus de ces protéines, le crossing-over va engendrer deux protéines (du mutant 2 et mutant 3), en plus de ces protéines, le crossing-over va engendrer deux protéines nouveaux qui produiront respectivement deux ARNm et deux protéines néoformés : AUG CGG UGG GAG AAG GUG CCU G (Met-Arg-Trp-Glu-Lys-Val-Pro) et AUG CUG GUG GAG AAG GUG GCC UG (met-leu-val-arg-gly-ala). Conséquences : le crossing-over produit 4 protéines : 2 protéines parentales et 2 protéines nouvelles.

EXERCICE 31

On considère un individu diploïde ayant 3 paires de chromosomes en forme de bâtonnet : l'une plus longue, l'autre de taille moyenne et la 3^{ème} paire plus courte.

- a) Schématisez la configuration des chromosomes pendant l'anaphase de mitose, l'anaphase de la méiose I et l'anaphase de la méiose II.

- b) Si on désigne par A_1A_2 , B_1B_2 , C_1C_2 , ces 3 paires de chromosomes, combien de types de gamètes peuvent produire cet individu du fait du brassage inter chromosomique lors de la méiose ? Lesquels ?
- c) Calculez le nombre de zygotes possibles produits par le croisement des deux individus de cette espèce ?

SOLUTION

- a) Schémas :



Anaphase



Anaphase I



Anaphase II

- b) $2^3 = 8$ types de gamètes. Qui sont (utilisez le système de développement) : $(A_1 + A_2)(B_1 + B_2)(C_1 + C_2)$, faites ce développement vous aurez les 8 types de gamètes.
- c) $2^6 = 64$ types de zygotes possibles.

EXERCICE 32

Les acides nucléiques sont des molécules présentes dans le noyau et le cytoplasme des cellules.

- Un acide nucléique a été isolé d'un broyat cellulaire et soumis à l'hydrolyse totale. Indiquer les différentes molécules qu'on peut trouver dans cette hydrolyse.
- Le dosage des bases de ce hydrolysate a donné les résultats suivants exprimés en moles : $A = 5,7 \cdot 10^{-3}$; $C = 9,6 \cdot 10^{-2}$; $G = 4,2 \cdot 10^{-3}$. En quoi ces résultats vous permettent-ils de dire que type d'acide nucléique a ainsi été hydrolysé ?
- Soit la séquence d'un ADN isolé à partir d'une espèce GTA GCC TAC CAT AGG. Quelle sera la séquence de l'ARNm ? Traduisez.

SOLUTION

- Les molécules présentes dans cette hydrolyse :
 - S'il s'agit de l'ADN

{	quatre bases azotées (A, T, C, G)
	Désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$)
	Phosphate (H_3PO_4)
 - S'il s'agit de l'ARN

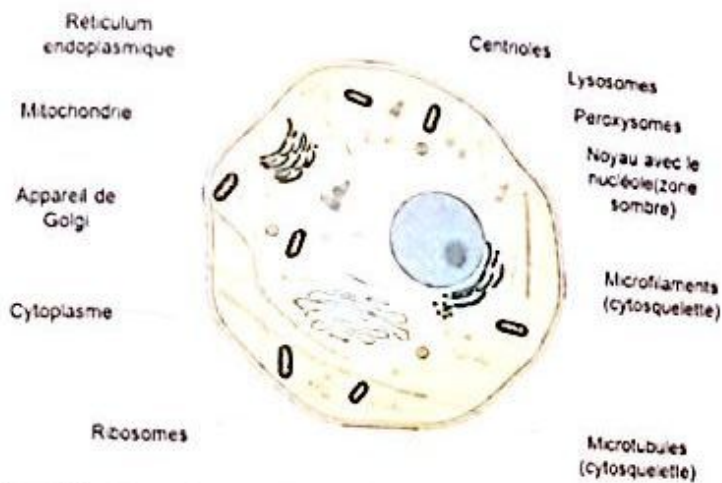
{	quatre bases azotées (A, U, C, G)
	Ribose ($C_5H_{10}O_5$)
	Phosphate (H_3PO_4)
- Le fait que $C \neq G$ montre qu'il s'agit de l'ARN.
- ARN_m : CAU CGG AUG GUA UCC. Traduction : His-Arg-Met-Val-Ser (protéine).

EXERCICE 33

- Faites un schéma annoté d'une cellule animale (vue au microscope électronique).
- Rappelez les différentes étapes de la méiose et faites le schéma d'une cellule animale (2n = 4) à l'anaphase simple de la mitose, à l'anaphase I et à l'anaphase II.
- Pourquoi la drosophile constitue un matériel de choix en génétique ?
- Définir les termes : spermaphyte, caryotype, nucléotide, brin transcrit, gène, phénotype, dominance.
- Quelle est la différence entre la mitose chez la cellule animale et la mitose chez la cellule végétale ?
- Combien de types de nucléotides existe-t-il dans les acides nucléiques ? Lesquels ?

SOLUTION

1. Schéma annoté d'une cellule animale :



2. Les étapes de la méiose sont : prophase I, métaphase I, anaphase I, télophase I, prophase II, métaphase II, anaphase II et télophase II. Schémas annotés (à réaliser).
3. La drosophile constitue un matériel de choix en génétique pour des raisons suivantes : petite taille, facile à élever, prolifération très rapide, garniture chromosomique très réduite ($2n = 8$) et présence des chromosomes géants dans les cellules des glandes salivaires (ce qui a permis la réalisation de la carte factorielle).
4. **Spermaphyte** : c'est une plante à fleurs et à graines. **Caryotype** : c'est le nombre et la forme de chromosomes rangés par ordre décroissant de leur taille. **Nucléotide** : c'est une molécule formée d'une base azotée, d'un sucre et d'un phosphate. **Brin transcrit** : c'est l'un de brins d'ADN servant de matrice à la synthèse de l'ARNm. **Gène** : c'est une portion d'ADN responsable de la synthèse de protéine ou déterminant un caractère génétique. **Phénotype** : c'est l'ensemble des caractères apparents d'un individu. **Dominance** : c'est l'expression d'un allèle qui se manifeste toujours dans le génotype d'un individu.
5. Différence entre mitose animale et mitose végétale : chez la cellule animale, on note la présence d'un centriole tandis qu'il est absent dans la cellule végétale. En début de prophase, il se produit une condensation polaire des organites cytoplasmiques formant les calottes polaires qui rayonnent pour former le fuseau de division indispensable à la division cellulaire. En télophase, les vésicules golgiennes fusionnent pour former une membrane appelée phragmoplaste qui se raccorde pour former la paroi, tandis que chez la cellule animale, la télophase se caractérise par un étranglement cytoplasmique (cytodiérèse) par la formation en début de télophase de sillons de division.
6. Cinq (5) types de nucléotides : nucléotide à adénine, nucléotide à thymine, nucléotide à guanine, nucléotide à cytosine et nucléotide à uracile.

EXERCICE 34 *

Le tableau ci-après indique les proportions relatives des bases dans différents ADN. On a pris pour référence l'adénine à laquelle on a donné arbitrairement la valeur 10 (les mesures sont données avec une précision de $\pm 0,2$).

Provenance de l'ADN	Adénine	Guanine	Cytosine	Thymine
Homme : rate	10	7,2	7,0	10,1
Porc : Thymus	10	6,8	6,9	9,6
Oursin : sperme	10	5,4	5,4	9,7
Blé : germe	10	8,9	8,7	10,2

1. Quelles sont les bases pyrimidiques et les bases puriques ? Donnez la différence entre base pyrimidique et base purique.
2. Quelle relation simple existe-il entre les différents nombre de ce tableau ?

3. Quelle hypothèse concernant la structure de l'ADN peut-on déduire de cette relation ?
4. Quels arguments prouvent que l'ADN est le seul support primaire de l'information génétique ?
5. Un ADN monocaténaire, brin positif a la composition molaire en bases suivantes : A = 37%, T = 23% et C = 19%. Quelle sera la composition en bases du brin négatif ? Dans les mêmes conditions, quelle est en pourcentage la composition molaire en bases de l'ADN bicaténaire (brin positif + brin négatif).

EXERCICE 35

Au cours de la traduction du message porté par l'ARNm, interviennent dans l'ordre cinq ARN portant respectivement les anticodons suivants : CAA AGA UCC ACA GAU.

1. Déterminez la séquence en acides aminés du peptide qui sera formé.
2. Qu'appelle-t-on codon ? Combien de codons comporte l'ARNm qui sera traduit en peptide ?
3. Quel rôle ont joué les ARN_t au cours de la traduction ? et quels sont les autres acteurs de la traduction ?
4. Reconstituer le fragment complet du gène en indiquant le brin sens et le brin non-sens.
5. Qu'appelle-t-on brin transcrit et pourquoi cette précision ?
6. Etablir les différences entre les acides nucléiques (acide thymonucléique et acide zymonucléique), puis dites dans quels organites cellulaires sont-ils localisés ?

SOLUTION

1. Séquence des acides aminés : Gln – Arg – Ser – Thr – Asp (protéine).
2. Codon = triplet de nucléotides de l'ADN ou de l'ARN. L'ARNm compte 5 codons.
3. L'ARN_t assure l'adaptation entre les codons de l'ARNm et les acides aminés de protéine. Les autres acteurs de la traduction sont : ARNm, ARN_t, ARN_r, ribosomes et les acides aminés.
4. Fragment complet du gène (ADN) : $\left\{ \begin{array}{l} \text{CAAAGATCCACAGAT (brin non transcrit)} \\ \text{GTTTCTAGGTGTCTA (brin transcrit)} \end{array} \right.$
5. Brin transcrit : c'est le brin de l'ADN servant de matrice à la synthèse de l'ARNm. Cette précision parce qu'il est issu du brin transcrit de l'ADN par le phénomène de la transcription.
6. Différences entre l'ADN et l'ARN (Confer cours). L'ADN est localisé dans le noyau tandis que l'ARN est localisé dans le nucléole et le cytoplasme. Les récentes découvertes montrent qu'on peut trouver l'ADN aussi bien dans les mitochondries que dans les chloroplastes.

EXERCICE 36 *

1. Qu'appelle-t-on information génétique ?
2. Quels sont les divers niveaux de transfert de l'information génétique ?
3. Quels sont les mécanismes mis en œuvre pour le transfert de l'information génétique ?
4. Quels sont les langages utilisés dans le transfert de l'information génétique ?
5. Quels sont les différents types d'ARN engagés dans la réalisation de la biosynthèse des protéines ? Spécifiez le rôle de chacun d'eux.
6. Après avoir défini code génétique, citez ses principales caractéristiques ainsi que quelques exceptions dont il fait face.

EXERCICE 37 *

Dans un organisme animal diploïde, considérons deux (2) paires de chromosomes (A₁A₂ B₁B₂) l'une plus longue et l'autre plus courte.

- 1) Combien des gamètes produit-il ? Lesquels ?
- 2) Combien des zygotes obtient-on à l'issue d'un croisement entre deux individus de cette espèce ? Lesquels ?
- 3) Donnez la configuration des chromosomes pendant : l'anaphase de la méiose II, l'anaphase de la mitose, l'anaphase de la méiose I, l'anaphase de la méiose I quand un crossing-over s'est produit sur chaque paire de chromosomes.
- 4) Quelle est l'utilité de la méiose ?

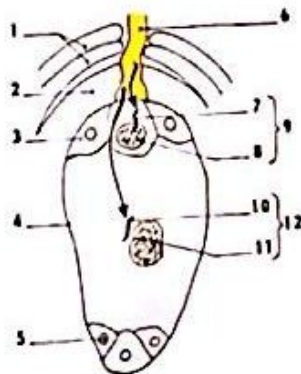
REPRODUCTION ET HEREDITE

EXERCICE 38

1. Quels sont les deux sous-embranchements qui constituent les phanérogames ?
2. Donnez la différence entre ces deux sous-embranchements.
3. Comment qualifie-t-on les plantes dont les fleurs portent soit les organes reproducteurs mâles soit des organes reproducteurs femelles ?
4. Pendant qu'un élément du gamète mâle approche le sac embryonnaire une cellule de l'élément se divise pour donner deux anthérozoïdes.
 - a) De quelle cellule s'agit-il ?
 - b) Quel est le devenir des anthérozoïdes formés ?
 - c) Expliquez le phénomène de la double fécondation chez les spermatophytes.
 - d) Schématisez cette double fécondation.
 - e) Que deviennent l'ovule et l'ovaire après la double fécondation ?
5. Le transport des grains de pollen sur le stigmate peut être assuré par différents agents :
 - a) Nommez et définissez clairement ce transport.
 - b) Quels noms donne-t-on à ce transport lorsqu'il est assuré par les insectes, le vent, l'homme et l'eau ?

SOLUTION

1. Les deux sous-embranchements qui constituent les phanérogames sont : angiospermes et gymnospermes.
2. Différences :
 - Les angiospermes sont caractérisées par les graines enfermées dans le fruit, la présence des fleurs et la double fécondation.
 - Les gymnospermes sont caractérisées par les graines nues, la présence des cônes (en place et lieu des fleurs) et pas de double fécondation.
3. Ce sont des plantes dioïques.
4. a) Il s'agit de la cellule reproductrice. b) Les deux anthérozoïdes participeront à la double fécondation. c) Le phénomène de double fécondation s'explique comme suit :
 - Le premier anthérozoïde fusionne avec l'oosphère et donne l'œuf principal diploïde ;
 - Le deuxième anthérozoïde s'unit avec les deux noyaux du sac pour donner l'œuf accessoire triploïde.
- d) Schéma de la double fécondation



- 1 : Téguments ; 2 : Nucelle ; 3 : Synergide ; 4 : Sac embryonnaire ; 5 : antipode ; 6 : Tube pollinique ;
 7 : Anthérozoïde n° 1 ; 8 : Oosphère ; 9 : Zygote principal ; 10 : Anthérozoïde n° 2 ; 11 : Noyaux du sac ; 12 : Zygote accessoire.

e) Après la double fécondation, l'ovule devient la graine et l'ovaire devient le fruit.

5. a. Ce transport est nommé la pollinisation. Définition : la pollinisation est le transport du grain de pollen et son dépôt sur le stigmate de la fleur de la même espèce.
 b. La pollinisation assurée par les insectes est qualifiée de l'entomogamie ; par le vent : anémogamie ; par l'homme : pollinisation artificielle ; par l'eau : hydrogamie.

EXERCICE 39

1. Quelle est la différence entre l'ovule animal et l'ovule végétal ?
2. À quelle classe des angiospermes appartiennent le maïs et l'arachide ?
3. Qu'appelle-t-on le passage de la fleur au fruit ?
4. Différences entre cellule animale et cellule végétale ?

SOLUTION

1. L'ovule animal est un gamète haploïde tandis que l'ovule végétal est un macrosporange (organe ou masse cellulaire) dans lequel se différencie le sac embryonnaire (gamétophyte femelle) produisant un véritable gamète femelle appelé oosphère.
2. Le maïs appartient à la classe de monocotylédones, l'arachide appartient à la classe de dicotylédones.
3. C'est la fructification (ou nouaison).
4. Différences entre cellule animale et cellule végétale :

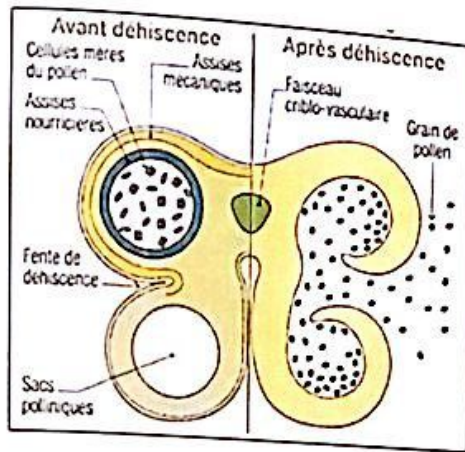
Caractéristiques	Cellule animale	Cellule végétale
Membrane	Simple	Double
Forme	Sphérique	Géométrique
Plastes	Absents	Présents
Centrosome	Présent	Absent
Vacuole	Petite	Très développée
Métabolisme	Hétérotrophe	Autotrophe si chloroplaste

EXERCICE 40

1. a. Décrire un grain de pollen mûr. b. Faites sa structure schématique.
2. On pulvérise des grains de pollen mûrs sur une solution gélosée contenant 10% de saccharose. On constate 24 heures après, qu'ils germent normalement. Après avoir noté les aspects morphologiques qui accompagnent le phénomène, faites un croquis d'un grain de pollen mûr à la fin de sa germination.
3. Faites un schéma annoté comparatif entre une anthère jeune et une anthère mûre et expliquez.

SOLUTION

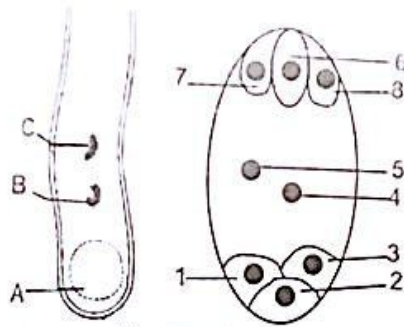
1. a. **Description** : un grain de pollen mûr renferme deux cellules haploïdes (cellule végétative à noyau sphérique, cellule reproductrice à noyau elliptique) entourées de deux enveloppes (exine et intine) et des apertures. À maturité, il se déshydrate et entre en dormance. b. Schéma à réaliser).
2. Aspects morphologiques de germination du grain de pollen : après absorption d'eau la dormance est levée et il émet au niveau d'une ouverture un tube pollinique qui s'allonge. Schéma pollinique dans lequel se trouvent deux anthérozoïdes et un noyau végétatif en voie de dégénérescence).
3. Schéma comparatif de l'anthère jeune et l'anthère mûre.



Explication : l'anthere jeune renferme les cellules mères des grains de pollen, assise mécanique non différenciée, assise des cellules nourricières tandis que l'anthere mûre renferme des grains de pollen, on observe seulement de traces des cellules nourricières, de fentes de déhiscence à travers lesquelles sont libérés les grains de pollen à maturité.

EXERCICE 41

Chez le maïs, au moment de la fécondation, le tube pollinique qui entre dans le pistil renferme trois (3) noyaux (A, B, C); d'autre part le sac embryonnaire renferme 8 noyaux (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).



Document

1. Sachant que A est le noyau végétatif et, 7 et 8 les synergides, lesquelles des combinaisons suivantes : ABC, 45C, A6, 768, BC6, 12C, B6, 123 donneront : l'œuf embryon ? L'œuf albumen ?
2. Comparer les deux combinaisons choisies du point de vue chromosomique.
3. De ces deux œufs, lequel donnera la plantule dans la graine mûre ? Pourquoi ?

SOLUTION

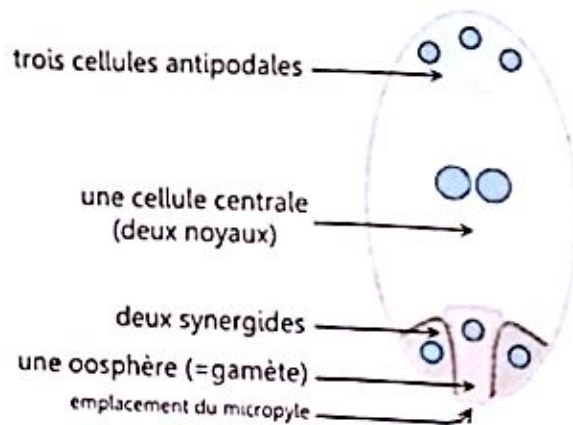
1. B6 : œuf embryon ; 45C : œuf albumen.
2. Comparaison : B6 (2n chromosomes), 45C (3n chromosomes).
3. C'est l'œuf embryon, parce qu'il a la même garniture chromosomique que la plantule (2n).

EXERCICE 42

1. Faites la différence entre grain et graine. Donnez une représentation schématique du sac embryonnaire
2. Indiquez le devenir de la cellule centrale et des synergides.
3. Donnez la structure d'une graine à albumen.
4. En fonction de la nature chimique des réserves nutritives, on distingue combien de sortes de graines ? Lesquelles ? Donnez leurs compositions chimiques.

SOLUTION

1. Un grain est le fruit et la semence des céréales, contenu dans l'épi des légumineuses tandis qu'une graine est un ovule fécondé qui donne une nouvelle plante après dispersion et germination.



2. La cellule centrale devient l'œuf albumen après fécondation ; les synergides dégèrent.
3. Une graine à albumen renferme un embryon, un albumen et les téguments. Schéma d'une graine à albumen (à réaliser).
4. On distingue quatre sortes des graines, de composition suivante :
 - graines amylacées : elles contiennent plus de 70% de glucides (amidon) ;
 - graines oléagineuses : elles contiennent plus de 50% de lipides ;
 - graines celluloseuses : elles sont riches en cellulose ;
 - graines protéagineuses : elles contiennent plus de 45% de protéines.

EXERCICE 43

1. Donner la définition de : pollinisation, allopollinisation, grain de pollen, sac embryonnaire.
2. La fécondation chez les spermatophytes aboutit à deux œufs : l'œuf embryon et l'œuf albumen. Dans le cas des graines à albumen, comment évolue chacun de deux œufs ?
3. On distingue 3 types de graines: les graines à albumen, les graines à cotylédon et les graines à périsperme : la destinée de 3 tissus est la même. Laquelle ?
4. Dans certaines germinations, les cotylédons restent dans le sol ; dans d'autres, ils sont soulevés au-dessus du sol. Qualifiez chacune des germinations.
5. Dans la plantule : quelle est l'origine de l'axe hypocotylé ? Quelle est l'origine de l'axe épicotylé ?

SOLUTION

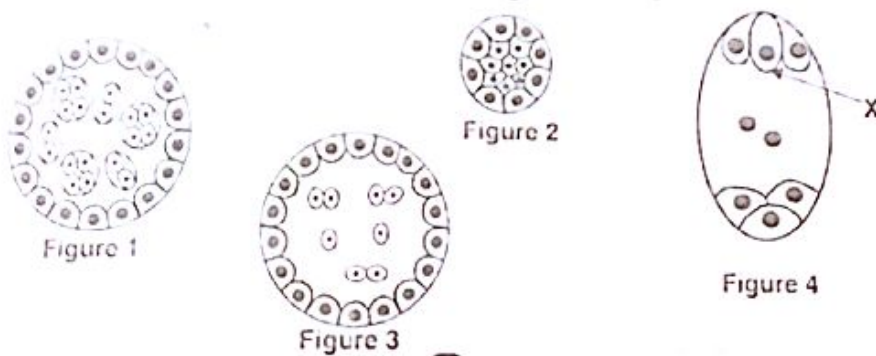
1. **Pollinisation** : c'est le transport et le dépôt des grains de pollen sur le stigmate d'une fleur de la même espèce. **Allopollinisation** : c'est le transport et le dépôt des grains de pollen d'une fleur A sur le stigmate d'une fleur B. **Grain de pollen** : c'est un gamétophyte mâle de spermatophytes. **Sac embryonnaire** : c'est un gamétophyte femelle de spermatophytes.
2. Après la double fécondation, l'œuf embryon évolue en embryon en consommant une partie des réserves de l'albumen et il se forme une graine ayant l'embryon et l'albumen (graine à albumen) albumen et cotylédons servant de nutriments indispensables à la germination de la graine.
3. Destinée de 3 tissus: ils seront consommés au cours de germination de la graine.
4. Germination hypogée et germination épigée (respectivement).
5. L'axe hypocotylé provient de la tigelle ; l'axe épicotylé provient de la gemmule.

EXERCICE 44

Les plantes à fleurs ont un appareil reproducteur comportant souvent des éléments mâles et femelles au niveau de la même fleur.

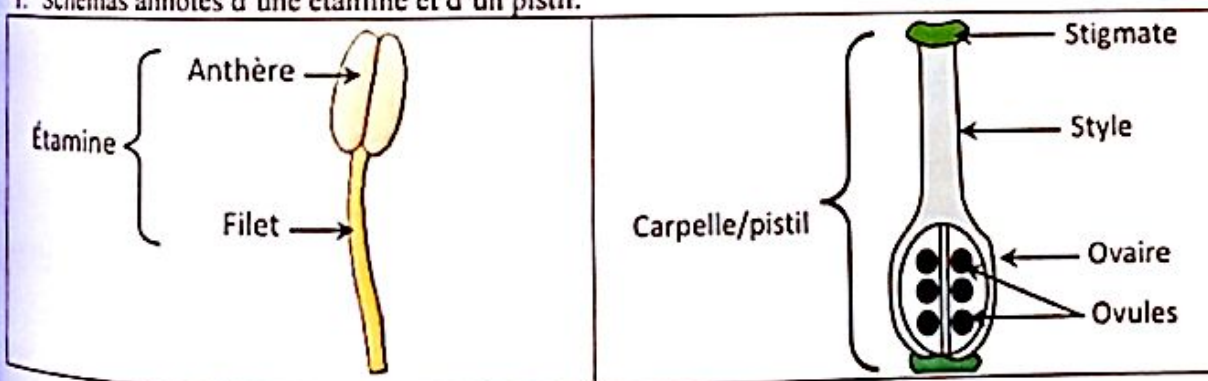
1. Faites les schémas annotés d'une étamine et d'un pistil.

2. Lors de la formation des éléments sexués intervenant dans la fécondation se produisent des modifications cytologiques.
- Classez en vous justifiant les schémas des figures 1, 2 et 3. Précisez au niveau de quels organes ces coupes ont été réalisées ?
 - Quel phénomène cytologique chaque schéma illustre-t-il ? Que libèrent les organes reproducteurs mâles à maturité ?
 - Que représente la cellule X de la figure 4 ? Expliquez comment l'ensemble représenté par la figure 4 s'est formé.
3. Transportés par divers facteurs, l'élément mâle arrive sur le stigmate.
- Que se passe-t-il alors ?
 - Comment s'explique la fécondation ?
 - Quels sont le résultat et son devenir ?



SOLUTION

1. Schémas annotés d'une étamine et d'un pistil.



2. a) Classement des figures : 1, 2 et 3, et justification.

Classement : 2 - 3 - 1.

Justification :

- Figure 2 : elle montre un sac pollinique plein, contenant des cellules mères du pollen ;
- Figure 3 : on observe un sac pollinique contenant des microspores regroupées deux à deux. Elle illustre donc la fin de la méiose réductionnelle ;
- Figure 1 : le sac pollinique montre des tétrades : c'est la fin de la mitose équationnelle.

Ces coupes ont été réalisées au niveau de l'étamine (anthère).

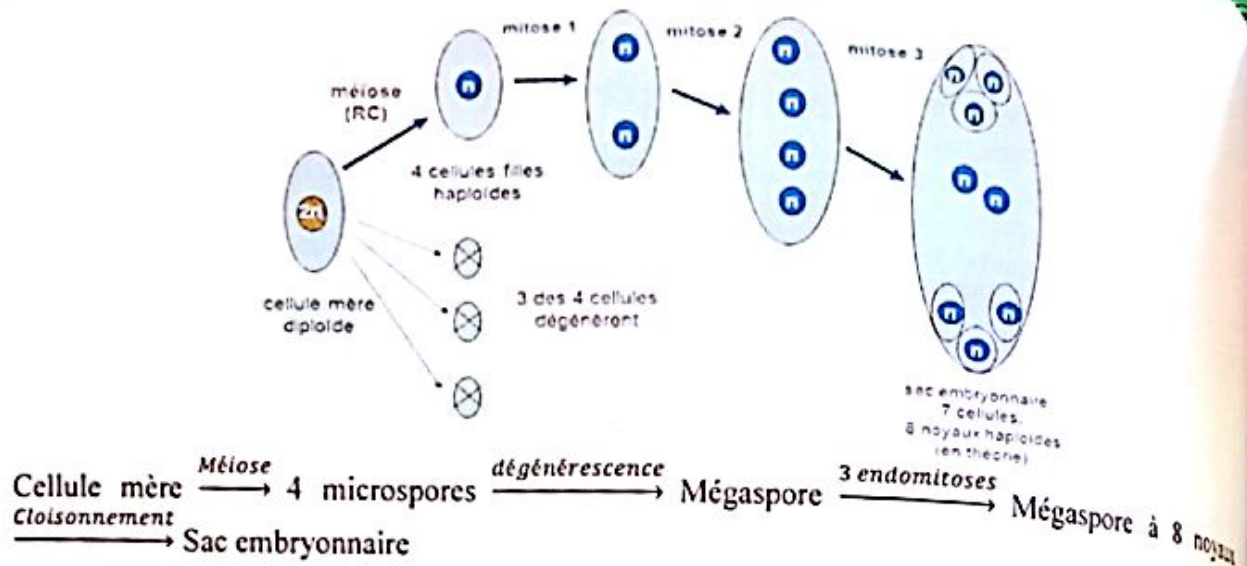
b) Le phénomène cytologique illustré : Figure 1 : c'est la mitose équationnelle ; Figure 2 :

c'est une mitose simple ; Figure 3 : c'est une mitose réductionnelle.

Les organes reproducteurs mâles libèrent à maturité les grains de pollen.

c) La cellule X de la figure 4 représente l'oosphère.

Explication de la formation de la figure :



3. a) Le phénomène attendu est la germination des grains de pollen et formation des anthérozoïdes.
 b) Le premier anthérozoïde féconde l'oosphère et le deuxième anthérozoïde féconde les deux noyaux centraux. c) Le résultat attendu est la formation de deux œufs :
- la fécondation de l'oosphère donne l'œuf principal ;
 - la fécondation de la cellule centrale donne l'œuf accessoire.
- Le devenir de ces deux œufs :
- l'œuf principal donne la plantule ;
 - l'œuf accessoire donne l'albumen.

EXERCICE 45

Par une étude quantitative appropriée, on suit l'évolution de la quantité d'ADN dans les cellules donnant naissance au sac embryonnaire des spermatophytes. Le tableau suivant indique la moyenne des résultats obtenus au cours du temps.

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ADN/Noyau	2	3	4	2	1	2	2	2	1	2
Etapes	A			B	C	D		E		

A : Cellule-mère du sac embryonnaire ; D : Mégaspore ou macrospore

1. Donner le synonyme de : cellule sporogène femelle, sporophyte, jeune sac embryonnaire, gaméophyte.
2. Tracer le graphe traduisant la teneur en ADN en fonction du temps.
3. Analyser et interpréter les étapes A, B, C, D et E en utilisant vos connaissances sur la macrosporangénèse.

SOLUTION

1. Synonymes :
 - Cellule sporogène femelle = cellule mère du sac embryonnaire.
 - Sporophyte = plante feuillée.
 - Jeune sac embryonnaire = mégaspore ou macrospore.
 - Gaméophyte = prothalle.
2. Tracer le graphique à réaliser).
3. Analyse et interprétation :
 - Phase A : la quantité d'ADN double c'est-à-dire passe de 2 UA à 4 UA.
 - Phase B : première chute de la quantité d'ADN de 4 UA à 2 UA (méiose I).
 - Phase C : deuxième chute de la quantité d'ADN de 2 UA à 1 UA (méiose II) donnant naissance à la mégaspore.

- Phase D : correspondant à la mégaspore en phase G_2 de la mitose.
 - Phase E : correspondant à la phase de synthèse précédant la mitose.
- Ce graphe montre que la cellule mère du sac embryonnaire a subi une méiose donnant une mégaspore haploïde (C), qui ensuite a subi une mitose (D) et a amorcé une deuxième mitose (E).

EXERCICE 46

Chez les spermaphytes, la reproduction sexuée est caractérisée par le déroulement des phénomènes biologiques dans les organes reproducteurs mâles et femelles.

1. Quels sont ces organes reproducteurs ?
2. Quels noms donne-t-on à ces phénomènes ?
3. Quels sont les éléments formés à la fin de ces phénomènes ? Faites-en des schémas annotés. Quel est le degré de ploïdie des noyaux qui les constituent ? Pourquoi ?
4. Quel est le rôle des téguments, d'albumen, des cotylédons et de la plantule dans la graine ?
5. L'ovule de l'oursin est-il l'homologue de l'ovule d'arachide ? Expliquez.
6. Chez les spermaphytes, la germination de la graine dans le sol n'est pas le point de départ d'un nouvel individu, c'est-à-dire d'une nouvelle plante. Pouvez-vous justifier cette affirmation ?
7. Le grain de pollen n'est pas un gamète, pourquoi ? De même l'ovule des spermaphytes appelé à tort n'est pas le vrai correspondant de l'ovule des mammifères. Expliquez pourquoi ?

SOLUTION

1. Ces organes reproducteurs sont : étamine et pistil.
2. Ces phénomènes sont la microsporogénèse et la macrosporogénèse.
3. A la fin de la microsporogénèse, on obtient les grains de pollen. A la fin de la macrosporogénèse, on obtient le sac embryonnaire. Schémas annotés du grain de pollen et du sac embryonnaire (à faire). Le degré de ploïdie des noyaux qui les constituent est de n chromosomes, parce que ces noyaux ont issus de la méiose.
4. Les téguments assurent la protection de la graine. L'albumen constitue la réserve des nutriments. Les cotylédons constituent les réserves des nutriments. La plantule est l'organe de reproduction.
5. Non. L'ovule d'oursin est un gamète tandis que l'ovule d'arachide est un macrosporange au sein duquel se différencie le sac embryonnaire, contenant un véritable gamète (oosphère).
6. C'est l'œuf principal qui est le point de départ d'un nouvel individu. La germination n'est que la suite d'un processus du développement de la plante.
7. Il est plutôt un gamétophyte mâle, c'est-à-dire organe producteur des anthérozoïdes (gamètes mâles). C'est au cours de la germination du grain de pollen que son noyau reproducteur produit des gamètes (anthérozoïdes) par division mitotique. Il en est de même pour l'ovule des spermaphytes, c'est un macrosporange au sein duquel se différencie le sac embryonnaire, contenant un véritable gamète (oosphère).

EXERCICE 47

Certaines plantes sont hermaphrodites, c'est-à-dire le même pied produit à la fois les gamètes mâles et les gamètes femelles. D'autres sont à sexes séparés, c'est-à-dire possèdent des pieds mâles ou femelles.

1. Comment désigne-t-on ces deux groupes de plantes ?
2. Faites le schéma annoté d'un ovule d'arachide ou de toute autre angiosperme.
3. Indiquer le devenir de l'oosphère.
4. Que deviennent l'ovule et l'ovaire après la fécondation ?
5. Donnez une classification des ovules et citez leurs synonymes.
6. Faites le schéma de la double fécondation chez les phanérogames puis expliquez l'expression « double fécondation » de façon claire.

SOLUTION

1. Groupe 1 = plantes monoïques ; groupe 2 = plantes dioïques.
2. Schéma d'un ovule d'arachide ou de toute autre angiosperme (à réaliser).
3. L'oosphère devient l'œuf principal après la fécondation.
4. L'ovule devient la graine. L'ovaire devient le fruit.
5. On distingue 3 types d'ovules : ovule droit ou orthotrope, ovule courbe ou campylotrope, ovule renversé ou anatrope.
6. Schéma de la double fécondation (à réaliser).
Explication : le premier anthérozoïde s'unit avec l'oosphère pour donner l'œuf principal (2n) et le deuxième anthérozoïde féconde la cellule centrale pour donner l'œuf accessoire (3n).

EXERCICE 48

- 1) Nommez les deux gamètes mâles et femelles des spermaphytes.
- 2) Pourquoi parle-t-on de la double fécondation chez les spermaphytes ?
- 3) Nommez les deux zygotes obtenus.
- 4) Que devient chacun de ces zygotes ?
- 5) Comparez le spermatozoïde de mammifères et le grain de pollen de spermaphytes.
- 6) Comparez l'ovule de mammifères à celui de spermaphytes.
- 7) Quel nom donne-t-on à l'ensemble des parties reproductrices femelles des fleurs ?
- 8) Comparez la formation du sac embryonnaire à celle du grain de pollen.
- 9) Comment appelle-t-on le processus qui conduit à la formation des grains de pollen ?
- 10) Comment appelle-t-on le processus qui conduit à la formation du sac embryonnaire ?
- 11) Dans quelle partie de l'androcée se déroule la formation des grains de pollen ?
- 12) Dans quelle partie du gynécée se déroule la formation du sac embryonnaire ?
- 13) Pourquoi dit-on que le grain de pollen n'est pas un gamète ?
- 14) Que signifie pollinisation ?
- 15) En quoi consistent ces différentes pollinisations : pollinisation anémophile, pollinisation entomophile, pollinisation artificielle ?
- 16) Quel est le synonyme de spermaphytes ?
- 17) Quelles sont les parties stériles des fleurs ?
- 18) Quelles sont les deux classes des angiospermes ?
- 19) Quelles sont les parties fertiles des fleurs ?
- 20) Par quelle expression peut-on désigner le gynécée et l'androcée ?
- 21) Quel est le nom de la cellule qui donne naissance au grain de pollen ?
- 22) Quelle est la caractéristique essentielle des gynospermes et des angiospermes ?
- 23) Quelle est l'origine de l'axe hypocotylé ?
- 24) Quelle est l'origine de l'axe épicotylé ?
- 25) La reproduction chez les spermaphytes comprend deux phases : le gamétophyte et le sporophyte. Quels sont les synonymes ?
- 26) Quelles sont les origines de l'albumen et de l'embryon ?
- 27) Comparez l'équipement chromosomique de l'albumen et de l'embryon ?
- 28) Donnez le rôle de chacune des parties de la graine : téguments, albumen, cotylédons et plantule.
- 29) Qu'appelle-t-on l'ensemble des verticilles protecteurs ?
- 30) Quelles sont les classes respectives de maïs et de haricot ?
- 31) Qu'est-ce que la germination ?
- 32) Citez trois aspects physiologiques de la germination de la graine.
- 33) Qu'est-ce qu'un gamétophyte ?
- 34) Qu'appelle-t-on : prothalle mâle ? prothalle femelle ? macrosporange ? microsporange ?
- 35) Qu'appelle-t-on cellule sporogène femelle ?
- 36) Comment peut-on distinguer un ovule jeune et un ovule adulte ?
- 37) Comment peut-on distinguer une anthère jeune et une anthère mûre ?

SOLUTION

- 1) Ce sont l'anthérozoïde et l'oosphère.
- 2) Chez les spermaphytes, il y a une fusion d'un anthérozoïde avec l'oosphère aboutissant à la formation de l'œuf principal et la fusion d'un second anthérozoïde avec les noyaux du sac formant l'œuf accessoire. Les deux fusions constituent ce qu'on appelle la double fécondation.
- 3) Il s'agit d'un zygote principal et d'un zygote accessoire.
- 4) Le zygote principal devient l'embryon, le zygote accessoire devient l'albumen.
- 5) Le spermatozoïde de mammifères est une cellule haploïde, il forme après la fécondation avec un ovule, une cellule œuf à l'origine de l'embryon. Alors que le grain de pollen contient deux noyaux dont l'un formera les anthérozoïdes. Le grain de pollen est un gamétophyte mâle des spermaphytes.
- 6) L'ovule de mammifère est un gamète (haploïde) tandis que l'ovule de spermaphytes est un macrosporange qui contient un sac embryonnaire, au sein duquel on rencontre un véritable gamète femelle appelé oosphère.
- 7) C'est le gynécée ou pistil.
- 8) **Formation du sac embryonnaire** : la cellule mère du sac embryonnaire subit la méiose et donne quatre macrospores dont trois dégèrent. La rescapée est appelée mégaspore. La mégaspore subit ensuite trois mitoses successives puis cloisonnement pour former un sac embryonnaire différencié. **Formation du grain de pollen** : la cellule mère du grain de pollen subit une méiose et donne quatre microspores. Ces microspores subissent chacun une mitose puis la différenciation pour donner un grain de pollen.
- 9) C'est la microsporogénèse ou la pollinogénèse.
- 10) C'est la macrosporogénèse ou la mégasporogénèse.
- 11) C'est dans le sac pollinique.
- 12) C'est dans l'ovule.
- 13) Parce que le grain de pollen contient le noyau reproducteur qui est à l'origine des gamètes mâles. Alors, le grain de pollen est un organe producteur de gamète (gamétophyte).
- 14) C'est le transport et le dépôt du grain de pollen de l'anthère sur le stigmate de la fleur femelle de la même espèce.
- 15) **Pollinisation anémophile** = pollinisation assurée par le vent. **Pollinisation entomophile** = pollinisation assurée par les insectes. **Pollinisation artificielle** = pollinisation assurée par l'homme.
- 16) C'est le spermaphyte (ou phanérogame).
- 17) Ce sont le calice (sépales) et la corolle (pétales).
- 18) Ce sont les monocotylédones et les dicotylédones.
- 19) Ce sont l'androcée (étamines) et le gynécée (carpelles).
- 20) Ce sont les organes reproducteurs.
- 21) C'est la cellule mère du grain de pollen ou cellule sporogène mâle.
- 22) C'est la graine.
- 23) C'est la tigelle.
- 24) C'est la gemmule.
- 25) **Gamétophyte** = prothalle. **Sporophyte** = plante feuillée.
- 26) Origine de l'albumen = œuf accessoire ; origine de l'embryon = œuf principal.
- 27) Albumen = $3n$ chromosomes ; Embryon = $2n$ chromosomes.
- 28) Le tégument protège la graine. L'albumen et le cotylédon sont des réserves nutritives de la graine. La plantule assure la reproduction.
- 29) C'est le périgone.
- 30) Le maïs est une monocotylédone ; le haricot est une dicotylédone.
- 31) C'est le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active.
- 32) Ce sont : l'hydratation, la digestion et la respiration.
- 33) C'est un organe producteur des gamètes.

- 34) Prothalle mâle désigne le grain de pollen. Prothalle femelle désigne le sac embryonnaire.
 Macrosporange désigne l'ovule. Microsporange désigne le sac pollinique.
- 35) C'est la cellule mère du sac embryonnaire.
- 36) L'ovule jeune renferme la cellule mère du sac embryonnaire tandis que l'ovule adulte renferme le sac embryonnaire lui-même.
- 37) L'anthere jeune renferme dans le sac pollinique la cellule mère du grain de pollen alors que l'anthere mûre contient dans le sac pollinique des grains de pollen matures.

EXERCICE 49

- La fécondation ou fusion des gamètes est un phénomène complexe qui s'accomplit en trois (3) phases. Lesquelles ?
- Juste après la fusion des pronucléi, l'ovule perd sa dormance ou son inertie physiologique. Citez cinq (5) points qui marquent un réveil physiologique.
- Le spermatozoïde est une cellule qui résulte de la transformation morphologique d'une cellule arrondie appelée spermatide.
 - Donnez deux (2) termes qui désignent le passage de la spermatide en spermatozoïde.
 - Citez les différentes formes de transformation d'une spermatide en spermatozoïde.
 - Pourquoi dit-on que le spermatozoïde est une cellule spécialisée ?
- Après la fécondation, on obtient une cellule œuf.
 - Quel autre nom donne-t-on à cette cellule œuf ?
 - Quel nom donne-t-on à cette cellule 4 jours après la fécondation ? 6 à 7 jours après la fécondation ? 3 mois après la fécondation ? 4 mois après la fécondation ?
- Quelles sont les conditions obligatoires pour qu'une fécondation se réalise ?
- Donnez les conséquences de la fécondation ?

SOLUTION

- Rapprochement des gamètes, pénétration du spermatozoïde et caryogamie.
- Dépolarisation membranaire de l'ovocyte, reprise et achèvement de la méiose II, exocytose des granules corticaux, formation de la membrane de fécondation, émission du deuxième globe polaire.
- a) Différenciation ou spermiogénèse. b) Polarisation des organites cellulaires, formation de l'acrosome par fusion des vésicules golgiennes, expulsion du cytoplasme sous forme de gouttelettes, formation du flagelle à partir du centriole distal. c) Pour des raisons suivantes : il a une forme allongée tandis que la plupart des cellules animales ont une forme arrondie, son noyau aussi est allongé contrairement aux noyaux des autres cellules animales, il subit beaucoup de transformations partant de la spermatide.
- a) Zygote. b) 4 jours la fécondation : **morula** ; 6 à 7 jours après la fécondation : **blastula** ; blastocyste ; 3 mois après la fécondation : **embryon** ; 4 mois après la fécondation : **fœtus**.
- Conditions obligatoires pour qu'une fécondation se réalise : période féconde du cycle, conditions de transit des gamètes (favorables) et la fécondation est interne chez les mammifères.
- Réveil physiologique, rétablissement de la diploïdie et détermination du sexe de l'individu.

EXERCICE 50

L'hypothalamus contrôle l'hypophyse par son hormone GnRH, l'hypophyse à son tour contrôle l'ovaire par ses hormones H_1 et H_2 . Et l'ovaire, grâce à ses hormones H_3 et H_4 agit sur les organes cibles ou organes effecteurs.

- A quoi correspondent H_1 , H_2 , H_3 et H_4 sachant que dans un cycle de 28 jours, le pic de H_1 se situe entre le 11^e et le 13^e jour ; le pic de décharge de H_2 et surtout celui de H_1 se produit le 1^{er} jour.
- Donnez les noms des cellules ou tissus responsables de la synthèse de H_1 , H_2 , H_3 et H_4 .
- Indiquez les rôles respectifs de H_1 , H_2 , H_3 et H_4 .
- Déterminer l'action de H_3 sur les taux de H_1 et H_2 dans la deuxième moitié du cycle ovarien.
- Déterminer les actions de H_3 et de H_4 sur le cycle utérin.

- f) L'ovariectomie bilatérale provoque chez une femelle adulte une élévation des taux sanguins de H_1 et de H_2 . A quoi ce phénomène est-il dû ?

SOLUTION

- f) $H_1 = LH$; $H_2 = FSH$; $H_3 =$ progestérone ; $H_4 =$ œstradiol.
g) Noms des cellules ou tissus responsables de la synthèse de ces hormones

Hormones	Tissus sécréteurs
H_1	Antéhypophyse
H_2	Antéhypophyse
H_3	Corps jaune
H_4	Follicule et corps jaune

- h) Rôles

Hormones	Rôles
H_1	Provoque l'ovulation et l'hypertrophie du corps jaune et par conséquent la sécrétion de progestérone
H_2	Stimule la croissance et la maturation des follicules et par conséquent la sécrétion d'œstradiol
H_3	Stimule la formation de dentelle utérine et la mise en place des vaisseaux sanguins (il est indispensable à la grossesse).
H_4	Induit les caractères sexuels secondaires, stimule la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre.

- i) L'élévation du taux de H_3 provoque la baisse des taux de H_1 et H_2 .
j) H_3 et H_4 sont indispensables au fonctionnement du cycle utérin : H_3 permet la mise en place de la dentelle utérine et la vascularisation et assure le silence utérin ; H_4 assure la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre.
k) Les ovaires exercent une activité frenatrice sur l'hypophyse. Ce phénomène est dû à un rétrocontrôle négatif.

EXERCICE 51

Dans la reproduction humaine, l'homme et la femme possède des hormones communes.

1. Qu'est-ce qu'une hormone ?
2. Citer ces hormones communes. Quels sont les organes qui les ont produits et leurs organes cibles ?
3. Donner le rôle de chacun de ces hormones.
4. Pourquoi dit-on que les ovaires sont des glandes mixtes ?

SOLUTION

1. **Hormone** : c'est une substance chimique sécrétée dans le sang par une glande endocrine et qui agit à distance sur les cellules ou tissus cibles.
2. Ces hormones, organes producteurs et leurs cibles :

Hormones communes	Organes producteurs	Organes cibles
GnRH	Hypothalamus	antéhypophyse
LH et FSH	Antéhypophyse	Ovaires et testicules

3. Rôles des hormones

Hormones communes	Rôles	
GnRH		Stimule la synthèse de LH et FSH
LH	Chez la femme	Provoque l'ovulation et l'hypertrophie du corps jaune et par conséquent la sécrétion de progestérone
FSH		Stimule la croissance et la maturation des follicules et par conséquent la sécrétion d'œstradiol
LH	Chez l'homme	Stimule les cellules de Leydig et par conséquent la sécrétion de testostérone
FSH		Stimule les cellules de Sertoli et par conséquent la spermatogenèse

4. Les ovaires sont des glandes mixtes parce qu'ils assurent deux fonctions : fonction endocrine et fonction exocrine.

EXERCICE 52

Des « bébés éprouvettes » sont nés en France pour la première fois en 1982. L'ovule, prélevé dans l'ovaire d'une femme par cœlioscopie, est fécondé en éprouvette avec le spermatozoïde du conjoint. L'œuf ainsi formé est réimplanté 3 jours plus tard dans l'utérus maternel. La grossesse se poursuit ensuite normalement pendant neuf (9) mois.

1. Au niveau de quel organe féminin a lieu normalement l'étape réalisée en éprouvette ?
2. Afin de recueillir un ovule, la maturation des follicules ovariens est produite par un traitement hormonal et l'ovulation est induite par l'injection d'hormone gonadotrophine chorionique (HCG), qui stimule la décharge ovulante.
 - a) Précisez, quelles sont les hormones ovariennes et hypophysaires sécrétées pendant cette période de maturation folliculaire.
 - b) A quel moment l'hormone gonadotrophine est-elle sécrétée ? quelles sont la signification et l'intérêt d'un dosage sérique de cette hormone ?

SOLUTION

1. C'est au niveau de la trompe de Fallope
2. a) Hormone ovarienne : œstradiol ; Hormones hypophysaires : LH et FSH.
b) HCG est sécrétée au moment de la grossesse. Signification : elle assure le maintien du corps jaune et par conséquent la sécrétion de la progestérone. Intérêt : elle permet de diagnostiquer le début de grossesse.

EXERCICE 53 *

Pour cerner ce qui se passe au niveau des testicules, on dispose des données expérimentales suivantes.

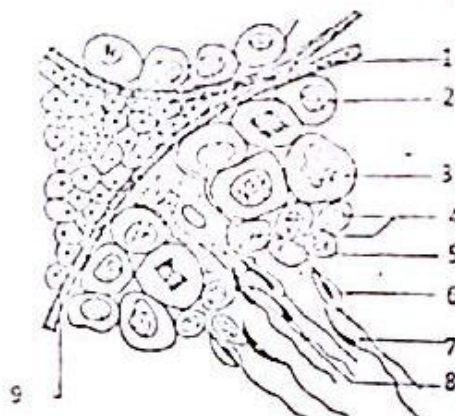
- **Donnée 1:** l'ablation des testicules provoque chez le rat adulte la régression des caractères sexuels secondaires et la stérilité.
 - **Donnée 2:** la seule ligature des canaux déférents entraîne la stérilité mais ne modifie pas les caractères sexuels secondaires.
 - **Donnée 3:** des injections d'extraits testiculaires à un mâle adulte précédemment castré ramènent à l'état normal des caractères sexuels secondaires mais l'animal reste stérile.
1. Analysez ces expériences. Qu'en déduisez-vous ? L'ablation de l'hypophyse chez les rats adultes mâles, provoque la régression des testicules et celle des caractères sexuels secondaires. L'injection d'extrait hypophysaire rend la structure testiculaire normale.

2. Quelles conclusions peut-on tirer de ces expériences? La castration d'un rat entraîne une hyperactivité de l'hypophyse antérieure. On peut freiner celle-ci par les injections de broyat de testicule. Indiquez les relations qui existent entre l'activité testiculaire et l'activité hypophysaire.

EXERCICE 54

Le document ci-après représente schématiquement les divers stades de la spermatogenèse chez l'homme.

1. Dans quel organe se déroule-t-elle exactement et quels sont les tissus responsables ?
2. En vous servant des numérotations portées sur le document ci-dessous, déterminez les différents éléments du schéma.
3. La cellule N° 9 n'appartient à aucun stade de la spermatogenèse, qu'est-ce qui montre ?
4. La garniture chromosomique des spermatogonies est de $2n = 46$; déterminez celle des cellules suivantes : a) cellule N° 9 ; b) cellule N° 8 ; c) cellule N° 7.
5. Sachant que la formation des gamètes chez la femme est appelée ovogenèse, comparez sous forme d'un tableau que vous dresserez, spermatogenèse et ovogenèse sur les différents points suivants : a) type de gamète produit b) quantité de gamètes produits c) début de la gamétogenèse d) fin de la gamétogenèse e) rythme de fonctionnement de la gamétogenèse.

**SOLUTION**

1. Organe (testicule), tissus responsables (tubes séminifères)
2. 1 = Paroi du tube séminifère, 2. Spermatogonie 3. Spermatocyte I, 4. Spermatocytes II, 5. Spermatide, 6. Spermatide évolué, 7. Spermatozoïde, 8. Cellule de Sertoli, 9. Cellule de Leydig.
3. La cellule N° 9 est située entre les tubes séminifères.
4. Garniture chromosomique : cellule N° 9 ($2n = 46$), cellule N° 8 ($2n = 46$), cellule N° 7 ($n = 23$).
5. Tableau comparatif de la spermatogenèse et de l'ovogenèse.

Caractéristiques	Spermatogenèse	Ovogenèse
Type de gamète produit	Spermatozoïde	Ovule
Quantité de gamètes produits	300-500 millions de spermatozoïdes par éjaculat	1 ovocyte II ; rarement 2 tous les 28 jours.
Début de la gamétogenèse	Puberté	Vie embryonnaire
Fin de la gamétogenèse	Mort	ménopause
Rythme de fonctionnement	Continu et permanent	Discontinu et cyclique

EXERCICE 55

Chez la femme, au cours de la phase préovulatoire la concentration plasmatique d'œstradiol augmente.

- 1) Schématisez les structures assurant la production croissante d'œstradiol au cours de la phase folliculaire du cycle ovarien.
- 2) Précisez les messagers nécessaires au développement de ces structures.
- 3) Montrez comment les taux élevés d'œstradiol à la fin de la phase folliculaire déclenchent l'ovulation.

- 4) Indiquez brièvement les modifications que subit l'utérus sous l'effet de l'œstradiol au cours de la même phase.

SOLUTION

- 1) Schémas annotés du follicule tertiaire et du follicule de De Graaf (voir cours).
- 2) Les messagers nécessaires au développement de ces structures sont des gonadostimulines (FSH et LH) de l'hypophyse, surtout la FSH véhiculée par le sang.
- 3) Les taux élevés d'œstradiol à la fin de la phase folliculaire exercent un rétrocontrôle positif sur l'hypophyse provoquant un pic de LH qui déclenche l'ovulation.
- 4) De J₆ à J₁₄ de la phase folliculaire, l'endomètre se reconstitue sous l'influence d'un taux élevé d'œstradiol. Les glandes utérines prolifèrent (on parle des glandes chorioniques en tubes). Les artères deviennent nombreuses, l'endomètre atteint 4 millimètres d'épaisseur (environ), c'est la phase proliférative.

EXERCICE 56

1. Quels sont les organes cibles de l'œstradiol et progestérone ?
2. Donnez le rôle contraire de progestérone et l'œstradiol.
3. Pour construire une chaîne protéique de 18 acides aminés, il faut nécessairement au moins combien de bases azotées ?

SOLUTION

1. Les organes cibles de l'œstradiol sont : l'hypothalamus, l'hypophyse, l'appareil génital féminin, l'appareil musculaire et les glandes mammaires. Les organes cibles de la progestérone sont : les centres nerveux, l'utérus, les glandes lactéales.
2. Le rôle contraire (antagoniste) : la progestérone inhibe les contractions de l'utérus alors que l'œstradiol stimule ces contractions.
3. Pour construire une chaîne protéique de 18 acides aminés, il faut au moins 54 bases azotées.

EXERCICE 57 *

- A. Deux rats très jeunes peuvent être réunis expérimentalement par une suture latérale de la peau et des muscles et la circulation permet alors un mélange de sangs : on dit que les animaux sont en parabiose. Sur de tels animaux en parabiose, on peut effectuer diverses opérations. Les indications suivantes donnent les caractéristiques des deux sujets qui vivaient en parabiose et l'aspect des organes génitaux à l'autopsie dans plusieurs cas.
- a) deux femelles normales : ovaires non modifiés pour les deux animaux.
 - b) une femelle castrée avec une femelle normale : hypertrophie des ovaires de la femelle normale.
 - c) mâle castré avec une femelle normale : hypertrophie des ovaires de la femelle normale.
 - d) mâle castré avec mâle normal : hypertrophie des vésicules séminales et de la prostate chez le mâle normal.
 - e) femelle castrée avec un mâle normal : hypertrophie des vésicules séminales et de la prostate chez le mâle normal.
1. Comment interprétez-vous la différence entre les expériences a et b ?
 2. Les réactions des organes génitaux des femelles et mâles normaux dans les expériences b et d vous semblent identiques ? Pourquoi ?
 3. Que vous apporte la comparaison des expériences c et e ?
 4. On injecte à un rat mâle un extrait hypophysaire de la femelle. Quel résultat prévoyez-vous ?
- B. Certaines cellules de l'hypothalamus sécrètent une protéine appelée GnRH (ou gonadolibérine) qui véhiculée par le sang circule dans un petit système capillaire unissant l'hypothalamus et l'hypophyse stimule la sécrétion des gonadostimulines FSH et LH.
- a) Pourquoi appelle-t-on neurohormone la gonadolibérine ?

- b) Chez un animal dont les cellules sécrétant les gonadolibérines ont été détruites. On plante des implants libérant cette même GnRH en quantité suffisante. Mais on ne parvient tout de même pas à restaurer la sécrétion de FSH et LH. Pourquoi ?

EXERCICE 58

Au cours du rapport sexuel, l'homme éjacule dans le vagin. Cette éjaculation est constituée d'un mucus et des gamètes mâles.

- a) Donnez le nom de ce mucus et des organes qui le sécrètent. b) Donnez la composition chimique et le rôle de ce mucus. c) Quels rapports existent-ils entre ce mucus et les gamètes mâle qu'il englobe ?

Les gamètes mâles déposés dans le vagin par éjaculation se déplacent à une vitesse supérieure à $50 \mu\text{m/s}$ dans les voies génitales femelles. Cependant d'autres phénomènes interviennent pour augmenter cette vitesse. Citez deux (2) exemples de ces phénomènes.

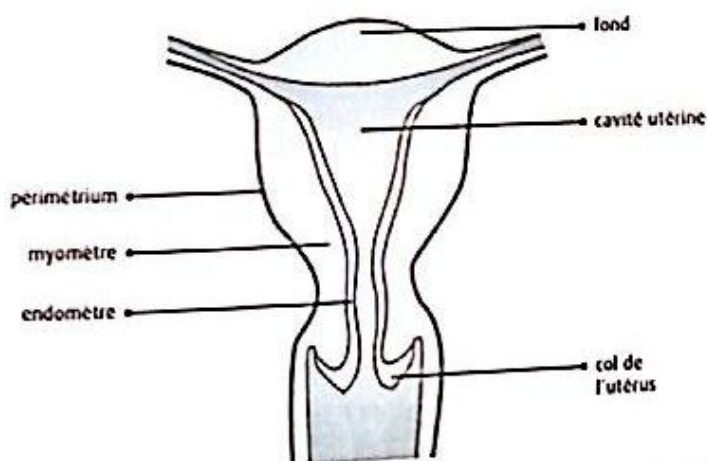
Après éjaculation, 5 minutes plus tard les gamètes mâles se trouvent dans le lieu de fécondation. Là si un gamète mâle rencontre l'ovule il y a fécondation. a) comment appelle-t-on ce lieu de rencontre entre gamète mâle et femelle ? À l'issue de cette rencontre naîtra une cellule œuf ou zygote qui dès sa formation quitte le lieu pour s'implanter dans un organe spécial. b) Quel est donc cet organe qui accueille le zygote ? c) schématiser puis annoter cet organe.

Une partie de cet organe sécrète lors du rapport sexuel un mucus indicateur de telle ou telle période du cycle menstruel. a) Donnez le nom et l'importance de ce mucus. b) expliquez comment ce mucus indique les différentes phases du cycle menstruel.

Cet organe, en dehors de la grossesse est en perpétuel contraction par contre pendant la grossesse, il est stable. Dites qu'est ce qui est à l'origine de sa contraction et de sa stabilité ?

SOLUTION

- a) Ce mucus est appelé liquide séminal et est sécrété par la prostate et les vésicules séminales.
 b) Ce sont l'acide citrique et le fructose, rôle : il fournit de l'énergie à la survie et à la mobilité des spermatozoïdes jusqu'au site de fécondation. c) ce mucus constitue un milieu favorable, dans lequel baignent les spermatozoïdes et assure en même temps la nutrition de ces gamètes.
 Ce sont les contractions du myomètre et les contractions de la trompe (mouvement des cils vibratiles revêtant la paroi des trompes).
 a) C'est au niveau de l'ampoule tubaire (de la trompe) b) utérus c) Schéma annoté de l'utérus :



- a) Ce mucus est la glaire cervicale. Son importance : assure un tri sélectif des spermatozoïdes b) Explication : ce mucus est constitué des longues molécules protéiques formant un réseau dont les mailles changent de configuration en fonction des périodes du cycle ovarien : en période ovulaire, la glaire cervicale est abondante, limpide, filante, les mailles sont lâches et laissent passer les spermatozoïdes et cette glaire présente un aspect gluant; en dehors du jour d'ovulation

(phase folliculaire et phase lutéale) : les mailles sont trop serrées et l'aspect de la glaire cervicale est moins visqueux.

5. Ce qui est à l'origine de la contraction est l'œstradiol ; ce qui est à l'origine de la stabilité est la progestérone.

EXERCICE 59

Voici quelques étapes de la maturation de l'ovocyte de mammifère avant l'ovulation : prophase I, métaphase I, anaphase I, télophase I et métaphase II.

1. Partant d'un caryotype simplifié à $2n = 4$, schématisez le fuseau de division montrant la disposition et le nombre de chromosomes de métaphase I, anaphase I et télophase I.
2. Si la quantité d'ADN contenue dans l'ovogonie, cellule souche de l'ovocyte pendant la phase G₁ de l'interphase étant de $2 \cdot 10^{-12} \text{ g}$; quelle serait cette quantité par lot de chromosomes dans l'ovocyte en métaphase I, télophase I et métaphase II ?
3. Tracez dans un repère le graphe de variation de cette quantité d'ADN (en UA) en fonction de ces étapes de l'ovocyte citées ci-haut.

SOLUTION

1. Pour une cellule animale ($2n = 4$), faire les schémas (annotés si possible) de métaphase I, anaphase I et télophase I.
2. ovogonie $q = 2 \cdot 10^{-12} \text{ g}$; métaphase I $q = 4 \cdot 10^{-12} \text{ g}$, télophase I $q = 2 \cdot 10^{-12} \text{ g}$, métaphase II $q = 2 \cdot 10^{-12} \text{ g}$.
3. Tracez un graphique. **NB** : car l'ovocyte 2 est un gamète qui n'a pas encore achevé totalement la méiose, il a seulement subi la méiose I et en entamant la méiose II il est bloqué à la métaphase II.

EXERCICE 60

L'ablation de deux ovaires chez la femelle du singe entraîne une hypertrophie et hypersécrétion de l'hypophyse.

1. Expliquez la cause de ces résultats.
2. Expliquez comment peut-on sans pratiquer une nouvelle opération chirurgicale, ramener les sécrétions hypophysaires à une valeur normale ?
3. Expliquez comment obtenir au contraire chez une femelle normale la mise au repos de l'hypophyse ? Quelles sont les conséquences pour le fonctionnement de l'ovaire ?
4. Ces résultats ont-ils une application chez la femme ? Laquelle ? Et donnez le principe.

SOLUTION

1. Les ovaires exercent une action freinatrice sur l'hypophyse. Il s'agit d'un rétrocontrôle négatif des ovaires sur l'hypophyse.
2. C'est en injectant les extraits ovariens (oestrogènes et progestérone).
3. C'est en injectant la progestérone. Il se produira l'arrêt du cycle ovarien.
4. Oui, c'est la contraception. Elle bloque l'ovulation en exerçant un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

EXERCICE 61

1. Qu'est-ce qu'une cellule reproductrice ?
2. Quelles sont les différentes parties des glandes responsables de la sécrétion des hormones sexuelles ?
3. Quelles sont les hormones produites par les gonades humaines et leurs rôles ?
4. Quelle différence y a-t-il entre microsporangie et macrosporangie ? Et que désignent ces 2 termes chez les spermaphytes ?

SOLUTION

1. C'est une cellule qui intervient dans la reproduction sexuée (spermatozoïde, ovule par exemple).

2. pour les testicules : ce sont les cellules de Leydig ; pour les ovaires : ce sont les follicules (cellules de granulosa et de la thèque interne) et le corps jaune (cellules lutéales).
3. pour les testicules : c'est la testostérone ; pour les ovaires : œstradiol et progestérone. La testostérone assure l'apparition, le maintien des caractères sexuels secondaires masculins. L'œstradiol assure l'apparition, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires féminins, permet la croissance de l'endomètre et la motricité du myomètre. La progestérone est indispensable à la gestation en stimulant la prolifération des glandes utérines, lactéales et la vascularisation. Il assure le silence utérin et l'augmentation de la température.
4. Le microsporangium est une structure végétale qui produit et contient de microspores tandis que le macrosporangium est une structure végétale qui produit et contient des macrospores. Le microsporangium désigne le sac pollinique et le macrosporangium désigne l'ovule.

EXERCICE 62 *

1. Après avoir schématisé un spermatozoïde et un ovule, faites un tableau d'étude comparative de ces deux cellules sexuelles.
2. Les testicules des mammifères possèdent deux types de structures spécifiques : à savoir les tubes séminifères et les cellules interstitielles. a) donnez la fonction assurée par chaque structure et indiquez s'il s'agit d'une activité endocrine ou exocrine? b) définir une glande endocrine et exocrine.
3. Après avoir étudié la formation du sac embryonnaire chez les spermaphytes, faites le schéma annoté de ce dernier.
4. A l'aide d'un schéma clair et bien annoté décrivez le phénomène de la double fécondation. a) un anthérozoïde féconde l'oosphère : que devient le zygote obtenu et qu'elle est sa garniture chromosomique ? b) un autre anthérozoïde féconde les deux noyaux du sac : que devient le zygote obtenu ; comment appelle-t-on ce zygote et quelle est sa garniture chromosomique ?
5. Après avoir défini une graine, énumérez les conditions de sa germination.

EXERCICE 63

- 1) Les ovaires sont aussi des glandes endocrines. Quelles sont les hormones produites par ces glandes ?
- 2) Citez deux hormones qui interviennent dans le cycle ovarien. Quel est le rôle de chacune d'elles ?
- 3) Nommez les gamètes mâles et femelles chez les spermaphytes ainsi que les organes qui les produisent.
- 4) Expliquez le déroulement de la macrosporigénèse.
- 5) Comment se déroule la double fécondation chez les spermaphytes ?
- 6) Dans le cycle de développement des spermaphytes, que représente le sporophyte ? Le gamétophyte ?

SOLUTION

1. Il s'agit de l'œstradiol et de la progestérone
2. Il s'agit de FSH et LH. FSH stimule la croissance et la maturation des follicules et par conséquent la sécrétion de l'œstradiol. LH : il provoque l'ovulation, stimule les cellules de Leydig et par conséquent la sécrétion de testostérone.
3. gamète mâle = anthérozoïde ; gamète femelle = oosphère. Anthérozoïde produit par le grain de pollen, oosphère par le sac embryonnaire.
4. une cellule mère à $2n$ chromosomes subit une méiose et donne quatre (4) macrospores haploïdes dont trois (3) dégénèrent et une (la cellule survivante) subit trois (3) endomitoses puis cloisonnent et forme un sac embryonnaire.
5. Le premier anthérozoïde fusionne avec l'oosphère et donne un œuf embryon diploïde, le deuxième anthérozoïde fusionne avec les noyaux du sac et donne un œuf albumen triploïde.
6. Le sporophyte représente la plante feuillée et le gamétophyte représente le grain de pollen et le sac embryonnaire.

EXERCICE 64 *

Sur un lot de souris pubères d'un poids comparable, l'ablation des ovaires a été pratiquée le jour Successivement l'utérus de chacune des souris est prélevé et pesé à des dates différentes. Les résultats pour chacune d'elles sont présentés dans le tableau suivant :

Jours	1	3	5	10	15	22
Poids de l'utérus en mg	80	58	44	25	20	20

1. Analysez ces résultats.
2. Des injections d'extraits ovariens entraînent une reprise du poids de l'utérus. Quelles sont les relations qui existent entre les ovaires et l'utérus ?
3. Quel autre procédé pourrait permettre le retour à un poids normal de l'utérus des souris castrées ?
4. Qu'est-ce qui pourrait se passer si on injecte les extraits ovariens à des souris mâles ?

EXERCICE 65

1. Pour la reproduction humaine, l'homme et la femme possèdent des hormones communes. Lesquelles? Indiquez les organes qui les ont produits ainsi que leurs organes cibles.
2. Citez les hormones produites par le pancréas. Donnez le rôle de chacune de ces hormones sur la glycémie. Par quelles cellules, ces hormones sont-elles synthétisées. En déduire la notion de glycémie, glucosurie et urémie.

SOLUTION

1. Hormones communes chez l'homme et la femme : GnRH (sécrétée par l'hypothalamus), FSH et LH (sécrétées par l'antéhypophyse). Organes cibles : GnRH (antéhypophyse), FSH et LH (ovaires et testicules).
2. Hormones produites par le pancréas : insuline et glucagon. Insuline : rôle hypoglycémiant, glucagon : rôle hyperglycémiant. L'insuline est sécrétée par les cellules bêta (ou B) des îlots de Langerhans du pancréas, le glucagon est sécrété par les cellules Alpha (ou A) des îlots de Langerhans du pancréas. Glycémie : c'est le taux du glucose dans le sang ; glycosurie : c'est le taux du glucose dans l'urine ; urémie : c'est l'accumulation de l'urée (N_2H_4CO) dans le sang.

EXERCICE 66

1. Une femme a un cycle ovarien régulier de 35 jours. Dites quelle est la période de l'ovulation et expliquez pourquoi ?
2. cette femme est pubère à 13 ans et ménopausée à 50 ans. Sachant qu'elle a eu 2 enfants, calculez durant sa période de vie génitale : a) Le nombre d'ovocytes ovulés. b) Le nombre d'ovules produits. c) Le nombre de corps jaunes (périodiques et de grossesse) formés. d) L'âge minimal et maximal des ovocytes ovulés.

SOLUTION

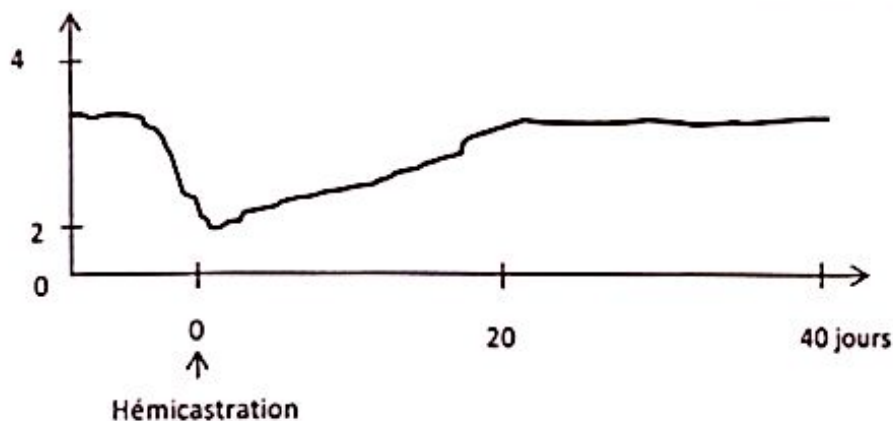
1. Période d'ovulation = 21^{ème} jour du cycle. Justification : on sait que la phase lutéale à une durée constante de 14 jours, $35-14 = 21$, l'ovulation survient le 21^{ème} jour du cycle.
2. PVG ((période de vie génitale) = $50 - 13 = 37$ ans. 37 ans = 13505 jours. 2 enfants = 540 jours.
 13505 jours - 540 jours = 12965 jours.
 a) Nombre d'ovocytes ovules = $12965/35 = 371$ ovocytes. b) Nombre d'ovules produits = 2
 c) Nombre de corps jaunes = 371. d) âge minimal de l'ovocyte ovulé = 13 ans + quelques mois.
 âge maximal de l'ovocyte ovulé = 50 ans + quelques mois.

EXERCICE 67

Le document ci-dessous représente le graphe de variations des concentrations plasmatiques de testostérone chez un mâle de mammifère durant 45 jours environ, à la suite d'une ablation d'un testicule.

testicule (hémicastration). Ce graphe montre que la production hormonale par les testicules peut être régulée.

1. Définir « réguler ».
2. Nommer les structures anatomiques responsables de la sécrétion de la testostérone.
3. Analyser, interpréter les variations de la testostéronémie.
4. Déterminer le phénomène qui permet la restauration de la testostéronémie par l'organisme de ce mammifère au bout de 3 à 4 semaines.
5. Chez un individu hémicastré, on constate par ailleurs une hypertrophie du testicule restant. Déterminer la cause.
6. En utilisant vos connaissances et les réponses aux questions précédentes, établir sous forme d'un schéma fonctionnel, le mécanisme de régulation du taux d'hormones sexuelles mâles.
7. Si l'on teste 100 spermatozoïdes humains pris au hasard, on constate qu'ils se répartissent en deux groupes égaux présentant une différence de masse d'ADN de 2%. Expliquez ces résultats.



SOLUTION

1. Réguler : maintenir un facteur physiologique à sa valeur de référence
2. Ce sont les cellules de Leydig
3. Analyse et interprétation : Avant l'hémicastration, la concentration de testostérone est normale et égale à 3 ng/ml : production de testostérone par les deux testicules. Après l'hémicastration, cette concentration chute brutalement jusqu'à 0,5 ng/ml : production de testostérone par un seul testicule (la masse des cellules de Leydig étant réduite de moitié). La concentration augmente progressivement et tend à se stabiliser (retrouver sa valeur initiale) au bout de 40 jours : ce qui montre que l'unique testicule restant produit davantage de testostérone pour compenser l'absence de l'autre
4. Le testicule restant exerce un rétrocontrôle négatif sur l'antéhypophyse, qui produit abondamment des gonadostimulines, ce qui explique l'hypersécrétion de testostérone par l'unique testicule restant
5. Cause de l'hypertrophie du testicule restant : c'est l'augmentation de la masse des cellules de Leydig
6. Schéma fonctionnel (à faire)
7. Explication des résultats : il y a 50% de spermatozoïdes X et 50% de spermatozoïdes Y. Le chromosome Y est plus petit que le chromosome X, il contient un peu moins d'ADN.

EXERCICE 68

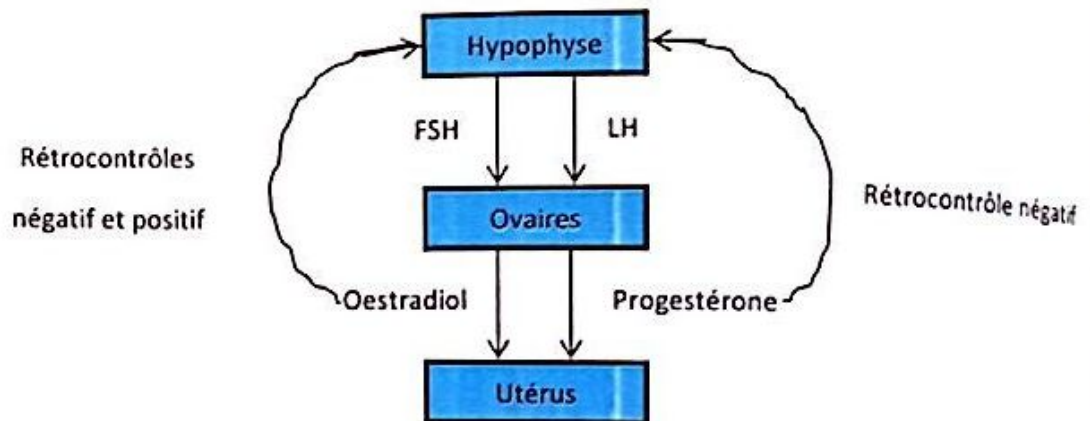
L'ablation de deux ovaires chez la femelle du singe entraîne l'hypertrophie et l'hypersécrétion de l'hypophyse.

1. a) A quoi ce phénomène est-il dû ? b) Comment peut-on sans pratiquer une nouvelle opération chirurgicale, ramener les sécrétions hypophysaires à une valeur normale ?

2. Comment obtenir au contraire chez une femelle normale la mise au repos de l'hypophyse ? Quelles sont les conséquences pour le fonctionnement de l'ovaire, de l'utérus ?
3. Résumer sous forme d'un schéma, les différents mécanismes contrôlant le fonctionnement de l'appareil génital femelle.

SOLUTION

1. a) Les ovaires exercent une action freinatrice sur l'hypophyse. Ce phénomène est dû à un rétrocontrôle négatif.
b) Il faut une injection d'extraits ovariens (œstradiol et progestérone).
2. Il faut une injection de la progestérone. Conséquences : arrêt des cycles ovarien et utérin.
3. Schéma fonctionnel



EXERCICE 69

- A. 1) Faites les schémas annotés d'un follicule mûr et d'un corps jaune.
2) Décrire en la nommant la transformation de l'une de ces structures en l'autre.
3) Préciser le facteur responsable et indiquer son origine.
 - B. En supposant que l'ovaire d'une femme ait commencé à fonctionner à 14 ans, que la ménopause soit survenue à 50 ans et que cette femme ait eu 5 enfants dont 2 faux jumeaux, évaluer le nombre :
 - 1) d'ovocytes libérés par cette femme au cours de sa période d'activité sexuelle.
 - 2) d'ovocytes libérés ayant été fécondés.
 - 3) d'ovocytes libérés n'ayant pas été fécondés.
 - 4) a. En déduire le nombre de follicules ayant atteint le stade de follicule cavitaire mûr, de corps jaunes cycliques et de corps jaunes gestatifs.
b. Expliquer ce résultat sachant que dans les ovaires fœtaux existent plusieurs millions de follicules primordiaux.
c. Nommer le phénomène biologique qui en est responsable.
- NB : Le cycle sexuel et la gestation sont respectivement de durées 28 et 280 jours.

SOLUTION

- A. 1) Schémas annotés du follicule mûr et du corps jaune (confer cours). 2) A l'ovulation, le follicule mûr se rompt en un point appelé stigma et libère l'ovocyte II. Le reste du follicule devient le corps jaune. 3) le facteur responsable de l'ovulation et de la transformation du follicule en corps jaune est la LH. Elle est sécrétée par l'antéhypophyse.
- B. 1) 430 ovocytes. 2) 5 ovocytes fécondés. 3) 425 ovocytes non fécondés. 4) a) 430 follicules mûrs ; 425 corps jaunes cycliques ; 5 corps jaunes gestatifs. b) Environ 430 follicules sur plusieurs millions de follicules primordiaux existant dans les ovaires fœtaux avant la naissance en effet, on observe une destruction massive de ces follicules à divers stades de leur évolution pendant la folliculogénèse. c) C'est l'atrésie folliculaire.

EXERCICE 70

Chez les mammifères, la reproduction sexuée est caractérisée par la formation des gamètes dans les organes reproducteurs mâles et femelles.

- 1) Quels sont ces organes reproducteurs ? Donnez les fonctions de chacun d'eux.
- 2) Qu'appelle-t-on ces types de formation des gamètes ?
- 3) La formation des gamètes s'accompagne des phénomènes biologiques essentiels. Lesquels ?
- 4) Quelles sont les différences entre ces phénomènes biologiques ?

SOLUTION

- 1) Testicules et ovaires. Testicules : production des spermatozoïdes et de la testostérone ; ovaires : production des ovocytes, de l'oestradiol et de la progestérone.
- 2) C'est la gamétogenèse (spermatogenèse et ovogenèse).
- 3) Il s'agit de la mitose et de la méiose.
- 4) Etude comparative entre mitose et méiose (confer cours).

EXERCICE 71

On réalise les expériences suivantes :

- *Expérience 1* : la castration d'une lapine gestante provoque l'avortement. L'injection d'hormones ovariennes correctement dosées, dès le moment de la castration, évite l'avortement. Le même effet s'obtient en injectant des extraits placentaires humains.
- *Expérience 2* : Deux rates R_1 et R_2 , mammifères à ovulation spontanée et à cycle de 4 jours, sont mises en parabiose. Leurs cycles deviennent rapidement synchrones. La rate R_1 est alors fécondée et on constate que les ovaires des animaux R_1 et R_2 sont bloqués en phase progestative jusqu'à la parturition. Ils contiennent de nombreux corps jaunes.
- *Expérience 3* : L'injection d'extraits placentaires humains (d'environ 1 mois) provoque l'ovulation d'une lapine et le développement de corps jaune et ceci même chez un animal hypophysectomisé.

Quelles conclusions peut-on tirer de ces expériences ?

SOLUTION

- *Expérience 1* : les ovaires sont indispensables au maintien de la gestation par l'intermédiaire des hormones véhiculées par le sang. Le placenta a les mêmes fonctions que les ovaires.
- *Expérience 2* : la parabiose assure la communication hormonale de ces deux rates (R_1 et R_2), ce qui est à l'origine de la synchronisation, du blocage du cycle et de l'hypertrophie du corps jaune.
- *Expérience 3* : le placenta sécrète une hormone capable de provoquer l'ovulation (attention !, chez la lapine l'ovulation est provoquée par l'accouplement) et de stimuler le développement des corps jaunes. Ce qui montre que le placenta agit sur les ovaires (par l'intermédiaire de l'hCG véhiculée par le sang).

EXERCICE 72*

Voici une liste des hormones impliquées dans la reproduction des mammifères : œstrogènes, testostérone, FSH, LH, progestérone, GnRH.

Indiquer pour chaque hormone :

- le(s) organe(s) ou tissus glandulaires qui la secrètent.
- Les organes ou tissus cibles.
- Le(s) effet(s) produit par l'hormone sur les organes ou tissus cibles.

EXERCICE 73

Un pied de tabac M est de phénotype [AB]. On étudie la descendance de ce pied M après fécondation par un pollen dont on ne connaît pas le patrimoine génétique. On sait seulement qu'il

provient dans sa totalité d'une plante N dont on ignore même le phénotype. Cette descendance comprend :

- 235 individus de phénotype [AB],
 - 79 de phénotype [Ab],
 - 252 de phénotype [aB],
 - 72 de phénotype [ab].
1. M et N sont-ils de race pure ?
 2. Quels sont les génotypes possibles de la plante M et de ses descendants de chaque phénotype ?
 3. On considère uniquement le caractère A.
 - a) Calculer pour chaque phénotype ([A] ou [a]) les proportions obtenues.
 - b) En déduire le génotype de M et de N qui expliqueraient ces proportions.
 4. On considère uniquement le caractère B.
 - a) Calculer pour chaque phénotype ([B] ou [b]) les proportions obtenues.
 - b) En déduire le génotype de M et de N qui expliqueraient ces proportions.
 5. Quels génotypes proposez-vous maintenant pour les plantes M et N ?

SOLUTION

1. Non, car la F1 est hétérogène.
2. M = AaBb, AABb, AaBB. Ses descendants : [AB] = AABB, AaBb, AABb, AaBB ; [Ab] = AABb, Aabb ; [aB] = aaBB, aaBb ; [ab] = aabb.
3. a) [A] = 75% ; [a] = 25% b) ces proportions sont conformes à la deuxième loi de Mendel (loi de pureté des gamètes), d'où les génotypes de M = Aa et N = Aa.
4. a) [B] = 50% ; [b] = 50% b) ces proportions sont conformes au test-cross du monohybridisme, d'où les génotypes de M = Bb et N = bb.
5. D'après tout ce qui précède les génotypes de M = AaBb et N = Aabb. Vérification : MxN
Gamètes de M : AB, Ab, aB et ab. Gamètes de N : Ab et ab.

Echiquier de croisement :

M x N	AB	Ab	aB	ab
Ab	AABb [AB]	AABb [Ab]	AaBb [AB]	Aabb [Ab]
ab	AaBb [AB]	Aabb [Ab]	aabB [aB]	aabb [ab]

Bilan : 3/8 [AB] ; 3/8 [Ab] ; 1/8 [aB] ; 1/8 [ab] (proportions conformes aux résultats statistiques).

EXERCICE 74

En croisant entre elles deux lignées pures de lapins, l'un à poils courts et bruns, l'autre à poils longs et noirs, on obtient une première génération homogène. Ces F₁ croisés entre eux donnent des F₂ présentant 4 phénotypes : A, B, C et D.

- Le D est plus rare ;
 - Le B et le C sont trois fois plus fréquents que le D ;
 - Le A est Neuf fois plus fréquent que le D.
1. Quel peut être le phénotype des F₁ ?
 2. Sachant que les F₁ ont un pelage noir et court ; comment expliquez-vous ce phénotype de F₁ ?
 3. Combien de types de gamètes peuvent produire les F₁ et dans quelle proportion ?
 4. A partir d'un tableau à double entrée, donnez les proportions génotypiques après avoir vérifié celles des phénotypes énoncées ci-haut.

SOLUTION

1. Phénotype des F₁ : [A].
2. Ce phénotype s'explique par le fait qu'il y a la dominance partagée chez les parents et que les allèles "noir" (N) et "court" (C) dominant respectivement les allèles "brun" (n) et "long" (c).
3. Les F₁ produisent quatre types de gamètes, dans les proportions 1/4 chacun.
4. Faisons l'échiquier de croisement :

$NNcc \times nnCC \rightarrow F_1 = NnCc$
Gamètes de F_1 : NC, Nc, nC et nc .

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	NC	Nc	nC	nc
NC	$NNCC [NC]$	$NNCc [NC]$	$NnCC [NC]$	$NnCc [NC]$
Nc	$NNCc [NC]$	$NNcc [Nc]$	$NnCc [NC]$	$Nncc [Nc]$
nC	$NnCC [NC]$	$NnCc [NC]$	$nnCC [nC]$	$nnCc [nC]$
nc	$NnCc [NC]$	$Nncc [Nc]$	$nnCc [nC]$	$nncc [nc]$

Bilan : $\frac{9}{16} [NC]$; $\frac{3}{16} [Nc]$; $\frac{3}{16} [nC]$; $\frac{1}{16} [nc]$. (A, B, C et D).

Proportions génotypiques : $\frac{1}{16} NNCC$; $\frac{2}{16} NNCc$; $\frac{2}{16} NnCC$; $\frac{4}{16} NnCc$; $\frac{1}{16} NNcc$; $\frac{1}{16} nnCC$; $\frac{1}{16} nncc$; $\frac{2}{16} Nncc$; $\frac{2}{16} nnCc$.

EXERCICE 75 *

Chez la tomate on connaît sur le groupe de liaison V, trois gènes dont les allèles récessifs a , h_1 et j sont respectivement responsable de l'absence d'anthocyanine, de l'absence de poils et de l'absence de pédicelles chez les fruits. 3000 descendants d'un test-cross d'un triple hétérozygote ont été analysés et ont donné les résultats suivants :

- 259 sans poils,
 - 40 sans poils ni pédicelles,
 - 931 sans pédicelles,
 - 260 normaux,
 - 268 sans anthocyanine ni poils ni pédicelles,
 - 941 sans anthocyanine ni poils,
 - 32 sans anthocyanine,
 - 269 sans anthocyanine ni pédicelles.
- 1) Comment les gènes sont-ils associés chez les parents du triple hétérozygote?
 - 2) Estimez les distances entre les gènes.
 - 3) calculez le coefficient de coïncidence.

EXERCICE 76

1. On croise entre elles deux lignées pures de maïs, l'une à grains violets et lisses, l'autre à grains jaunes et ridés. En F_1 , tous les grains sont violets et lisses.
 - a) Après avoir désigné les caractères des gènes de ces couples d'allèles, écrivez les génotypes des parents de race pure et ceux de F_1 .
 - b) Déterminer les différents gamètes pouvant être produits par un individu de F_1 .
 - c) Quels sont les phénotypes prévisibles en F_2 ?
2. Quand les grains de pollen de phénotype violet et lisse de F_1 sont déposés sur les stigmates du phénotype jaune et ridé, on dénombre sur un effectif de 386 graines formées par cette pollinisation artificielle : 190 graines violettes et lisses et 196 graines jaunes et ridées.
 - a) De quel type de croisement s'agit-il ?
 - b) Combien de types de gamètes a réellement produit l'individu F_1 ?
 - c) Quelles autres observations pouvez-vous relever ?
3. Lorsque que les graines de pollen de phénotype jaune et ridé sont déposées sur les stigmates des phénotypes violets et lisses de F_1 , le résultat n'est plus identique. En effet, sur un total de 414 graines, on a trouvé :
 - 123 violets et lisses,
 - 120 jaunes et ridées,
 - 84 violets et ridées,
 - 87 jaunes et lisses.
 - a) Quelle conclusion tirez-vous sur les gènes de la couleur et la forme pour cette espèce de maïs?

- b) Déterminer les pourcentages de combinaison et recombinaison parentales.
 c) Représentez sur deux paires de chromosomes, le phénomène qui a permis d'obtenir la recombinaison.
 d) Que peut-on dire des gènes de l'individu F_1 ?

SOLUTION

1. a) Couleur des graines (violet, jaune) et forme des graines (lisse, ridée). La F_1 est homogène conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de la première génération », les allèles violets (V) et lisses (L) dominant respectivement les allèles jaunes (v) et ridés (l). L'hérédité étant autosomique, les génotypes sont : Parents : $P_1 = VVLL$, $P_2 = vvll$. $F_1 = VvLl$. b) Gamètes produits par F_1 : si les gènes sont indépendants : VL, vL et vL. si les gènes sont liés : VL et vl. c) Les phénotypes prévisibles en F_2 : si les gènes sont indépendants : [VL], [VI], [vL] et [vl]. Si les gènes sont liés : [VL] et [vl].
 2. a) Il s'agit d'un test-cross. b) Deux types de gamètes. c) Les gènes de la couleur et de la forme sont totalement liés et les proportions statistiques sont celles du test-cross du monohybridisme.
 3. a) Les gènes de la couleur et de la forme sont partiellement liés.
 b) $\sum PP = 58,69\%$ et $\sum PR = 40,29\%$.
 c) Il s'agit du crossing-over. Faites le déroulement du crossing-over chez l'individu F_1 .
 d) Les gènes de F_1 sont partiellement liés.

EXERCICE 77

On réalise des croisements entre les plants appartenant à deux races pures. En F_2 on obtient :

- 1358 plants à fruits verts et courts,
 - 456 plants à fruits verts et longs,
 - 449 plants à fruits jaunes et courts,
 - 154 plants à fruits jaunes et longs.
1. Quels sont les caractères dont étudie la transmission ?
 2. De quel type d'hybridation s'agit-il ?
 3. Montrez les caractères dominants et récessifs à partir des résultats statistiques.
 4. De ces mêmes résultats, dégager les lois concernant la transmission des caractères héréditaires.
 5. Quels sont les phénotypes et les génotypes des parents et des individus de F_1 ?
 6. Établir l'échiquier de croisement de F_2 . Donner les proportions statistiques.
 7. Donner les génotypes des individus nouveaux.

SOLUTION

1. Les caractères étudiés sont : la couleur des fruits et la taille des fruits.
2. Il s'agit d'un dihybridisme.
3. Calculez les proportions statistiques en considérant les gènes individuellement, vous aurez [verts] = 75%, [jaunes] = 25% alors vert (V) domine jaune (v). [courts] = 75%, [longs] = 25% alors court (C) domine long (c).
4. En considérant les gènes individuellement, les résultats 75% et 25% sont conformes à la deuxième loi de Mendel (loi de pureté de gamètes), en considérant les deux gènes les résultats statistiques sont 9 : 3 : 3 : 1 conformes à la 3^{ème} loi de Mendel (ségrégation indépendante des caractères).
5. Les phénotypes des parents : P_1 [VC] et P_2 [vc]. Génotypes des parents $P_1 = VVCC$ et $P_2 = vvcc$. Faites le croisement entre P_1 et P_2 . Vous aurez phénotype de $F_1 = [VC]$ et génotype de $F_1 = VvCc$.
6. Échiquier de croisement de F_2 . Faites $F_1 \times F_1$, Produisez les gamètes de chaque F_1 et les gamètes sont VC, Vc, vC et vc.

Echiquier de croisement :

Fl x Fl	VC	Vc	vC	vc
VC	VVCC [VC]	VVCc [VC]	VvCC [VC]	VvCc [VC]
Vc	VVCc [VC]	VVcc [VC]	VvCc [VC]	Vvcc [VC]
vC	VvCC [VC]	VvCc [VC]	vvCc [VC]	vvCc [VC]
vc	VvCc [VC]	Vvcc [VC]	vvCc [VC]	vvcc [vc]

Bilan : 9/16 [VC], 3/16 [Vc], 3/16 [vC] et 1/16 [vc].

7. Génotypes des individus nouveaux : prière de regarder l'échiquier de croisement que vous avez réalisé, vous aurez les génotypes suivants : plants à fruits verts et longs : VVcc, Vvcc. Plants à fruits jaunes et courts : vvCC, vvCc.

EXERCICE 78 *

En 1860, Gregor Mendel a énoncé les premières lois sur l'hérédité. Vers 1920, Thomas Morgan et al ont constaté que tous les croisements ne s'expliquent pas forcément avec ces lois.

En 2012, ALLAHKABIR SIANBEI réalise plusieurs croisements entre les variétés pures de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Il s'agit au total de neuf variétés sélectionnées par l'équipe du généticien Pr Bell Joseph Martin de l'Université de Yaoundé I. En croisant la variété Indiana à fruits verts et moins visqueux (P₁) avec la variété Locale 1 à fruits pourpres et visqueux (P₂). Il récolte des graines. Ces graines semées donnent en F₁ des plants à fruits pourpres et visqueux. Il réalise ensuite un deuxième croisement entre les hybrides obtenus et P₁. Les résultats sont surprenants et répartis comme suit :

- 167 plants à fruits pourpres et visqueux ;
- 20 plants à fruits pourpres et moins visqueux ;
- 162 plants à fruits verts et moins visqueux ;
- 17 plants à fruits verts et visqueux.

Un dernier croisement est réalisé entre les descendants F₁. On obtient une seconde génération.

1. Le gombo est-il une plante monoïque, dioïque ou hermaphrodite ? Justifiez votre réponse.
2. Quelles les premières lois énoncées par Mendel sur l'hérédité ?
3. Quelle est la théorie proposée par Morgan et al sur l'hérédité et quel était leur matériel de choix utilisé ?
4. Quels sont les caractères étudiés dans cette hybridation ?
5. Expliquez la réalisation pratique des croisements effectués par l'équipe du Professeur Bell ?
6. Interprétez ces résultats en insistant sur le mécanisme à l'origine des phénotypes néoformés. Donnez les génotypes des parents, de F₁ et de F₂. En déduire les proportions phénotypiques de F₁ et de F₂.

EXERCICE 79 *

- Un premier croisement est réalisé entre une drosophile femelle à "corps gris" et "ailes avec nervures" et une drosophile mâle à "corps jaune" et "ailes sans nervures". Les deux drosophiles sont de races pures. Les individus de la F₁ sont tous à "corps gris" et à "ailes avec nervures".
 - Un deuxième croisement inverse est réalisé, les individus obtenus sont mâles à "corps jaune" et à "ailes sans nervures" et des femelles à "corps gris" et à "ailes avec nervures".
- 1) Quels renseignements peut-on dégager des résultats obtenus ?
 - 2) Quels sont les génotypes des parents et des hybrides dans les deux croisements ?
 - 3) Le croisement des individus de la F₁ issus du premier croisement aboutit aux résultats suivants :
 - 1870 femelles grises, ailes à nervures ;
 - 812 mâles gris, ailes à nervures ;
 - 810 mâles jaunes, ailes sans nervures ;
 - 122 mâles gris, ailes sans nervures ;
 - 125 mâles jaunes, ailes à nervures.
- Trouvez une explication logique à ces derniers résultats.

EXERCICE 80 *

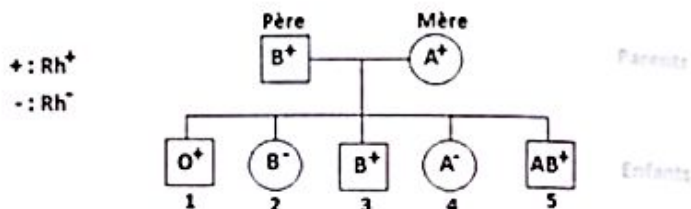
On croise des drosophiles femelles à soies bouclées et à antennes atrophiées avec des drosophiles mâles à soies courtes et à antennes normales. On obtient en F_1 :

- 50% de mâles à soies bouclées et antennes atrophiées ;
- 50% de femelles à soies courtes et antennes normales.

Interprétez les résultats de ce croisement. Établir les génotypes des parents et des individus de F_1 .

EXERCICE 81 *

L'arbre généalogique de la figure ci-dessous représente la transmission des groupes sanguins dans une famille.



1. À partir de l'analyse de cet arbre généalogique, déterminez les génotypes des parents.
2. Indiquez la probabilité des différents phénotypes possibles dans la descendance d'un tel couple.

EXERCICE 82 *

On se propose d'étudier la transmission de deux caractères chez les drosophiles dont les caryotypes sont connus. Premier croisement : des femelles à soies courtes et à antennes ayant un développement normal de race pure, sont croisées avec des mâles de race pure, à soies bouclées et à antennes atrophiées. On obtient à la première génération (F_1) 100% de drosophiles à soies courtes et à antennes normales.

1. Déterminer les caractères à étudier.
2. Relevez, d'après ces résultats, les allèles dominants et ceux récessifs.
3. En déduire le type d'hybridation. Deuxième croisement : il se fait toujours entre deux lignées pures de drosophiles : des femelles à soies bouclées et à antennes atrophiées avec des mâles à soies courtes et à antennes normales. Les résultats obtenus ont été les suivants : 50% sont des mâles à soies bouclées et à antennes atrophiées, 50% des femelles à soies courtes et à antennes normales.
4. À partir de ces résultats, quelle(s) hypothèse (s) peut-on formuler sur la localisation chromosomique des allèles qui déterminent ces caractères d'une part et sur les rapports entre ces différents allèles d'autre part ?
5. Ecrire alors les génotypes des individus de (F_1) du 1er croisement. Troisième croisement : on croise un mâle et une femelle issus de la première génération du premier croisement, on obtient une deuxième génération (F_2) dont la composition est la suivante :
 - 410 drosophiles femelles à soies courtes et à antennes normales ;
 - 200 drosophiles mâles à soies bouclées et à antennes atrophiées ;
 - 187 drosophiles mâles à soies courtes et à antennes normales ;
 - 12 drosophiles mâles à soies courtes et à antennes atrophiées ;
 - 10 drosophiles mâles à soies bouclées et à antennes normales.
6. Comment peut-on expliquer le polymorphisme observé en F_2 ?
7. Au vu de ces résultats, indiquez les types de gamètes produits par les femelles de F_1 d'une part et les mâles de F_1 d'une part.
8. Les résultats du troisième croisement permettent-ils de valider les hypothèses formulées à la question 4.

EXERCICE 83

On croise des drosophiles à ailes longues avec des drosophiles à ailes vestigiales toutes de race pure. En F₁ toutes les drosophiles obtenues ont un phénotype A. En croisant entre elles des drosophiles de phénotype A, on a obtenu une F₂ comportant 755 drosophiles à longues et 245 drosophiles à ailes vestigiales.

1. De quel caractère étudie-t-on la transmission dans ce croisement ?
2. Les deux parents mis en cause sont-ils des êtres de race pure? Justifiez votre réponse.
3. L'hérédité est-elle ou non liée au sexe? Justifiez votre réponse.
4. La première loi de Mendel est-elle ou non respectée ? Justifiez votre réponse.
5. Comment peut-on désigner la deuxième génération de drosophiles obtenues ?
6. En déduire le phénotype A en justifiant votre réponse.
7. Ecrire les génotypes des parents, de F₁ et de F₂ obtenus par le croisement des hybrides de F₁ entre eux.

SOLUTION

1. Le caractère étudié est la taille des ailes.
2. Oui, car la F₁ est homogène (de phénotype A 100% [A]).
3. C'est le mode autosomal, car il n'y a pas de criss cross.
4. La première loi de Mendel est respectée car il y a l'homogénéité et en même temps il y a la dominance de « longue » sur « vestigiale ». (C'est après calcul de proportions de F₂, on obtient 75% de longue (L) qui domine sur 25% de vestigiale (l)).
5. La deuxième génération de drosophiles obtenues est désignée par F₂.
6. Phénotype A = longue car l'allèle longue domine l'allèle vestigiale (les parents croisés sont de race pure).
7. Génotypes : Parents ailes longues = (L/L), ailes vestigiales = (l/l). Pour le génotype de F₁. Faites au préalable le croisement des parents, et vous aurez Ll. Pour les génotypes de F₂. F₁ x F₁.

F ₁ x F ₁	(L/)	(l/)
(L/)	(L/L) [L]	(L/l) [L]
(l/)	(L/l) [L]	(l/l) [l]

Génotypes de F₂ { Ailes longues : (L//L), (L//l)
 Ailes vestigiales = (l//l)

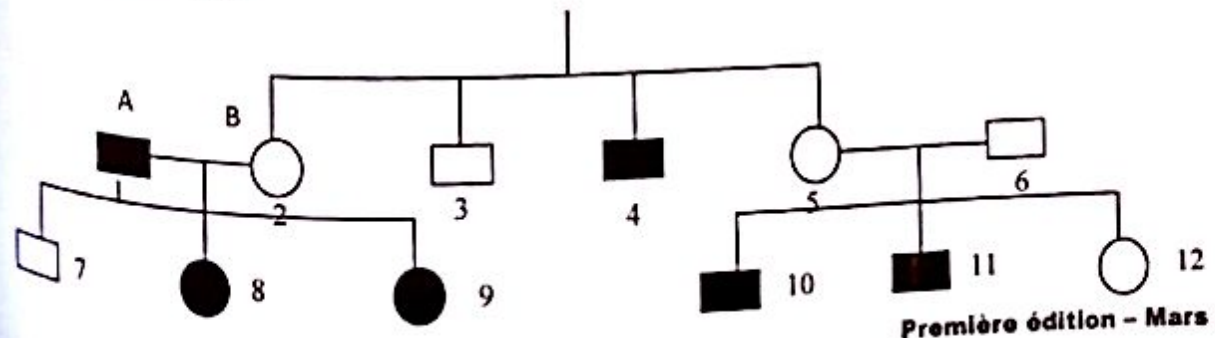
EXERCICE 84

Un homme daltonien A épouse une femme normale B. Ils ont trois (3) enfants : un garçon normal, une fille et un garçon daltoniens. La femme B a deux frères dont un daltonien et une sœur normale. Cette sœur ayant épousé un homme non daltonien, a deux fils daltoniens et une fille normale.

1. Reconstituez l'arbre généalogique de cette famille.
2. Dire à partir de ce pédigrée si ce caractère est dominant ou récessif.
3. Cette hérédité est-elle autosomale ou gonosomale ?
4. Donnez les génotypes de A et B.
5. Donnez les génotypes des parents de B.

SOLUTION

1. Arbre généalogique



2. Le daltonisme est récessif car la sœur de B avec son mari sont sains et ont donné deux garçons daltoniens.
3. L'hérédité est liée au sexe (le gène responsable est porté par le chromosome sexuel X) car les filles de la sœur de B daltoniens ont hérité la maladie de leur mère vectrice (il s'agit d'un croisement portant l'allèle morbide de son père et un chromosome portant l'allèle morbide de sa mère vectrice).
4. Symbole des allèles D (allèle normal) et d (allèle morbide) ; A : $X_D Y$, B : $X_D X_d$.
5. Mère : $X_D X_d$, père : $X_D Y$ ou $X_d Y$

EXERCICE 85

1. On croise deux lignées pures de pois, l'une à tiges longues et l'autre à tiges courtes. Tous les individus obtenus en F_1 sont à tiges longues. Que peut-on en déduire ?
2. On réalise ensuite un deuxième croisement entre deux plants de pois issus de deux grans rondes, l'un des plants à des tiges longues, l'autre à des tiges courtes. La descendance obtenue présente des phénotypes suivants :
 - 3/8 des graines rondes donnant des plants à tiges longues ;
 - 3/8 des graines rondes donnant des plants à tiges courtes ;
 - 1/8 des graines ridées donnant des plants à tiges longues ;
 - 1/8 des graines ridées donnant des plants à tiges courtes.
 Peut-on attribuer un génotype aux plants parentaux dans ce croisement ? Justifier les réponses.
 - 1') On croise cette fois-ci une drosophile grise avec une drosophile noire. On constate que tous les descendants de la première génération sont gris. Interprétez ces résultats.
 - 2') On croise une autre drosophile à corps gris avec une autre à corps noir. On constate qu'en première génération, il y a 340 drosophiles à corps gris, 337 drosophiles à corps noir. Interprétez les résultats obtenus à la première génération.

SOLUTION

1. Déduction : l'allèle "longues" (L) domine l'allèle "courtes" (l).
2. Oui, justification. Calcul des proportions statistiques en considérant les gènes individuellement
 - Gène responsable de la forme des graines : [rondes] = $3/8 + 3/8 = 3/4$; [ridées] = $1/8 + 1/8 = 1/4$; Ces résultats sont conformes à la deuxième loi de Mendel (pureté de gamètes), ce qui montre que l'allèle "rondes" (R) domine l'allèle "ridées" (r), il s'agit de $F_1 \times F_1$ d'où $Rr \times Rr$.
 - Gène responsable de la taille des tiges : [L] = $3/8 + 1/8 = 1/2$; [l] = $3/8 + 1/8 = 1/2$. Les proportions 1/2 et 1/2 sont celles du monohybridisme avec dominance cas du test cross, ainsi on a $Ll \times ll$. D'après ce qui précède, les génotypes des plants croisés sont $P_1 = RrLl$, $P_2 = Rrll$. Vérification $P_1 \times P_2$. Gamètes de P_1 : RL, Rl, rL et rl. Gamètes de P_2 : Rl et rl. Échiquier de croisement :

$P_1 \times P_2$	RL	Rl	rL	rl
RL	RRLl [RL]	RRll [Rl]	RrLl [RL]	Rrll [Rl]
rL	RrLl [RL]	Rrll [Rl]	rrLl [rL]	rrll [rl]

Bilan : 3/8 [RL], 3/8 [Rl], 1/8 [rL] et 1/8 [rl]

- 1') Interprétation : la F_1 est homogène. La 1^{ère} loi de Mendel est vérifiée (uniformité des hybrides de F_1 ce qui montre que l'allèle gris (G) domine noir (g). L'hérédité est autosomale. $GG \times gg$ donne après avoir produit les gamètes $F_1 = Gg$ d'où 100% [G].
- 2') On a 50% [G] et 50% [g], conformes aux proportions du test cross du monohybridisme d'où $Gg \times gg$. Après avoir produit les gamètes de chaque individu et l'échiquier de croisement, on a 1/2 [G] et 1/2 [g].

EXERCICE 86

On croise 2 races pures des souris entre elles: les descendants de la 1^{ère} génération sont constitués uniquement de souris grises.

1. Quelle conclusion peut-on tirer de ce résultat ?
2. Croisés entre eux les hybrides de F₁ fournissent une deuxième génération composée de 3/4 des souris grises et 1/4 des souris blanches. Interprétez ce résultat.
3. Un croisement entre une souris grise de F₁ et une souris blanche est effectué. Comment appelle-t-on ce croisement ? Quel est son intérêt ? Donner la composition génotypique des individus obtenus.

SOLUTION

1. Conclusion : la F₁ est homogène, ce résultat obéit à la 1^{ère} loi de Mendel (uniformité des hybrides de F₁), ce qui montre que l'allèle gris est dominant (d'où le symbole G).
2. Les résultats de F₂ (3/4 et 1/4) obéissent à la 2^{ème} loi de Mendel (pureté des gamètes). L'hérédité étant autosomique. Ces résultats montrent que l'allèle blanc est récessif (g). Interprétation génétique P : GG x gg, après avoir produit les gamètes on aura en F₁ : Gg d'où 100% [G].
F₁ x F₁ :

F ₁ x F ₁	G	g
G	GG [G]	Gg [G]
g	Gg [G]	gg [g]

Bilan : ¼ [G] et ¼ [g]

3. Il s'agit d'un test cross. Intérêt : il sert à déterminer le génotype de l'individu F₁ testé car si on obtient 50% et 50% alors cet individu est hétérozygote Gg, par contre si on obtient 100% c'est un homozygote GG. Composition génotypique des individus. Faites le croisement F₁ x gg ; gamètes de F₁: G et g; gamètes du parent g

Echiquier de croisement :

F ₁ x P	G	g
G	Gg [G]	gg [g]

Bilan : ½ Gg et ½ gg.

EXERCICE 87

Une plante A est croisée avec une plante B. En F₂, on a obtenu : plantes à feuilles vert pâle : 9 ; plantes à feuilles vert foncé : 29.

- a) De quel caractère étudie-t-on la transmission ?
- b) Quel est le mode transmission de ce caractère ? Justifiez votre réponse.
- c) Quel organisme cellulaire est responsable de la couleur des feuilles ?
- d) Faites un schéma annoté de cet organisme vu au microscope électronique.
- e) Comment pouvez-vous expliquer que certaines feuilles soient vert foncé et d'autres vert pâle ?
- f) Quelle est la couleur des feuilles des plantes F₁ ? Justifiez votre réponse.
- g) Faire un échiquier de croisement ayant conduit à la descendance F₂.

SOLUTION

- a) Le caractère étudié est la couleur des feuilles
- b) C'est le mode autosomal, car la transmission n'est pas liée au sexe.
- c) Il s'agit d'un chloroplaste
- d) Schéma du chloroplaste (confer cours)
- e) La coloration vert foncé est due à la forte teneur en chlorophylle, vert pâle due à la faible teneur de chlorophylle qui est gouverné par les gènes.

- f) F_1 : vert foncé. Car les résultats de F_2 (75% et 25%) sont ceux de l'autofécondation des hybrides de F_1 ayant pour phénotype vert foncé (calculer au préalable les proportions statistiques de F_2).
- g) Echiquier de croisement : Symboles « vert foncé » $\rightarrow V$, « vert pâle » $\rightarrow v$ P : $VV \times vv$ donne $F_1 = Vv$, 100% [V] $F_1 \times F_1 \rightarrow Vv \times Vv$. Gamètes de F_1 : V et v. Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	V	v
V	VV [V]	Vv [V]
v	Vv [V]	vv [v]

Bilan : $\frac{3}{4}$ [V] et $\frac{1}{4}$ [v].

EXERCICE 88

Une variété de vison (petit mammifère carnivore) kohinor, possède une fourrure blanche marquée d'une élégante ligne noire dorsale :

- le croisement kohinor \times blanc donne 50% kohinors + 50% blancs.
- le croisement kohinor \times noir donne 50% kohinors + 50% noirs.
- le croisement kohinor \times kohinor donne 50% kohinors + 25% blancs + 25% noirs. Interprétez les résultats.

SOLUTION

Interprétation : Les résultats des deux premiers croisements (1/2 et 1/2) sont semblables à ceux du *back cross* ou *test cross* du monohybridisme. Les résultats du dernier croisement (1/2, 1/4, 1/4) sont semblables à ceux de l'autofécondation dans le cas du monohybridisme avec codominance. Dans ce cas précis, l'allèle noir (N) et l'allèle Blanc (B) sont codominants, ce qui revient à symboliser kohinor par NB. Interprétation génétique; l'hérédité est autosomique :

- Premier croisement NB \times BB donne $\frac{1}{2}$ [NB] et $\frac{1}{2}$ [B].
- Deuxième croisement NB \times NN donne $\frac{1}{2}$ [NB] et $\frac{1}{2}$ [N].
- Troisième croisement NB \times NB donne $\frac{1}{2}$ [NB], $\frac{1}{4}$ [B] et $\frac{1}{4}$ [N]. Tous ces résultats sont conformes aux proportions statistiques.

EXERCICE 89 *

Deux drosophiles à ailes normales (ailes longues et transparentes) sont croisées. La progéniture présente deux phénotypes nouveaux : ailes sombres et taillées. Voici les produits du croisement :

- Femelles : 179 [transparentes, allongées], 58 [transparentes, taillées] ;
- Mâles : 92 [transparentes, allongées], 89 [sombres, allongées], 28 [transparentes, taillées], 31 [sombres, taillées].

1. Quels sont les caractères étudiés ?
2. Donnez une explication génétique de ces résultats ainsi que la représentation des génotypes des parents et de toutes les classes de la descendance.

EXERCICE 90 *

Une femme de groupe A et de vision normale a cinq enfants, soit : un garçon de groupe A et daltonien, une fille de groupe A et daltonienne, un garçon de groupe O et daltonien, une fille de groupe B et de vision normale, une fille de groupe A et de vision normale. Deux hommes qui ont eu des relations avec cette femme, un est de groupe AB et daltonien, l'autre de groupe A et à une vision normale. Lequel de ces hommes est le père probable dans chaque cas? (Rappelons que les gènes qui déterminent les groupes sanguins sont portés sur un autosome et que celui du daltonisme est porté par le chromosome X).

EXERCICE 91 *

On croise une souris de race pure à pelage brun et à moustaches raides avec une souris de race pure à pelage albinos et à moustache frisées. On obtient en F_1 100% de souris à pelage brun et à moustaches raide.

1. Quels sont les allèles dominants et récessifs ? Énoncer les diverses hypothèses concernant la situation de gènes sachant qu'ils sont portés tous les deux par des autosomes.
 2. On croise maintenant un hybride mâle F_1 avec une albinos à moustache frisée. On a obtenu en plusieurs portées :
 - 20 souris [pelage brun, moustaches raides] ;
 - 18 souris [pelage brun, moustache frisée] ;
 - 21 souris [pelage albinos, moustache raide] ;
 - 22 souris [pelage albinos, moustache frisée].
- a) Montrer que les deux gènes étudiés sont indépendants.
 - b) En quoi cet exemple montre-t-il que la reproduction sexuée est caractéristique de phénotypes nouveaux ?

EXERCICE 92

On croise un individu ABC avec un individu abc. Tous les individus issus de ce croisement sont

ABC.

- a) Donnez les génotypes des parents et des individus de la F_1 .
- b) On croise les individus de la F_1 entre eux. Donnez les différents types de gamètes produits par les individus de la F_1 .
- c) Sans passer par l'échiquier de croisement, déterminez les proportions phénotypiques attendues en F_2 . NB : il n'y a pas de liaison entre les trois couples de caractères.

SOLUTION

- a) Génotypes des parents et de F_1 . La F_1 est homogène conformément à la première loi de Mendel (uniformité des hybrides de F_1), ce qui montre que les allèles A, B et C sont dominants et les allèles a, b et c sont récessifs et les parents croisés sont de races pures. D'où $P_1 = AABBCc$ et $P_2 = aabbcc$. En faisant le croisement la $F_1 = AaBbCc$
- b) $F_1 \times F_1$; Pour les gamètes de F_1 on a $(A + a)(B + b)(C + c) = ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC$ et abc .
- c) Les proportions phénotypiques attendues en F_2 sont $27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$.

EXERCICE 93

Un aviculteur possède deux lots de volailles, l'un formé de coqs et de poules de race pure caractérisée par une crête en rose et un plumage noir, l'autre constitué d'animaux de race pure à crête simple et à plumage blanc.

Dans un premier temps, il procède à des croisements entre les deux races pures. Il constate que tous les produits F_1 issus de cette première opération ont une crête rose et plumage blanc. Dans un deuxième temps, il croise les volailles de cette génération F_1 entre elles et obtient une F_2 dont la composition numérique est la suivante :

- 559 volailles à crête en rose et plumage blanc ;
- 189 volailles à crête simple et plumage blanc ;
- 191 volailles à crête rose et plumage noir ;
- 61 volailles à crête simple et plumage noir.

- 1) Donnez une interprétation des résultats obtenus en F_1 et F_2 en vous appuyant sur les lois de Mendel.
- 2) L'aviculteur estime que les volailles à crête en rose et à plumage blanc possèdent à la fois les caractères de bonne pondeuses de race pure à crête simple et à plumage blanc et la précocité (caractère de croissance rapide) de la race à crête en rose et plumage noir. Il décide de sélectionner cette catégorie de volailles. Comment devra-t-il procéder pour obtenir la stabilité des caractères en question dans les générations futures ?

SOLUTION

- 1) Interprétation : La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée (uniformité des hybrides de F_1), ce qui montre que les allèles "rose" (R) et "blanc" (B) dominant respectivement les allèles "simple" (r) et "noir" (b).
Calcul de proportions de F_2 : on a 9 : 3 : 3 : 1, ce qui est conforme à loi 3^{ème} loi de Mendel (ségrégation indépendante des caractères), alors chaque individu F_1 a produit 4 types de gamètes dans les proportions 1/4 chacun. Interprétation génétique : L'hérédité est autosomale. $RrBb \times RrBb$, ce qui donne en F_1 $RrBb$ d'où 100% [RB]. Gamètes de F_1 , $(R + r)(B + b) = RB, Rb, rB, rb$. Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	RB	Rb	rB	rb
RB	RRBB [RB]	RRBb [RB]	RrBB [RB]	RrBb [RB]
Rb	RRBb [RB]	RRbb [Rb]	RrBb [RB]	Rrbb [Rb]
rB	RrBB [RB]	RrBb [RB]	rrBB [rB]	rrBb [rB]
rb	RrBb [RB]	Rrbb [Rb]	rrBb [rB]	rrbb [rb]

Bilan : 9/16 [RB], 3/16 [Rb], 3/16 [rB] et 1/16 [rb] (résultats conformes aux proportions statistiques).

- 2) Pour obtenir la stabilité des caractères (rose-blanc) dans les futures générations, l'éleveur doit réaliser dans un premier temps un test-cross c'est-à-dire qu'il doit croiser [rose-blanc] de F_2 avec le parent birécessif [simple-noir], s'il obtient 100% [rose-blanc], il a affaire donc à une race pure puis il croisera ces races pures [rose-blanc] entre elles pour obtenir dans les générations futures la stabilité des caractères.

EXERCICE 94

On croise des drosophiles de lignée pure: les mères ont des yeux normaux, les pères ont des yeux "bar" (réduit à une mince barre verticale). La génération F_1 comprend des femelles aux yeux rétiniformes intermédiaires entre ceux des parents, et des mâles aux yeux normaux.

- Interprétez ces résultats.
- Comment peut-on obtenir des femelles à yeux "bar" à partir d'individus étudiés précédemment ?
- Quel type de drosophile ne peut-on jamais obtenir ?

SOLUTION

- La F_1 est hétérogène, exception à la 1^{ère} loi de Mendel. Les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère (il s'agit d'un criss-cross) alors le gène est porté par le chromosome X. Les descendants femelles ont un caractère intermédiaire (codominance). Symboles : normal $\rightarrow X$ et bar $\rightarrow B$, rétiniforme $\rightarrow NB$. Interprétation génétique $X_N X_N \times X_B Y$ on obtient en F_1 : mâles $X_N Y$ et femelles $X_N X_B$ (1/2 et 1/2).
- pour obtenir les femelles bar, on doit croiser $X_B Y \times X_N X_B$ (faites ce croisement).
- On ne peut jamais obtenir les mâles aux yeux rétiniformes parce que le mâle est hétérogamétique et a un seul X qui porte l'allèle (soit l'allèle "normal", soit l'allèle "bar").

EXERCICE 95

Deux lignées pures de l'espèce végétale peuvent être caractérisées par leur grain de pollen. Dans l'une d'elles les grains de pollen sont jaunes et riches en amidon, dans l'autre ils sont oranges et riches en dextrine. On étudie les grains de pollen des hybrides en F_1 obtenue à partir de croisement de ces deux lignées pures. On trouve :

- 25% des grains de pollen jaunes et riches en amidon ;
- 25% grains de pollen jaunes et riches en dextrine ;
- 25% grains de pollen oranges et riches en amidon ;
- 25% grains de pollen oranges et riches en dextrine.

- a) Schématisez et expliquez la formation de grain de pollen. b) Si Q est la quantité d'ADN de départ d'une cellule mère productrice de cet élément. Construisez la courbe d'évolution d'ADN au cours de la formation de cet élément. Ce grain de pollen est-il un gamète ou un gamétophyte ? Justifiez la réponse.

- En supposant que cette espèce végétale est dioïque, expliquez comment a-t-on opéré pour obtenir la F_1 ?
- a) Donnez l'interprétation chromosomique du résultat obtenu. En supposant que l'allèle de la lignée pure jaune et riche en amidon, dominant. b) Quel est le type de brassage chromosomique qui justifie ce résultat ? Précisez son importance.

SOLUTION

- a) Schéma de la microsporogénèse (voir cours). Explication : une cellule mère du grain de pollen subit une méiose et donne 4 microspores haploïdes qui subissent chacun une endomitose et une différenciation pour devenir un grain de pollen. b) courbe d'évolution de l'ADN (à faire). Ce grain de pollen est un gamétophyte, car il forme les anthérozoïdes qui sont des gamètes.
- Pour obtenir la F_1 , on a procédé à la pollinisation croisée (pollinisation indirecte ou allogamie).
- a) Symbolisez les allèles, l'hérédité étant autosomique, donnez les génotypes des parents et réalisez le croisement pour avoir la F_1 et produire les gamètes (grains de pollen de F_1) par le système de développement (par exemple). NB : c'est une interprétation chromosomique donc mettez les allèles sur les chromosomes en bâtonnets ; dans ce cas précis, les gènes sont indépendants (c'est-à-dire que chaque allèle doit être sur son chromosome).
b) Il s'agit du brassage interchromosomique. **Importance** : il assure la diversité ou le polymorphisme génétique.

EXERCICE 96

Le croisement de deux souris des races pures, l'une à pelage blanc (albinos) et à moustaches frisées, l'autre à pelage brun et à moustaches raides a permis d'obtenir des hybrides de phénotype pelage brun et moustaches raides.

- a) Écrivez les génotypes et les phénotypes des parents et de F_1 , sachant que les gènes étudiés sont indépendants. b) Prévoyez les résultats du croisement entre une souris F_1 et un parent double récessif. c) Prévoyez les résultats du croisement entre deux souris de F_1 .
- Répondez aux trois mêmes questions a), b) et c) en supposant que les gènes sont liés (vous n'envisagerez que le cas de linkage absolu).

NB : les échiquiers de croisement sont attendus pour les résultats de certains croisements.

SOLUTION

1. a) La F_1 est homogène conformément à la première loi de Mendel, ce qui montre que les allèles brun (B) et raides (R) dominant respectivement les allèles blanc (b) et frisées (r). Génotypes des parents : $P_1 = bbr$, $P_2 = BBRR$. Phénotypes des parents $P_1 = [br]$, $P_2 = [BR]$. Faites le croisement entre P_1 et P_2 vous obtenez $F_1 = BbRr$. Génotype de $F_1 = BbRr$, phénotype de $F_1 = [BR]$. b) les résultats de $F_1 \times bbr$ sont $\frac{1}{4} [BR]$, $\frac{1}{4} [Br]$, $\frac{1}{4} [bR]$ et $\frac{1}{4} [br]$. $BbRr \times bbr$. Gamètes de F_1 : BR, Br, bR et br. Gamète du parent récessif : br

Echiquier de croisement :

$F_1 \times P$	BR	Br	bR	br
br	BbRr [BR]	Bbrr [Br]	bbRr [bR]	bbrr [br]

Bilan : $\frac{1}{4}$ chacun (proportions conformes). c) $F_1 \times F_1$: Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	BR	Br	bR	br
BR	BBRR [BR]	BBRr [BR]	BbRR [BR]	BbRr [BR]
Br	BBRr [BR]	BBrr [Br]	BbRr [BR]	Bbrr [Br]
bR	BbRR [BR]	BbRr [BR]	bbRR [bR]	bbRr [bR]
br	BbRr [BR]	Bbrr [Br]	bbRr [bR]	bbrr [br]

Bilan : $\frac{9}{16} [BR]$, $\frac{3}{16} [Br]$, $\frac{3}{16} [bR]$ et $\frac{1}{16} [br]$.

- a) Même chose que 1.a) ; b) Les résultats de $F_1 \times bbr$ sont $\frac{1}{2} [BR]$ et $\frac{1}{2} [br]$. Faites le croisement, produisez les gamètes puis réalisez l'échiquier de croisement. c) Les résultats de $F_1 \times$

F_1 sont $\frac{1}{4}$ [BR] et $\frac{1}{4}$ [br]. Faites le croisement, produisez les gamètes puis réalisez l'échiquier de croisement.

NB : pour le cas de gènes liés totalement (linkage absolu), la F_1 produit seulement deux types de gamètes, qui sont BR et br.

EXERCICE 97

Un croisement entre deux races pures des drosophiles femelle de type sauvage (corps gris et ailes longues) et une drosophile mâle au corps ébène ailes vestigiales a donné une génération F_1 composée de 182 drosophiles au corps gris ailes longues. On a ensuite croisé des drosophiles femelles de F_1 avec des drosophiles mâles aux ailes vestigiales et corps ébène. Les résultats obtenus après sont :

- 492 corps gris, ailes longues ;
 - 509 corps ébène, ailes longues ;
 - 515 corps gris, ailes vestigiales ;
 - 487 corps ébène, ailes vestigiales.
1. Précisez la nature du deuxième croisement et son intérêt.
 2. Interprétez les résultats obtenus. Schématisez le comportement des chromosomes qui permet d'obtenir ce résultat.
 3. Une drosophile du premier croisement F_1 est croisée avec l'une de 4 types précédemment obtenus. La descendance obtenue se répartit dans de proportions ci-après :
 - 3 drosophiles au corps gris, ailes longues ;
 - 3 drosophiles au corps ébène, ailes longues ;
 - 1 drosophile au corps gris, ailes vestigiales ;
 - 1 drosophile au corps ébène, ailes vestigiales.
 Déterminez les génotypes parentaux ?

SOLUTION

1. Nature du deuxième croisement : test-cross, intérêt : il permet de déterminer si les gènes sont liés ou indépendants.
2. Interprétation : la F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité de hybrides de la première génération », ce qui montre que "gris" (G) et "longue" (L) dominent respectivement "ébène" (g) et "vestigiale" (l). Interprétation de F_2 : calculez avant tout les proportions, vous aurez 25% (4 fois). Ces résultats montrent que les gènes étudiés sont indépendants et que la femelle F_1 a produit 4 types de gamètes dans les proportions 1/4 chacun. Schématisons le comportement de chromosomes : prenez la F_1 GgLl, mettez chaque allèle sur son chromosome en bâtonnet (car les gènes sont indépendants) puis faites un système de développement pour produire les quatre types de gamètes. Le mâle birécessif quant à lui n'a produit qu'un seul type de gamète. Interprétation génétique : l'hérédité étant autosomique, on a GGLL x ggll donne en F_1 = GgLl 100% [GL]. F_1 x ggll, après avoir produit les gamètes. Echiquier de croisement :

$F_1 \times P$	GL	Gl	gL	gl
gl	GgLl [GL]	Ggll [Gl]	ggLl [gL]	ggll [gl]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [GL], $\frac{1}{4}$ [Gl], $\frac{1}{4}$ [gL] et $\frac{1}{4}$ [gl].

3. $F_1 \times F_2$: détermination des génotypes parentaux : calculez les proportions statistiques en considérant les gènes individuellement. $nT = 3+3+1+1 = 8$. Gène responsable de la couleur [G] : $(3+1)/8 \times 100 = 50\%$, [g] = $(3+1)/8 \times 100 = 50\%$. Ces résultats sont conformes à celui du test cross du monohybridisme d'où Gg x gg. Gène responsable de la taille [L] = $(3+3)/8 \times 100 = 75\%$, [l] = $(1+1)/8 \times 100 = 25\%$. Ces résultats sont conformes à la deuxième loi de Mendel (pureté des gamètes) d'où Ll x Ll. De ce qui précède les génotypes parentaux sont $F_1 = GgLl$, $F_2 = ggll$. $GgLl \times ggll$. Gamètes de F_1 : GL, Gl, gL et gl. Gamètes de F_2 : gL et gl

Echiquier de croisement :

F ₁ x P	GL	Gl	gL	gl
gL	GgLL [GL]	GgLI [GL]	ggLL [gL]	ggLI [gL]
gl	GgLI [GL]	Ggll [Gl]	ggLI [gL]	ggll [gl]

Bilan : 3/8 [GL], 3/8 [gL], 1/8 [Gl] et 1/8 [gl].

XERCICE 98

- Des poulets appelés creepers ont des ailes et des pattes courtes.
- Quand on croise des "creepers" avec des individus normaux, on obtient statiquement toujours autant de "creepers" que de normaux.
 - Quand creepers sont croisés entre eux, on obtient toujours en moyenne deux creepers pour 1 normal.
 - Des individus normaux croisés entre eux ne donnent que des individus normaux.
- Question : comment expliquez-vous de tels résultats ?

SOLUTION

- En F₁ on obtient 50% [creepers] et 50% [normaux], résultats conformes au test cross du monohybridisme, ce qui montre qu'il y a un hybride F₁ croisé avec un parent récessif.
- On obtient 2 [creepers] et 1 [normal], c'est le résultat montrant la létalité d'un allèle creeper, ce qui montre que creeper (C) domine normal (c).
- L'allèle récessif normal à l'état homozygote s'exprime. Interprétation génétique : l'hérédité étant autosomique on a :
 - Cc x cc. Produire les gamètes et vous aurez 1/2 [C] et 1/2 [c].
 - Cc x Cc, produire les gamètes, réalisez un échiquier de croisement, vous 2/3 [C] et 1/3 [c] (NB: lorsque vous rencontrez CC dans l'échiquier veuillez le supprimer car ces individus meurent avant la naissance).
 - cc x cc, produire les gamètes, à la fécondation on aura cc d'où 100% [c].

XERCICE 99

- Pouvez énoncer les lois de Mendel.
- Définir : zygote, hétérozygote, homozygote, hybride.
- Qu'est-ce qu'un gène létal ? Comment le savoir ?
- Qu'est-ce qu'une mutation génique, ponctuelle, génomique, chromosomique, autosomique ?
Qu'est-ce qu'un caractère lié au sexe et comment le reconnaître ?
- Que conclure si on observe une descendance ayant le même phénotype ?
- Que conclure si on observe une descendance formée de 3/4 (ou 75%) et 1/4 (25%) ?
- Que conclure si on observe une descendance de 1/4 (25%), 1/4 (25%), 1/2 (50%) ? Que conclure si on observe une descendance formée de 1/4 (25%), 1/4 (25%), 1/4 (25%), 1/4 (25%) ?
- Que conclure si après le croisement de deux individus de même phénotype les pourcentages obtenus pour le phénotype parental sont de 2/3 (66%) et 1/3 (33%) de phénotype nouveau ?
- Que conclure si les phénotypes sont au nombre de quatre ?
- Que conclure si on obtient quatre phénotypes avec deux supérieurs mais proches de 50% et deux autres inférieurs mais proches de zéro ? Exemple : 41,5%, 41,5%, 8%, 8%. Que conclure si les phénotypes observés donnent : 2525, 2590, 2412, 2405 ?
- Que conclure si les phénotypes observés donnent : 442, 438, 65, 57 ?
- Que conclure si les phénotypes observés donnent : 166 et 74 ?
- Les lois de Mendel peuvent-elles s'appliquer à l'homme ou non ? Justifier.

SOLUTION

Première loi de Mendel : uniformité des hybrides de F₁ ; deuxième loi de Mendel : pureté des gamètes ; troisième loi de Mendel : disjonction indépendante des caractères.

2. Zygote : œuf issu de l'un d'un gamète mâle et d'un gamète femelle (point de départ d'un individu). hétérozygote : individu ayant deux allèles différents, homozygote : individu ayant allèles identiques. hybride = hétérozygote.
3. Gène létal : gène entraînant la mort de l'hôte à l'état homozygote, à partir des proportions de descendance (2/3 et 1/3).
4. Mutation génique = mutation ponctuelle : mutation qui touche une petite partie du chromosome (substitution, délétion... de nucléotides de l'ADN). mutation chromosomique = mutation génomique = mutation qui touche une grande partie du chromosome (translocation, délétion, inversion... Mutation autosomique : mutation qui touche les chromosomes non sexuels. Lié au sexe : caractère porté par le chromosome sexuel X ou Y. Pour X, on reconnaît par le criss cross. Pour Y, le caractère transmet son caractère à ses fils uniquement (sans exception).
5. Conclusion : le phénotype qui est apparu est dominant.
6. Résultats conformes à la deuxième loi de Mendel (pureté des gamètes), il s'agit de l'autofécondation des hybrides F_1 .
7. résultats d'un monohybridisme avec codominance (cas de l'autofécondation).
8. C'est un cas de gène létal.
9. Gènes indépendants ou encore partiellement liés.
10. Gènes partiellement liés avec intervention de crossing-over. Gènes indépendants (cas de test cross du dihybridisme).
11. Gènes partiellement liés avec intervention de crossing-over.
12. Il s'agit de l'autofécondation (cas du monohybridisme avec dominance complète).
13. Oui. Justification : croisement d'un homme aux yeux bruns avec une femme aux yeux bleus (de races pures) donnent en F_1 100% yeux bruns, ce qui vérifie la première loi de Mendel.

EXERCICE 100

On croise deux drosophiles de type sauvage. La F_1 donne:

- 187 mâles à œil framboise,
 - 199 mâles de type sauvage,
 - 45 femelles de type sauvage.
1. Les caractères étudiés sont-ils liés au sexe ?
 2. Quelle est l'allèle dominant ?
 3. Quels sont les génotypes des parents ?

SOLUTION

1. Oui
2. C'est l'allèle "sauvage"
3. Symboles de l'allèle sauvage S, framboise s ; génotypes des parents : mâle $X^S Y$, femelle $X^S X^S$.

EXERCICE 101

On croise une drosophile aux ailes longues de la race pure avec une drosophile aux ailes courtes de la race pure. On obtient à la génération F_1 : 52 drosophiles aux ailes longues.

1. Comment appelle-t-on les drosophiles croisées ?
2. Comment appelle-t-on ce type de croisement ?
3. Comment appelle-t-on les drosophiles obtenues ?
4. La première loi de Mendel est-elle vérifiée ? Justifier votre réponse.
5. Quel est le caractère dominant et le caractère récessif. Les symboliser. On croise entre elles les drosophiles de la F_1 et on obtient en F_2 : 77 drosophiles aux ailes longues et 23 drosophiles aux ailes courtes.
6. La deuxième loi de Mendel est-elle vérifiée ? Justifier votre réponse.
7. Etablir l'échiquier de croisement interprétant les résultats de la F_2 .

SOLUTION

1. Ce sont des parents
2. Il s'agit d'un monohybridisme
3. Ce sont des hybrides (de F_1)
4. Oui, justification : car la F_1 est homogène (puis qu'il s'agit de la dominance complète)
5. Caractère dominant : ailes longues ; caractère récessif : ailes courtes. Symbolisons les allèles : longues (L), courtes (l).
6. Oui, justification : calculer les proportions statistiques et vous aurez sensiblement 75% [L] et 25% [l] (proportions conformes à la deuxième loi de Mendel : pureté des gamètes).
7. Établissons l'échiquier de croisement. L'hérédité étant autosomique, on a LL x ll qui donne en F_1 = Ll d'où 100% [L]. F_1 x F_1 , ce qui entraîne Ll x Ll :

F_1 x F_1	L	l
L	LL [L]	Ll [L]
l	Ll [L]	ll [l]

On obtient 4 individus répartis comme suit : $\frac{3}{4}$ [L] et $\frac{1}{4}$ [l].

EXERCICE 102

Dans la nature, on rencontre des chats à queue et parfois des chats sans queue. On croise des chats à queue avec des chats sans queue. La descendance obtenue est la suivante : 24 chats sans queue et 26 chats à queue. L'auto fécondation des chats sans queue de la descendance précédente donne : 78 chats sans queue et 40 chats à queue.

1. Quel est le caractère et quels sont les phénotypes étudiés dans ces croisements ?
2. Par des raisonnements logiques, indiquez :
 - a) Le phénotype dominant et le phénotype récessif.
 - b) Parmi les chats parentaux, lesquels sont de lignée pure ? Comment procède-t-on pour savoir qu'une lignée est pure ?
 - c) Ce qui est à l'origine du rapport inhabituel de l'autofécondation des chats sans queue.
 - d) Comment appelle-t-on l'allèle qui détermine le phénotype "sans queue" ?

SOLUTION

1. Caractère étudié : aspect de la queue; phénotypes étudiés : sans queue et à queue.
2. a) Dans le deuxième croisement (autofécondation), on a en présence un seul phénotype (sans queue), à la descendance il apparaît un phénotype nouveau (à queue), ce résultat montre que le phénotype "sans queue" (Q) est dominant et le phénotype "à queue" (q) est récessif.
 - b) Lignée pure parentale : chats à queue ; pour savoir qu'une lignée est pure, on réalise de croisements à plusieurs reprises entre les individus de cette lignée, s'il y a invariance de caractère, on peut conclure qu'il s'agit d'une lignée pure.
 - c) Origine du rapport inhabituel : calculer d'abord les proportions statistiques de F_2 , vous aurez sensiblement 66,66% [Q] et 33,33% [q], c'est la mort de 25% des chats sans queue à l'état homozygote qui est à l'origine du rapport inhabituel à l'autofécondation. d) L'allèle déterminant le phénotype "sans queue" est appelé allèle létal.

EXERCICE 103

On croise une drosophile femelle aux yeux rouges et ailes longues de race pure avec un mâle aux yeux blancs et ailes courtes. Sachant que les caractères rouges et longs dominant respectivement les caractères blancs et courts, écrire les génotypes des parents, de la F_1 et de la F_2 .

SOLUTION

Il faut savoir que le gène responsable de la couleur des yeux chez les drosophiles est gonosomal tandis que le gène responsable de la taille des ailles est autosomique.
Symboles des allèles, rouges : R, blancs : r; longues : L, courtes : l.

Génotypes des parents : femelle = LLX_RX_R , mâle = lX_rY ;

Parents	lX_r	lY
LX_R	$LlX_RX_r \frac{1}{2} [LR]$	$LlX_RY \frac{1}{2} [LR]$

Génotypes de F_1 : F_1 femelles LlX_RX_r , F_1 mâles LlX_RY .

Pour avoir les génotypes de F_2 : F_1 mâle x F_1 femelle :

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	LX_R	lX_r	lX_R	lY
LX_R	$LLX_RX_R [LR]$	$LlX_RX_r [LR]$	$LlX_RX_R [LR]$	$LlX_RX_r [LR]$
lX_r	$LlX_RX_R [LR]$	$LlX_RX_r [LR]$	$llX_RX_R [IR]$	$llX_RX_r [IR]$
lY	$LLX_rY [LR]$	$LlX_rY [Lr]$	$LlX_RY [LR]$	$LlX_rY [Lr]$
lY	$LlX_RY [LR]$	$LlX_rY [Lr]$	$llX_RY [IR]$	$llX_rY [lr]$

On obtient 16 individus répartis comme suit :

Génotypes de F_2 :

Femelles : $[LR]$: LLX_RX_R , LLX_RX_r , LlX_RX_R , LlX_RX_r ; $[IR]$: llX_RX_R , llX_RX_r .

Mâles : $[LR]$: LLX_rY , LlX_rY ; $[Lr]$: LlX_rY , llX_rY ; $[IR]$: llX_RY ; $[lr]$: llX_rY .

EXERCICE 104

Dans un centre avicole les éleveurs observent la naissance des poussins. Parmi ces poussins on note la présence inattendue d'un mâle et d'une femelle différents des autres par la petite taille des ailes et des pattes. Les éleveurs les croisent avec les individus de taille normale et la descendance de cette forme de croisement est pour moitié constituée d'animaux de taille normale et à membres petits. Quand ils croisent entre eux les individus à membres petits, leur descendance est homogène.

1. Comment expliquer vous l'apparition de ces deux poussins ?
2. Interpréter les résultats.

SOLUTION

1. L'apparition de ces poussins peut s'expliquer par une mutation intervenue chez cette espèce.
2. Interprétation : premier croisement, en F_1 on obtient $\frac{1}{2}$ de taille normale et $\frac{1}{2}$ de petits, ces résultats sont conformes à ceux du test-cross du monohybridisme, ce qui montre qu'il y a un hybride croisé avec un parent récessif.

Deuxième croisement, cette homogénéité montre que l'allèle "petite taille" est récessif et s'exprime à l'état homozygote, de ce qui précède l'allèle "taille normale" est dominant. Symboles normal (N), petite (n).

Interprétation génétique : L'hérédité étant autosomale, on a, premier croisement $Nn \times Nn$, produire les gamètes, réaliser l'échiquier (ou passer directement à la fécondation) vous aurez Nn et nn d'où $\frac{1}{2} [N]$ et $\frac{1}{2} [n]$. Deuxième croisement $nn \times nn$, produire les gamètes, fécondation donne nn d'où 100% $[n]$ (résultat homogène). Tous les résultats de ces deux croisements sont conformes avec les résultats expérimentaux.

EXERCICE 105 *

On croise entre eux des plants A et B à fruits verts et courts et on obtient dans la descendance

- 305 plantes à fruits verts et courts ;
 - 96 à fruits verts et longs ;
 - 98 à fruits jaunes et courts ;
 - 35 à fruits jaunes et longs.
1. Expliquez la réalisation pratique du croisement envisagé. Comment appelle-t-on ce mode de croisement ?
 2. Analysez les résultats obtenus et proposez une interprétation génotypique.
 3. Parmi les plantes obtenues précédemment, on croise une plante C à fruits verts et courts avec une plante D à fruits verts et longs et on obtient :
 - 110 plants à fruits verts et courts ;

- 105 à fruits verts et longs ;
 - 32 à fruits jaunes et courts ;
 - 35 à fruits jaunes et longs.
4. Quel est le génotype des parents C et D ? Vérifiez votre hypothèse avec l'échiquier.
- On croise deux autres plantes, l'une E à fruit verts et longs et l'autre F à fruits jaunes et courts. On obtient alors :
- 70 à fruits verts et longs ;
 - 72 à fruits verts et courts ;
 - 76 à fruits jaunes et longs.
 - 77 à fruits jaunes et courts.
- Retrouvez le génotype des parents E et D ? Vérifiez votre hypothèse avec l'échiquier.

SOLUTION

1. Réalisation pratique du croisement envisagé : prendre les grains de pollen du plant A et déposer sur le stigmate du plant B (dont la fleur est préalablement préparée) puis couvrir avec un sac en forme de cul. Ce mode de croisement est appelé autofécondation (car les parents croisés sont identiques verts courts).
2. Analyse et interprétation : calcul des proportions statistiques
On a 9 : 3 : 3 : 1 conformes à la troisième loi de Mendel (disjonction indépendante des caractères), ce qui montre que ce sont les hybrides croisés entre eux. D'après les résultats les allèles verts (V) et courts (C) dominant respectivement les allèles jaunes (v) et longs (c) d'où les génotypes : A : VvCc, B : VvCc.
Gamètes de A ou B : VC, Vc, vC, vc.

Echiquier de croisement

A x B	VC	Vc	vC	vc
VC	VVCC [VC]	VVCc [VC]	VcCC [VC]	VvCc [VC]
Vc	VVCc [VC]	VVcc [Vc]	VvCc [VC]	Vvcc [Vc]
vC	VvCC [VC]	VvCc [VC]	vvCC [vC]	vvCc [VC]
vc	VvCc [VC]	Vvcc [Vc]	vvCc [vC]	vvcc [vc]

Bilan : 9/16[VC], 3/16[Vc], 3/16[vC] et 1/16[vc].

3. Calcul des proportions statistiques en considérant les gènes individuellement. nT = 282.
 - Gène responsable de la couleur des fruits :
[V] = $110 + 105 / 282 \times 100 = 75\%$; [v] = $32 + 35 / 282 \times 100 = 25\%$.
Ces proportions sont conformes à la deuxième loi de Mendel (pureté des gamètes), ce qui entraîne Vv x Vv.
 - Gène responsable de la taille des fruits
[C] = $110 + 32 / 282 \times 100 = 50\%$; [c] = $105 + 35 / 282 \times 100 = 50\%$.
Ces proportions sont conformes au test cross du monohybridisme, ce qui entraîne Cc x cc, de ce qui précède les génotypes sont C : VvCc, D : Vvcc.
Vérification : C x D ; Gamètes de C : VC, Vc, vC, vc. Gamètes de D : Vc, vc.

Echiquier de croisement

C x D	VC	Vc	vC	vc
Vc	VVCc [VC]	VVcc [Vc]	VvCc [VC]	Vvcc [Vc]
vc	VvCc [VC]	Vvcc [Vc]	vvCc [vC]	vvcc [vc]

Bilan : 3/8[VC], 3/8[Vc], 1/8[vC] et 1/8[vc] (proportions conformes).

4. Calcul des proportions statistiques :
 - Gène de couleur : [V] = [v] = 50%, test cross du monohybridisme, ce qui entraîne Vv x vv.

- Gène de taille : $[C] = [c] = 50\%$, test cross du monohybridisme, ce qui entraîne $Cc \times cc$, la descendance précède les génotypes sont $E : Vvcc$, $F : vvCc$.
Vérification : $E \times F$; Gamètes de $E : Vc, vc$; Gamètes de $F : vC, vc$.

Echiquier de croisement

$E \times F$	Vc	vc
vC	$VvCc \ 1/4 [VC]$	$vvCc \ 1/4 [vC]$
vc	$Vvcc \ 1/4 [Vc]$	$vvcc \ 1/4 [vc]$

EXERCICE 106

- on croise un chien à queue longue de race pure avec une chienne sans queue de race pure, on obtient en F_1 des chiens sans queues et des chiennes à queue courte.
- On croise une chienne à queue longue de race pure avec un chien sans queue de race pure, on obtient en F_1 des chiens à queue longue et des chiennes à queue courte.
 - Comment peut-on expliquer ces résultats ? Établir les génotypes des parents et ceux de la descendance dans chacun des deux cas.
 - Que donnera le croisement d'une chienne à queue courte et d'un chien à queue longue (vous donneriez les résultats phénotypiques et génotypiques).
 - On veut obtenir des chiens et des chiennes sans queue. Comment s'y prendrait-on à partir de la descendance obtenue à la question 2 ?
 - Peut-on isoler des chiens à queue courte ? Justifiez votre réponse.

SOLUTION

- Explication : Pour les deux croisements, la F_1 est hétérogène, exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère, c'est un test cross alors le gène responsable est porté par le chromosome sexuel X. Par contre, les femelles ont un caractère intermédiaire (courte), ce qui montre que les allèles "longue queue" (L) et "sans queue" (S) sont codominants d'où queue courte = LS. Génotypes :
 - mâle $X_L Y$, femelle $X_S X_S$. Faites le croisement, vous aurez en F_1 mâles $X_S Y$, femelles $X_L X_S$.
 - femelle $X_L X_L$, mâle $X_S Y$. Faites le croisement vous aurez en F_1 mâles $X_L Y$, femelles $X_L X_S$.
- vous aurez 4 individus répartis comme suit : $1/4 [L]$ femelles, $1/4 [L]$ mâles, $1/4 [LS]$ femelles et $1/4 [S]$ mâles (ce sont les proportions phénotypiques), $1/4 X_L X_L$, $1/4 X_L Y$, $1/4 X_L X_S$ et $1/4 X_S Y$ (ce sont les proportions génotypiques).
- croiser premièrement $X_L X_S \times X_S Y$ vous aurez $1/4 X_L X_S$, $1/4 X_S X_S$, $1/4 X_L Y$ et $1/4 X_S Y$. Puis croiser $X_S X_S \times X_S Y$, vous aurez : 100% [S] dont 50% de mâles et 50% de femelles.
- Non, car le mâle n'a qu'un seul chromosome X (qui porte soit longue queue soit sans queue).

EXERCICE 107

Une espèce de courge décorative comporte plusieurs variétés se reproduisant identiquement à elle-même. Les fleurs d'un plant appartenant à la variété à fruits blancs aplatis sont fécondées à l'aide d'un pollen prélevé sur les fleurs d'un plant de la variété à fruits jaunes et sphériques. Les grains obtenus donnent naissance à des plants portant des fruits blancs aplatis ces fruits fournissent des grains à partir desquels se développent 390 plants à fruits blancs, dont 83 à fruit sphériques, les autres à fruits aplatis, et 124 plants à fruits jaunes dont 90 à fruits aplatis, les autres à fruits sphériques. Analyser les résultats obtenus de manière à établir les lois fondamentales énoncées par Mendel.

SOLUTION

- Analyse : La F_1 est homogène conformément à la première loi de Mendel (uniformité des hybrides de F_1), ce qui montre que les allèles " blancs" (B) et "aplatis" (A) dominent respectivement les allèles "jaunes" (b) et "sphériques" (a).
- Interprétation de F_2 : Calcul des proportions statistiques
 $nT = 514$, $[Ba] = 83/514 \times 100 = 16,14\%$, $[BA] = 307/514 \times 100 = 59,72\%$, $[ba] = 90/514 \times 100 = 17,50\%$
 $[ba] = 34/514 \times 100 = 6,61\%$.

- Vu ces proportions, on peut les arrondir respectivement à 56,25%, 18,75%, 18,75% et 6,25% : proportions conformes à la troisième loi de Mendel (disjonction indépendante des caractères). Ce qui montre que les gènes étudiés sont indépendants. Interprétation génétique : P_1 BBAA x bbaa P_2 (on sait que l'hérédité est autosomale), Faites le croisement et vous aurez en F_1 BbAa d'où 100%[BA]. Faites le croisement entre les individus de F_1 , produire les gamètes (chaque F_1 produit 4 types de gamètes), réaliser l'échiquier de croisement et vous aurez 16 individus répartis comme suit : 9/16 [BA], 3/16 [Ba], 3/16 [bA] et 1/16 [ba].

EXERCICE 108

- On croise 2 races pures de maïs, l'une à graines bleues et lisses, l'autre à graines jaunes et ridées.
- On obtient en F_1 des graines lisses et violettes. Quels sont les caractères dominants ?
 - Les individus de la F_1 sont croisés entre eux. Quels sont les différents types de gamètes qu'ils produisent ? Etablir l'échiquier de croisement. On vérifiera que 6 phénotypes sont obtenus. Quelle sont les proportions de leurs représentants dans la population F_2 ? Vérifier que la moitié des graines sont violettes. Ce résultat pouvait-il être prévu ? Quelle est la proportion de graines bleues et jaunes, lisses et ridées ?
 - Quels sont les graines de cette génération F_2 dont le phénotype indique qu'ils sont de la race pure ? Pour un caractère ou pour deux ?
 - On croise entre eux deux graines ridées et violettes. Quelle sera, dans la population obtenue, la répartition statistique des caractères étudiés ?

SOLUTION

- L'allèle lisse (L) domine l'allèle "ridée" (l); les allèles "bleu" (B) et "jaune" (J) sont codominants.
- L'hérédité étant autosomique, on a BBLL x JJll, en F_1 vous aurez BJLl d'où 100% [BJL]. Prenez le génotype de F_1 , produisez les gamètes, vous aurez les types de gamètes suivants : BL, BI, JL et Jl.

Échiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	BL	BI	JL	Jl
BL	BBLL [BL]	BBLl [BL]	BJLl [BJL]	BJLl [BJL]
BI	BBLl [BL]	BBll [Bl]	BJLl [BJL]	BJll [BJl]
JL	BJLl [BJL]	BJll [BJl]	JJLl [JL]	JJll [Jl]
Jl	BJll [BJl]	BJll [BJl]	JJll [Jl]	JJll [Jl]

On obtient 6 phénotypes, dans les proportions suivantes : 6/16[BJL], 2/16[BJl], 3/16[JL], 3/16[BL], 1/16[Bll] et 1/16[Jll].

Vérification : [BJ] (violet) = 6/16+2/16=8/16= 1/2 ; Oui ce résultat peut-il être prévu.

Proportions de : [B] = 3/16+1/16=4/16= 1/4 ; [J] = 3/16+1/16= 1/4 ; [L] = 6/16+3/16+3/16= 3/4 ;

[l] = 2/16+1/16+1/16= 1/4.

- Races pures pour un caractère : BJll, BJLl, BBLl, JJLl. Races pures pour deux caractères (prenez les individus de la première diagonale dans l'échiquier) sont : BBLL, BBll, JJLL et JJll.
- Croiser lIBJ x lIBJ, produire les gamètes

Échiquier de croisement :

Parents	Bl	Jl
Bl	BBll [Bl]	BJll [BJl]
Jl	BJll [BJl]	JJll [Jl]

On obtient 4 individus répartis comme suit : 1/2 [BJl], 1/4 [Bl] et 1/4 [Jl].

EXERCICE 109

On croise deux souris de lignées pures différentes. La femelle présente le phénotype suivant : poils marron, oreilles pointues, museau noir. Le mâle est beige, a des oreilles arrondies et un museau rose. En F_1 , on obtient des individus marron, oreilles pointues, museau noir.

- A. Une femelle de F_1 est croisée avec son père ; après plusieurs portées, on obtient les résultats suivants :
- Beige, marron, rose : 46
 - Beige, arrondies, noir : 38
 - Beige, pointues, noir : 7
 - Beige, pointues, rose : 10
 - Marron, pointues, noir : 40
 - Marron, pointues, rose : 44
 - Marron, arrondies, noir : 8
 - Marron, arrondies, rose : 6
- B. Un mâle de F_1 croisé avec une femelle de lignée pure beige, arrondies, rose donne après plusieurs portées, les résultats :
- Femelles marron, pointues, noir : 41
 - Femelles marron, pointues, rose : 39
 - Mâles beige, arrondies, noir : 43
 - Mâles beige, arrondies, rose : 38
- Interprétez les résultats pour en déduire :
1. Le mode de transmission des gènes étudiés (dominance, récessivité).
 2. La localisation chromosomique de ces gènes.
 3. L'établissement de la carte factorielle : s'il y a lieu.

SOLUTION

La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 ». Ce qui montre que les allèles « marron » (M), « pointues » (P) et « noir » (N) dominent respectivement les allèles « beige » (m), « arrondies » (p) et « rose » (n).

A. Calcul des proportions statistiques de F_2 : $T = 199$

[mpn] = 23,11% ; [mpN] = 19,09% ; [mPN] = 3,51% ; [mPn] = 5,02% ; [MPN] = 20,10% ; [MPn] = 22,11% ; [MpN] = 4,02% ; [Mpn] = 3,01%.

Considérons les gènes « couleur du pelage » et « forme des oreilles »

$\sum PP = 84,41\% > \sum PR = 15,56\%$: Il s'est produit un crossing-over chez la femelle F_1 lors de l'ovogenèse, ce qui montre que ces deux gènes considérés sont partiellement liés.

Considérons les gènes « forme des oreilles » et « couleur du museau »

$\sum PP = \sum PR = 50\%$: Ce qui montre que ces gènes sont indépendants.

B. Calcul des proportions statistiques de F_2 : $T = 161$

Femelles [MPN] = 25% ; Femelles [MPn] = 25% ; Mâles [mpN] = 25% ; Mâles [mpn] = 25% : ces résultats montrent que les gènes « couleur du pelage » et « forme des oreilles » sont portés par le chromosome sexuel X, car les descendants mâles ont hérité les caractères de leur mère et les descendants femelles ceux de leur père (il s'agit d'un criss-cross). En revanche, le gène responsable de la « couleur du museau » est autosomal.

Interprétation génétique : Femelle $NNX_p^M X_p^M$ x mâle $nnX_p^m Y$

Gamète de la femelle : NX_p^M ; Gamètes du mâle : nX_p^m et nY

Echiquier de croisement :

Parents	nX_p^m	nY
NX_p^M	$NNX_p^M X_p^m$ 1/2 [MPN] femelles	$NnX_p^M Y$ 1/2 [MPN] mâles

A. $NNX_p^M X_p^m$ x $nnX_p^m Y$

Gamètes du mâle : nX_p^m et nY

Gamètes de la femelle F_1 : $(N + n)(X_p^M + X_p^m) = NX_p^M ; NX_p^m ; nX_p^M ; nX_p^m$.

Echiquier de croisement :

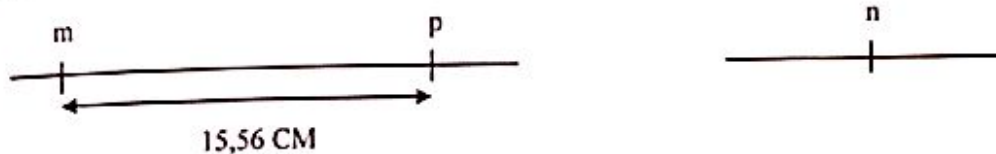
	NX_p^M	NX_p^m	NX_p^m	nX_p^M	nX_p^M	nX_p^m	nX_p^m
nX_p^m	$NnX_p^M X_p^m$ [MPN]	$NnX_p^m X_p^m$ [mPN]	$NnX_p^m X_p^m$ [mpN]	$nnX_p^M X_p^m$ [MPn]	$nnX_p^M X_p^m$ [Mpn]	$nnX_p^m X_p^m$ [mPn]	$nnX_p^m X_p^m$ [mpn]
nY	$NnX_p^M Y$ [MPN]	$NnX_p^m Y$ [mPN]	$NnX_p^m Y$ [mpN]	$nnX_p^M Y$ [MPn]	$nnX_p^M Y$ [Mpn]	$nnX_p^m Y$ [mPn]	$nnX_p^m Y$ [mpn]

B. $NnX_p^M Y \times nnX_p^m X_p^m$
 Gamètes du mâle de F_1 : NX_p^M ; NY ; nX_p^M ; nY . Gamète de la femelle : nX_p^m

Echiquier de croisement :

Parents	NX_p^M	NY	nX_p^M	nY
nX_p^m	$NNX_p^M X_p^m$ $\frac{1}{4}$ [MPN] femelles	$NnX_p^m Y$ $\frac{1}{4}$ [mpN] mâles	$nnX_p^M X_p^m$ $\frac{1}{4}$ [MPn] femelles	$nnX_p^m Y$ $\frac{1}{4}$ [mpn] mâles

Carte factorielle ou carte de linkage :

**EXERCICE 110**

Dans les localités situées de part et d'autre de la frontière entre le Cameroun et la RCA, se pratique la culture d'une plante tropicale, le manioc (*Manihot esculenta*), plante dont les tubercules sont utilisés pour la production de la farine de manioc destinée à la préparation d'un mets très prisé connu localement sous le nom de « Cam-ngueda ». Le manioc, contrairement à la fougère-aigle, est un spermaphyte et peut se reproduire aussi bien par les fleurs (reproduction sexuée) que par des boutures (reproduction végétative).

Dans ces localités, on connaît quatre variétés de *Manihot esculenta* : les plantes aux gros tubercules ayant un goût amer ; les plantes aux petits tubercules doux (c'est-à-dire ayant un goût agréable) ; les plantes aux gros tubercules doux ; les plantes aux petits tubercules au goût amer.

Lors d'une étude expérimentale, une pollinisation croisée entre les plantes de la variété pure « gros tubercules au goût amer » et celles de la variété pure « petits tubercules doux », donne uniquement des plantes aux gros tubercules au goût amer (F_1).

Une autofécondation réalisée chez ces individus de la génération F_1 (c'est-à-dire $F_1 \times F_1$) donne une deuxième génération F_2 constituée de :

- 3652 plantes aux gros tubercules amers ;
- 405 plantes aux petits tubercules doux ;
- 1215 plantes aux gros tubercules doux ;
- 1213 plantes aux petits tubercules amers.

1. Définir le terme spermaphyte.
2. Expliquez l'homogénéité des plantes obtenues en F_1 .
3. Après avoir comparé les résultats statistiques observés à ceux attendus, interprétez les résultats obtenus en F_2 .
4. On suppose que le gène « taille du tubercule » et le gène « goût du tubercule » sont liés. Le croisement entre les individus de F_1 donne une génération ayant les mêmes phénotypes que dans le cas précédant, mais à des proportions différentes. En effet, les plantes aux gros tubercules amers et les plantes aux petits tubercules doux ont des proportions presque égales et plus grandes que celles des autres plantes. Expliquez à l'aide des schémas, la formation des gamètes des individus de la F_1 , dans ce cas précis, conduisant à l'obtention des phénotypes de la F_2 .

5. a. Quels sont à votre avis, les caractères intéressants pour le paysan ?
- b. Que fera-t-il pour les conserver d'une génération à une autre ?

SOLUTION

Manioc (*Manihot esculenta*)

P_1 [gros - amer] x [petit - doux] $P_2 \Rightarrow F_1$ 100% [gros - amers]

$F_1 \times F_1 \Rightarrow F_2$ $\left\{ \begin{array}{l} 3652 \text{ [gros - amers]} \\ 405 \text{ [petits - doux]} \\ 1215 \text{ [gros - doux]} \\ 1213 \text{ [petits - amers]} \end{array} \right.$

1. Spermaphyte : plante à fleurs et à graines. Pollinisation croisée : c'est le transport et le dépôt des grains de pollen d'une fleur A sur le stigmate de la fleur B.
2. L'homogénéité des plantes de F_1 montre que la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». Les allèles "gros" (G) et "amer" (A) dominant respectivement les allèles "petits" (g) et "doux" (a).
3. Interprétation des résultats de F_2 :

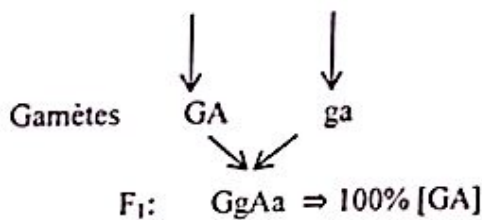
Calcul des proportions statistiques

$$\frac{3652}{405} = 9[GA] ; \frac{405}{405} = 1[ga] ; \frac{1215}{405} = 3[Ga] ; \frac{1213}{405} = 3[gA]$$

Les proportions 9 : 3 : 3 : 1 sont conformes à la troisième loi de Mendel « loi de disjonction indépendante des caractères ».

L'hérédité étant autosomale, on a :

Parents : P_1 GGAA x ggaa P_2



$F_1 \times F_1 \Rightarrow GgAa \times GgAa$. Gamètes de F_1 : (G + g)(A + a) = GA, Ga, gA et ga

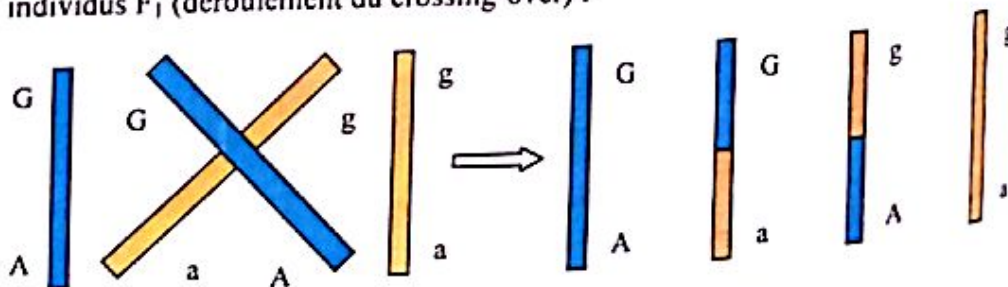
Carré de Punnett :

$F_1 \times F_1$	GA	Ga	gA	ga
GA	GGAA [GA]	GGaA [GA]	GgAA [GA]	GgAa [GA]
Ga	GGAa [GA]	GGaa [Ga]	GgAa [GA]	Ggaa [Ga]
gA	GgAA [GA]	GgAa [GA]	ggAA [gA]	ggAa [gA]
ga	GgAa [GA]	Ggaa [Ga]	ggAa [gA]	ggaa [ga]

Bilan : $\frac{9}{16} [GA] ; \frac{3}{16} [Ga] ; \frac{3}{16} [gA] ; \frac{1}{16} [ga]$: Ces proportions sont conformes aux proportions statistiques

4. Les gènes sont liés

$F_1 \times F_1 \Rightarrow F_2 : \sum PP > \sum PR$. Schéma explicatif de la formation des gamètes chez les individus F_1 (déroulement du crossing-over) :



Les individus de F_1 produisent chacun quatre types de gamètes
Taux de recombinaison = X%

Déterminons les proportions des gamètes de F_1

$$\sum \%PR = X\% \Rightarrow \sum \%PP = 100\% - X\%$$

$$\text{D'après ce qui précède : } GA = ga = \frac{100\% - X\%}{2}; Ga = gA = \frac{X\%}{2}$$

5. a. Les caractères intéressants pour le paysan sont "gros tubercules" et "doux".
- b. Pour conserver ces caractères d'une génération à une autre, le paysan doit pratiquer le bouturage.

EXERCICE 111

Un éleveur achète un couple de cobayes gris à pelage lisse. Dans les quatre ans qui suivent, l'éleveur constate que le couple de cobayes a donné naissance à un nombre N de petits ; parmi ces N , X était gris à pelage lisse, Y gris à pelage rude et Z à pelage blanc dont Z_1 à pelage lisse et Z_2 à pelage rude. NB : il n'y a pas eu crossing-over ou enjambement.

1. Énoncer la première loi de Mendel.
2. Le croisement ci-dessus est-il conforme à cette loi ? Pourquoi ?
3. Comment expliquez-vous ces résultats ?
4. Quels peuvent être les génotypes du couple des cobayes achetés par l'éleveur et des cobayes descendants gris à pelage lisse, gris à pelage rude ?
5. Comment l'éleveur peut-il s'assurer de la pureté des cobayes gris à pelage lisse ? Comment l'éleveur peut-il s'assurer de la pureté des cobayes blancs à pelage rude ?
6. Exprimer le nombre N en fonction d'une part de X et d'autre part de Z_2 .

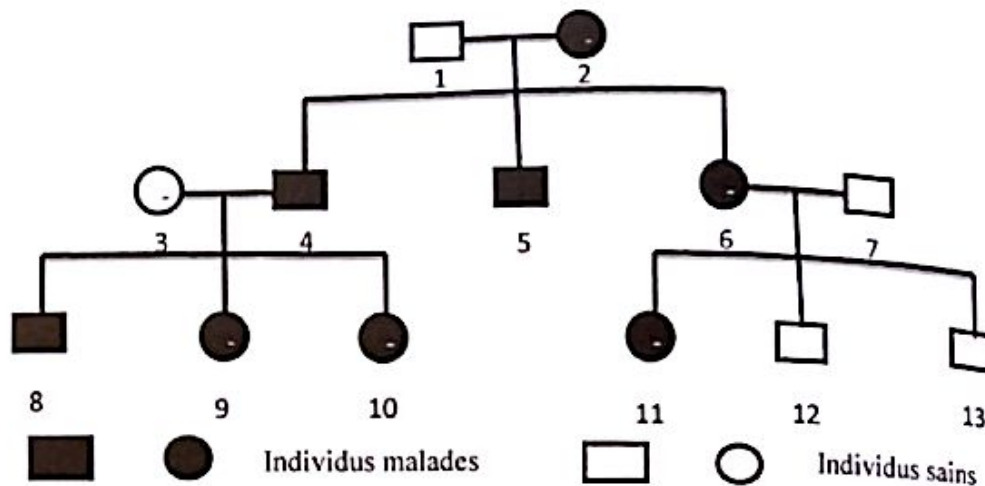
SOLUTION

1. Énoncé de la première loi de Mendel : « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ».
2. Non ; car la F_1 n'est pas homogène.
3. Ces résultats s'expliquent par le fait que les parents croisés sont hétérozygotes.
4. Les allèles "gris" (G) et "lisse" (L) dominant respectivement les allèles "blanc" (g) et "rude" (l). Génotypes du couple de cobayes : mâle : $Gg Ll$; femelle : $Gg Ll$.
Génotypes des descendants : $[GL]$: $GGLL$, $GGLl$, $GgLL$, $Gg Ll$; $[Gll]$: $GGll$, $Ggll$.
5. Pour s'assurer de la pureté des cobayes gris lisses, on doit réaliser un test-cross.
Pour s'assurer de la pureté des cobayes blancs rudes, on les croise entre eux et on obtiendra une invariance des caractères.
6. Exprimons N en fonction de X d'une part et de Z_2 d'autre part : $N = \frac{16}{9}X$ et $N = 16Z_2$

EXERCICE 112

La polykystose rénale est une maladie s'observant tardivement chez l'être humain. Elle se manifeste par une insuffisance rénale grave, nécessitant une hémodialyse et parfois même une greffe de rein. Le document suivant représente l'arbre généalogique simplifié d'une famille où la maladie s'est déclarée. Les individus 1 ; 3 et 7 sont issus des familles où la maladie ne s'est jamais manifestée.

1. Indiquer s'il est logique de penser que l'allèle de la maladie est récessif.
2. En raisonnant sur des individus bien choisis, expliquer pourquoi le gène de la maladie n'est pas situé sur les chromosomes sexuels.
3. Imaginer un mariage entre les cousins germains 11 et 8 de cet arbre généalogique.
 - a. Retrouver leur génotype.
 - b. Quel est le risque pour ce couple de donner naissance à un enfant malade ?



SOLUTION

- Il n'est pas logique de dire que l'allèle responsable de la maladie est récessif, il est plutôt dominant, car chaque enfant malade a au moins un de ses parents malades.
- Le gène n'est pas porté par les chromosomes sexuels :
 - S'il était porté par le chromosome Y, on n'aurait pas des femmes malades ;
 - S'il était porté par le chromosome X, le couple (3,4) n'aurait pas eu un garçon malade (8).
- Symbolisme des allèles : allèle normal = p ; allèle morbide = P
 - 8 et 11 ont pour génotype Pp.
 - Pp x Pp. Gamètes : P et p.

Echiquier de croisement :

8 x 11	P	p
P	PP [P]	Pp [P]
p	Pp [P]	pp [p]

Risque d'avoir un enfant malade est : $R = \frac{3}{4}$

EXERCICE 113 *

Le croisement entre deux drosophiles : une femelle aux yeux rouges briques et à corps jaune avec un mâle aux yeux blancs et à corps gris donne en F₁ la descendance composée de : femelles aux yeux rouges briques et à corps gris, mâles aux yeux rouges briques et à corps jaune. L'autofécondation donne en F₂ :

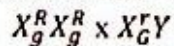
- 506 femelles aux yeux rouges briques et à corps jaunes ;
 - 494 femelles aux yeux rouges briques et à corps gris ;
 - 397 mâles aux yeux rouges briques et à corps jaunes ;
 - 98 mâles aux yeux rouges briques et à corps gris ;
 - 403 mâles aux yeux blancs et à corps gris ;
 - 102 mâles aux yeux blancs et à corps jaunes.
- Interpréter les résultats de la F₁ et écrire les génotypes des parents et des F₁.
 - Interpréter les résultats de la F₂ puis établir l'échiquier de croisement.
 - Déterminer les proportions statistiques des résultats de la F₂ selon les sexes.

SOLUTION

- Concernant la couleur des yeux, la F₁ est homogène conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de la première génération », ce qui montre que l'allèle "rouge brique" (R) domine l'allèle "blanc" (r). En ce qui concerne la couleur du corps, la F₁ est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants

mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants celui de leur père. Il s'agit d'un criss-cross alors les gènes responsables sont portés par le chromosome sexuel X. L'allèle "gris" (G) domine l'allèle "jaune" (g).

Génotypes des parents : femelle = $X_g^R X_g^R$ et mâle = $X_G^r Y$



Gamète de la femelle : X_g^R ; Gamète du mâle : X_G^r et Y

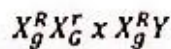
Echiquier de croisement :

Parents	X_G^r	Y
X_g^R	$X_g^R X_G^r$ $\frac{1}{2}$ [RG] femelles	$X_g^R Y$ $\frac{1}{2}$ [Rg] mâles

Génotypes de F_1 : $\left\{ \begin{array}{l} \text{femelles } X_g^R X_G^r \\ \text{mâles } X_g^R Y \end{array} \right.$

2. Interprétation des résultats de F_2 :

Calculez les proportions statistiques puis comparez les phénotypes parentaux et les phénotypes recombinés, vous aurez $\sum PP > \sum PR$ alors il s'est produit un crossing-over chez la femelle F_1 lors de la production des gamètes.



Gamètes de la femelle de F_1 : X_g^R ; X_G^r ; X_g^R ; X_G^r (par l'intermédiaire du crossing-over).

Gamètes du mâle de F_1 : X_g^R et Y

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	X_g^R	X_G^r	X_g^R	X_G^r
X_g^R	$X_g^R X_g^R$ [Rg] femelles	$X_g^R X_G^r$ [RG] femelles	$X_g^R X_g^R$ [RG] femelles	$X_g^R X_G^r$ [RG] femelles
Y	$X_g^R Y$ [Rg] mâles	$X_G^r Y$ [rg] mâles	$X_g^R Y$ [RG] mâles	$X_G^r Y$ [rG] mâles

3. Calcul des proportions statistiques de F_2 selon les sexes (à faire).

EXERCICE 114 *

Dans le centre de python de Ouidah, le groupe de chercheurs ETIEMMA étudie la transmission de deux caractères. Pour ce faire ETIEMMA croise des pythons mâles aux yeux rouges foncés et à tête large avec des pythons femelles aux yeux clairs et à tête moins large. Il obtient en F_1 :

- 21 pythons mâles aux yeux rouges foncés et à tête large ;
- 20 pythons femelles aux yeux rouges foncés et à tête large.

Il réalise ensuite un deuxième croisement entre des pythons femelles et des pythons mâles de la F_1 et obtient :

- 91 pythons mâles aux yeux rouges foncés et à tête large ;
- 31 pythons mâles aux yeux rouges foncés et à tête moins large ;
- 46 pythons femelles aux yeux rouges foncés et à tête large ;
- 47 pythons femelles aux yeux rouges clairs et à tête large ;
- 15 pythons femelles aux yeux rouges foncés et à tête moins large ;
- 16 pythons femelles aux yeux rouges clairs et à tête moins large.

1. Après avoir déterminé les caractères étudiés, dites lesquels sont récessifs.

2. Donnez les génotypes de F_1 et de F_2 .

3. Quels sont les résultats statistiques qu'on peut obtenir à partir du croisement des pythons mâles aux yeux rouges foncés et à tête large avec des pythons femelles aux yeux rouges clairs et à tête moins large de F_2 ?

SOLUTION

- Les caractères étudiés sont : couleur des yeux et largeur de la tête. Les caractères récessifs sont : rouges clairs et moins large.
- La F₁ est homogène, conformément à la première loi de Mendel « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». Ce qui montre que les caractères "rouges foncés" (R) et "large" (L) dominant respectivement les caractères "rouges clairs" (r) et "moins large" (l).

Calcul des proportions statistiques de F₁ : T = 41
 [RL] mâles = $\frac{21}{41} \times 100 = 50\%$; [RL] femelles = $\frac{20}{41} \times 100 = 50\%$

Calcul des proportions statistiques de F₂ : T = 246

[RL] mâles = 36,99% ≈ 37,5% ; [RI] mâles = 12,60% ≈ 12,5% ; [RL] femelles = 18,69% ≈ 18,75% ; [rL] femelles = 19,10% ≈ 18,75% ; [RI] femelles = 6,09% ≈ 6,25% ; [ri] femelles = 6,50% ≈ 6,25% : ces proportions montrent que les gènes étudiés sont indépendants. D'après les résultats de F₁, il ressort que le gène responsable de la couleur des yeux est porté par le chromosome sexuel X et le gène responsable de la largeur de la tête est autosomal. Les serpents étant des reptiles alors la femelle est hétérogamétique et le mâle est homogamétique.

Génotypes des parents : mâle : LLX_RX_R ; femelle : llX_rO

LLX_RX_R x llX_rO ; Gamètes du mâle : LX_R ; Gamètes de la femelle : lX_r et lO

Echiquier de croisement :

Parents	lX _r	lO
LX _R	LlX _R X _r ½ [RL] mâles	LlX _R O ½ [RL] femelles

Génotypes de F₁ { mâles : LlX_RX_r
 femelles : LlX_RO

LlX_RX_r x LlX_RO. Gamètes du mâle de F₁ : LX_R ; lX_r ; lX_R ; lO. Gamètes de la femelle de F₁ :

LX_R ; lO ; lX_R ; lO. Echiquier de croisement :

Parents	LX _R	lX _r	lX _R	lO
LX _R	LLX _R X _R [LR] mâles	LLX _R X _r [LR] mâles	LlX _R X _R [LR] mâles	LlX _R X _r [LR] mâles
lX _r	LlX _R X _R [LR] mâles	LlX _R X _r [LR] mâles	llX _R X _R [IR] mâles	llX _R X _r [IR] mâles
lO	LLX _R O [LR] femelles	LLX _r O [Lr] femelles	LlX _R O [LR] femelles	LlX _r O [Lr] femelles
lO	LlX _R O [LR] femelles	LlX _r O [Lr] femelles	llX _R O [IR] femelles	llX _r O [lr] femelles

Génotypes de F₂ :

{ mâles : [LR] = LLX_RX_R ; LLX_RX_r ; LlX_RX_R ; LlX_RX_r ; [IR] = llX_RX_R ; llX_RX_r
 Femelles : [LR] = LLX_RO ; LlX_RO ; [IR] = llX_RO ; [Lr] = LLX_rO ; LlX_rO ; [lr] = llX_rO

- Résultats statistiques du croisement :

Premier cas : LLX_RX_R x llX_rO. Gamète du mâle : LX_R. Gamètes de la femelle : lX_r et lO

Echiquier de croisement :

Parents	lX _r	lO
LX _R	LlX _R X _r ½ [LR] mâles	LlX _R O ½ [LR] femelles

Deuxième cas : LlX_RX_r x llX_rO

Gamètes du mâle : LX_R et lX_r ; Gamètes de la femelle : lX_r et lO. Echiquier de croisement :

Parents	lX _r	lO
LX _R	LlX _R X _r ¼ [LR] mâles	LlX _R O ¼ [LR] femelles
lX _r	llX _R X _r ¼ [IR] mâles	llX _R O ¼ [IR] femelles

Troisième cas : LlX_RX_r x llX_rO. Gamètes du mâle : LX_R et lX_r. Gamètes de la femelle : lX_r et lO

Echiquier de croisement :

Parents	IX_r	IO
LX_R	$LIX_R X_r \frac{1}{4}$ [LR] mâles	$LIX_R O \frac{1}{4}$ [LR] femelles
LX_r	$LIX_r X_r \frac{1}{4}$ [Lr] mâles	$LIX_r O \frac{1}{4}$ [Lr] femelles

Quatrième cas : $LIX_R X_r \times LIX_r O$. Gamètes du mâle : LX_R, LX_r, IX_R et IX_r . Gamètes de la femelle : IX_r et IO . Echiquier de croisement :

Parents	LX_R	LX_r	IX_R	IX_r
IX_r	$LIX_R X_r$ [LR] mâles	$LIX_r X_r$ [Lr] mâles	$II X_R X_r$ [IR] mâles	$II X_r X_r$ [lr] mâles
IO	$LIX_R O$ [LR] femelles	$LIX_r O$ [Lr] femelles	$II X_R O$ [IR] femelles	$II X_r O$ [lr] femelles

Bilan : $\frac{1}{4}$ [LR] ; $\frac{1}{4}$ [Lr] ; $\frac{1}{4}$ [IR] ; $\frac{1}{4}$ [lr].

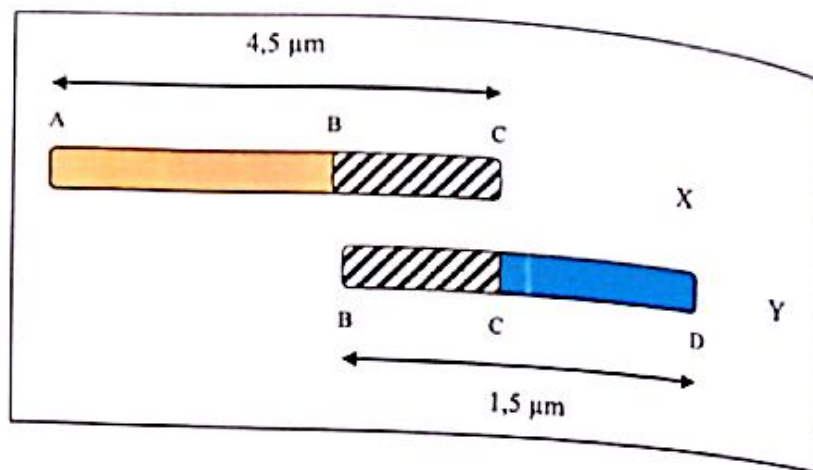
EXERCICE 115

Chez le poisson *Aplocheilus*, la femelle a deux chromosomes X, le mâle a un chromosome X et un chromosome Y. En pratiquant des croisements pour étudier la transmission de la coloration du corps, on a obtenu des résultats particuliers :

- Croisement 1 (P_1 et P_2 sont des races pures) :
mâle de couleur rouge \times P_2 femelle de couleur blanche. En F_1 , tous les poissons mâles et femelles sont rouges. En F_2 , on a : 86 mâles rouges, aucun mâle blanc ; 41 femelles rouges et 43 femelles blanches.
 - Croisement 2 : femelle de couleur blanche \times mâle F_1 du croisement 1. On obtient 197 femelles blanches et 211 mâles rouges (aucune femelle rouge, aucun mâle blanc).
 - Croisement 3 : (P_3 et P_4 sont de races pures) :
femelle de couleur rouge \times mâle de couleur blanche. En F_1 , tous les poissons mâles et femelles sont rouges. En F_2 , on a : 42 mâles rouges et 35 mâles blancs ; 87 femelles rouges, aucune femelle blanche.
1. D'après les résultats de deux F_1 , quelle est la localisation du gène la plus probable ? Les résultats des F_2 confirment-ils votre réponse ? Quel problème posent-ils ?
 2. Chez les poissons, les chromosomes X et Y sont homologues sur une grande partie de leur longueur. Démontrez que la coloration du corps chez les poissons peut-être transmise par un gène localisé sur cette partie.

SOLUTION

1. Les F_1 sont homogènes quel que soit le sens du croisement. Ce qui montre que l'allèle "rouge" (R) domine l'allèle "blanc" (r). La localisation du gène la plus probable est le mode autosomal. Calculons les proportions statistiques des F_2 :
 - Croisement 1 : T = 170 ; [R] mâles = 50% ; [R] femelles = 25% ; [r] femelles = 25%.
 - Croisement 2 : T = 408 ; [r] femelles = 25% ; [R] mâles = 50%.
 - Croisement 3 : T = 164 ; [R] mâles = 25% ; [r] mâles = 25% ; [R] femelles = 50%. Les résultats des F_2 ne confirment pas la réponse. Problème posé : les résultats de F_2 montrent que la transmission de ce caractère se fait selon le sexe.
2. Démonstration que la coloration du corps chez les poissons est transmise par un gène localisé sur la partie BC (commune à X et à Y) c'est-à-dire l'hérédité est pseudo-autosomale.



- Croisement 1 : $P_1 X_R Y_R \times X_r X_r P_2$
 Gamète de P_1 : X_R et Y_R ; gamète de P_2 : X_r
 Echiquier de croisement :

$P_1 \times P_2$	X_R	Y_R
X_r	$X_R X_r \frac{1}{2}$ [R] femelles	$X_r Y_R \frac{1}{2}$ [R] mâles

$F_1 \times F_1 : X_R X_r \times X_r Y_R$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	X_R	X_r
X_r	$X_R X_r$ [R]	$X_r X_r$ [r]
Y_R	$X_R Y_R$ [R]	$X_r Y_R$ [R]

Bilan : $\frac{1}{2}$ [R] mâles ; $\frac{1}{4}$ [R] femelles ; $\frac{1}{4}$ [r] femelles.

- Croisement 2 : $X_r X_r \times X_r Y_R$

Echiquier de croisement :

Parents	X_r	Y_R
X_r	$X_r X_r \frac{1}{2}$ [r] femelles	$X_r Y_R \frac{1}{2}$ [R] mâles

- Croisement 3 : $X_R X_R \times X_r Y_r$

Echiquier de croisement :

Parents	X_R	Y_r
X_R	$X_R X_r \frac{1}{2}$ [R] femelles	$X_R Y_r \frac{1}{2}$ [R] mâles

$F_1 \times F_1 : X_R X_r \times X_R Y_r$. Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	X_R	X_r
X_R	$X_R X_R$ [R]	$X_R X_r$ [R]
Y_r	$X_R Y_r$ [R]	$X_r Y_r$ [r]

Bilan : $\frac{1}{2}$ [R] femelles ; $\frac{1}{4}$ [R] mâles ; $\frac{1}{4}$ [r] mâles : Tous ces résultats sont conformes aux résultats théoriques.

EXERCICE 116

La diversité des êtres vivants résulte de brassages génétiques amplifiés par la fécondation. Ces mécanismes peuvent être révélés par des croisements expérimentaux chez les papillons effectués par les membres de la collection FRESH.

Ils croisent deux individus de la fausse teigne du chou : une femelle et un mâle tous à corps beige et aux ailes tachetées. Ils obtiennent les résultats suivants :

- 125 femelles à corps beige et ailes tachetées ;
- 42 femelles à corps jaune et ailes uniformes ;
- 124 femelles à corps beige et ailes uniformes ;
- 43 femelles à corps jaune et ailes tachetées ;
- 251 mâles à corps beige et ailes tachetées ;

- 83 mâles à corps jaune et ailes tachetées.
- 1. Après avoir défini « sexe hétérogamétique » et « sexe homogamétique », recenser les caractères étudiés puis dire quels sont les caractères dominants et les caractères récessifs.
- 2. Donner les symboles correspondants aux allèles.
- 3. Donner une localisation chromosomique de ces gènes.
- 4. Interpréter ces résultats et donner les génotypes des parents.
- 5. Donner la composition génotypique et phénotypique de la descendance sous forme d'un tableau.

SOLUTION

1. Sexe hétérogamétique : désigne un individu possédant des chromosomes sexuels différents (XY chez les mammifères, XO ou ZW chez les volailles). Sexe homogamétique : désigne un individu possédant des chromosomes sexuels identiques (XX chez les mammifères, XX ou ZZ chez les volailles). Les caractères étudiés sont : couleur du corps et forme des ailes. Les caractères dominants sont "beige" (B) et "tachetées" (T), les caractères récessifs sont "jaune" (b) et "uniformes" (t).
2. Symboles correspondants aux allèles (confer la réponse de la question 1).
3. Calculons les proportions statistiques : T = 668 ;
 [BT] femelles = 18,75% ; [bt] femelles = 6,25% ; [Bt] femelles = 18,75% ;
 [bT] femelles = 6,25% ; [BT] mâles = 37,5% ; [bT] mâles = 12,5%
 Ces proportions montrent que les gènes sont indépendants.
 Considérons la couleur du corps : [B] = 75% et [b] = 25%, ces résultats sont conformes à la deuxième loi de Mendel « pureté des gamètes », ce qui montre que le gène responsable de la couleur du corps est autosomal. On peut déduire que le gène responsable de la forme des ailes est porté par le chromosome sexuel X.
4. Il y a la ségrégation indépendante des caractères. Les génotypes des parents sont :
 Parent mâle : $BbX_T X_t$; Parent femelle : $BbX_T O$
5. $BbX_T X_t \times BbX_T O$. Gamètes du mâle : BX_T ; bX_T ; BX_t ; bX_t . Gamètes de la femelle : BX_T ; BO ; bX_T ; bo .

Echiquier de croisement :

Parents	BX_T	bX_T	BX_t	bX_t
BX_T	$BBX_T X_T$ [BT] mâles	$BbX_T X_T$ [BT] mâles	$BBX_T X_t$ [BT] mâles	$BbX_T X_t$ [BT] mâles
bX_T	$BbX_T X_T$ [BT] mâles	$bbX_T X_T$ [bT] mâles	$BbX_T X_t$ [BT] mâles	$bbX_T X_t$ [bT] mâles
BO	$BBX_T O$ [BT] femelles	$BbX_T O$ [BT] femelles	$BBX_t O$ [Bt] femelles	$BbX_t O$ [Bt] femelles
bo	$BbX_T O$ [BT] femelles	$bbX_T O$ [bT] femelles	$BbX_t O$ [Bt] femelles	$bbX_t O$ [bt] femelles

Composition génotypique et phénotypique de la descendance :

Sexes	Proportions génotypiques	
	Proportions phénotypiques	Proportions génotypiques
Mâles	3/8 [BT]	1/16 $BBX_T X_T$; 1/16 $BBX_T X_t$; 1/8 $BbX_T X_T$; 1/8 $BbX_T X_t$
	1/8 [bT]	1/16 $bbX_T X_T$; 1/16 $bbX_T X_t$
Femelles	3/16 [BT]	1/16 $BBX_T O$; 1/8 $BbX_T O$;
	3/16 [Bt]	1/16 $BBX_t O$; 1/8 $BbX_t O$
	1/16 [bT]	1/16 $bbX_T O$
	1/16 [bt]	1/16 $bbX_t O$

EXERCICE 117 *

Au centre de recherche de GAS-PLUS, Remy un éleveur effectue les croisements :

- Premier croisement : il croise un coq aux duvets rouges et au plumage noir tacheté de blanc et obtient en F_1 : 250 coqs aux duvets rouges et au plumage noir, 251 poules aux duvets rouges et au plumage noir tacheté de blanc.
- Deuxième croisement : il croise des coqs et des poules de la F_1 et obtient :
 - 366 coqs aux duvets rouges et au plumage noir ;
 - 120 coqs aux duvets rouges et au plumage noir tacheté de blanc ;
 - 180 poules aux duvets rouges et au plumage noir
 - 182 poules aux duvets jaunes et au plumage noir
 - 62 poules aux duvets rouges et au plumage noir tacheté de blanc ;
 - 61 poules aux duvets jaunes et au plumage noir tacheté de blanc.

Interpréter ces résultats.

EXERCICE 118 *

Des souris femelles jaunes à poils courts, moustaches frisées sont croisées avec des mâles jaunes à poils longs moustaches raides. En F_1 on obtient : 102 souris jaunes à poils longs moustaches raides et 49 souris grises à poils longs moustaches raides. Les souris grises de la F_1 sont croisées avec des mâles de la lignée jaune, poils courts, moustaches frisées. On obtient dans la descendance les résultats suivants :

- 100 souris jaunes, poils courts, moustaches frisées ;
- 100 souris jaunes, poils longs, moustaches raides ;
- 12 souris jaunes, poils longs, moustaches frisées ;
- 12 souris jaunes, poils courts, moustaches raides ;
- 99 souris grises, poils courts, moustaches frisées ;
- 101 souris grises, poils longs, moustaches raides ;
- 13 souris grises, poils courts, moustaches raides ;
- 11 souris grises, poils longs, moustaches frisées.

Interpréter ces résultats.

EXERCICE 119 *

On se propose d'étudier le mode de transmission des caractères "longueur des antennes" et "forme des soies" chez les mouches. Pour cela, on croise deux individus de races pures. La femelle a les soies courtes et les antennes normales, le mâle a des soies bouclées et les antennes atrophiées. Les individus de la F_1 ont des soies courtes et les antennes normales. Le croisement des individus de la F_1 fournit les résultats ci-après :

- 820 femelles à soies courtes et antennes normales ;
- 402 mâles à soies courtes et antennes normales ;
- 395 mâles à soies bouclées et antennes atrophiées ;
- 28 mâles à soies courtes et antennes atrophiées ;
- 24 mâles à soies bouclées et antennes normales.

Dans cette génération (F_2), deux individus se sont révélés différents des autres. Il s'agit d'un mâle et d'une femelle à antennes normales, mais dépourvus des soies. Le croisement entre ces deux individus donne : des femelles sans soies et à antennes normales, 50% des mâles sans soies et à antennes normales, 50% des mâles sans soies et à antennes courtes (atrophiées).
Interpréter ces résultats.

EXERCICE 120 *

Dans une population de souris blanches en élevage au centre de recherche de GAS-PLUS, sont apparus des individus à museau tacheté, insensibles au bruit et dépourvus de queue. Des croisements ont été réalisés pour comprendre la diversité des phénotypes de ces souris.

Premier croisement : On croise des souris femelles à museau tacheté, insensibles au bruit et dépourvues de queue avec des souris mâles saines et dépourvues de tare cachée. Les souriceaux issus de ce croisement sont repartis comme suit :

- 187 souriceaux mâles à museau uniforme, sensibles au bruit et à queue longue ;
- 376 souriceaux femelles dont la moitié est à museau uniforme, sensibles au bruit et à queue longue alors que le reste est à museau tacheté mais à queue longue et sensibles au bruit.

Deuxième croisement : Les souriceaux mâles devenus adultes ont été croisés avec des souris à museau tacheté, sans queue et insensibles au bruit. Les phénotypes des nouveaux souriceaux obtenus sont les suivants : 510 souriceaux mâles dont :

- 238 à museau uniforme, insensibles au bruit et sans queue ;
- 234 à museau uniforme, sensibles au bruit et à queue longue ;
- 18 à museau uniforme, sensibles au bruit et sans queue ;
- 20 à museau uniforme, insensibles au bruit et à queue longue.

1025 souriceaux femelles :

- 238 à museau uniforme, insensibles au bruit et sans queue ;
- 240 à museau uniforme, sensibles au bruit et à queue longue ;
- 20 à museau uniforme, insensibles au bruit et à queue longue ;
- 18 à museau uniforme, sensibles au bruit et sans queue ;
- 236 à museau tacheté, insensibles au bruit et sans queue ;
- 234 à museau tacheté, sensibles au bruit et à queue longue ;
- 20 à museau tacheté, insensibles au bruit et à queue longue ;
- 19 à museau tacheté, sensibles au bruit et sans queue.

Interpréter ces résultats.

EXERCICE 121 *

Dans le but d'étudier les mécanismes de transmission de deux caractères chez les lapins, on effectue les croisements ci-après :

Premier croisement : des lapines aux yeux pourpres et oreilles longues sont croisées avec des lapins aux yeux bruns et oreilles courtes. Les individus croisés sont tous de race pure. On obtient une première génération (F_1) constituée de lapins aux yeux pourpres et aux oreilles moyennes.

Deuxième croisement : des lapines aux yeux bruns et oreilles courtes sont croisées avec des lapins aux yeux pourpres et oreilles longues ; les parents croisés sont de race pure. La descendance obtenue est composée d'individus tous aux yeux pourpres, mais les lapins ont des oreilles courtes et les lapines ont des oreilles moyennes.

Troisième croisement : les lapines hybrides du deuxième croisement sont croisées avec des lapins aux yeux pourpres et aux oreilles courtes. On obtient une descendance composée de :

- 35 lapines aux yeux pourpres et oreilles moyennes ;
- 37 lapines aux yeux pourpres et oreilles courtes ;
- 12 lapines aux yeux bruns et oreilles courtes ;
- 12 lapines aux yeux bruns et oreilles moyennes ;
- 37 lapins aux yeux pourpres et oreilles longues ;
- 35 lapins aux yeux pourpres et oreilles courtes ;
- 13 lapins aux yeux bruns et oreilles courtes ;
- 11 lapins aux yeux bruns et oreilles longues.

Interpréter ces résultats.

EXERCICE 122

Le pelage des lapins domestiques présente trois (3) aspects liés à la variation d'un gène : Type chinchilla = pelage uniforme mais argenté ; Type himalayan = pelage blanc, sauf aux extrémités (nez, queue et pattes antérieures pigmentés) ; Type albinos = pelage uniformément blanc.

- a. Le croisement chinchilla x himalayan donne en F_1 des chinchilla et en F_2 $\frac{1}{4}$ chinchilla et $\frac{1}{4}$ himalayan. Le croisement chinchilla x albinos donne en F_1 des chinchilla et en F_2 $\frac{1}{4}$ chinchilla et $\frac{1}{4}$ albinos. Le croisement himalayan x albinos donne en F_1 des himalayan et en F_2 $\frac{1}{4}$ himalayan et $\frac{1}{4}$ albinos. Interpréter ces résultats obtenus à partir des races pures.
- b. Une cage renferme une femelle himalayan et deux mâles, un albinos et un chinchilla. La femelle a huit (8) descendants : 2 himalayan, 4 chinchilla et 2 albinos. Quel est le père et quels sont les génotypes de la mère, du père et des descendants ?

SOLUTION

- a. Interprétation des résultats : Les F_1 sont homogènes conformément à la première loi de Mendel « uniformité des hybrides de la première génération », ce qui montre que chinchilla (C^{ch}) domine himalayan (C^h) et himalayan domine albinos (C^a). Les résultats des F_2 sont conformes à la deuxième loi de Mendel « pureté des gamètes ».

- Premier croisement : $C^{ch}C^{ch} \times C^hC^h$ donne en $F_1 = C^{ch}C^h$ 100% [C^{ch}]. $F_1 \times F_1$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	C^{ch}	C^h
C^{ch}	$C^{ch}C^{ch}$ [C^{ch}]	$C^{ch}C^h$ [C^{ch}]
C^h	C^hC^{ch} [C^{ch}]	C^hC^h [C^h]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [C^{ch}] et $\frac{1}{4}$ [h].

- Deuxième croisement : $C^{ch}C^{ch} \times C^aC^a$ donne en $F_1 = C^{ch}C^a$ 100% [C^{ch}]. $F_1 \times F_1$

Echiquier de croisement :

$F_1 \times F_1$	C^{ch}	C^a
C^{ch}	$C^{ch}C^{ch}$ [C^{ch}]	$C^{ch}C^a$ [C^{ch}]
C^a	C^aC^{ch} [C^{ch}]	C^aC^a [a]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [C^{ch}] et $\frac{1}{4}$ [Ca].

- Troisième croisement : $C^hC^h \times C^aC^a$ donne en $F_1 = C^hC^a$ 100% [C^h]. $F_1 \times F_1$

$F_1 \times F_1$	C^h	C^a
C^h	C^hC^h [C^h]	C^hC^a [C^h]
C^a	C^aC^h [C^h]	C^aC^a [C^a]

Bilan : $\frac{1}{4}$ [C^h] et $\frac{1}{4}$ [C^a].

- b. Calcul des proportions statiques : $T = 8$; [C^h] = 25% ; [C^{ch}] = 50% ; [C^a] = 25%, ces résultats montrent que les parents sont hétérozygotes d'où les génotypes suivants :

Mère : C^hC^a ; Père : $C^{ch}C^a$.

$C^hC^a \times C^{ch}C^a$. Echiquier de croisement :

Parents	C^h	C^a
C^h	C^hC^h [C^h]	C^hC^a [C^h]
C^a	C^aC^h [C^h]	C^aC^a [C^a]

Bilan : $\frac{1}{2}$ [C^{ch}] ; $\frac{1}{4}$ [C^h] ; $\frac{1}{4}$ [C^a].

Les génotypes des descendants sont : [C^{ch}] = $C^{ch}C^h$, $C^{ch}C^a$; [C^h] = C^hC^a ; [C^a] = C^aC^a

EXERCICE 123

On croise des drosophiles femelles noires aux yeux allongés avec des mâles gris aux yeux normaux. Ces deux lignées étant pures ; en F_1 toutes les drosophiles sont grises mais les mâles ont les yeux allongés et les femelles, les yeux normaux.

On croise les mâles de F_1 et les femelles de F_1 entre eux.
On détermine la descendance :

- $\frac{3}{16}$ de femelles grises aux yeux normaux ;
- $\frac{3}{16}$ de femelles grises aux yeux allongés ;
- $\frac{1}{16}$ de femelles noires aux yeux normaux ;
- $\frac{1}{16}$ de femelles noires aux yeux allongés ;
- $\frac{3}{16}$ de mâles gris aux yeux normaux ;
- $\frac{3}{16}$ de mâles gris aux yeux allongés ;
- $\frac{1}{16}$ de mâles noirs aux yeux normaux ;
- $\frac{1}{16}$ de mâles noirs aux yeux allongés.

- 1) Interprétez ces résultats.
- 2) Etablir les génotypes des parents et des individus de F_1 et de F_2 .

SOLUTION

1. Interprétation

- Couleur du corps : la F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de la première génération ». ce qui montre que l'allèle "gris" (G) domine l'allèle "noir" (g). Le gène responsable de la couleur du corps est porté par un autosome.
- Forme des yeux : la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi de Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants femelles celui de leur père. Il s'agit d'un criss-cross alors le gène responsable est gonosomal. D'après ce résultat, l'allèle dominant est "normaux" (N) et l'allèle récessif est "allongés" (n).

2. Génotypes :

- Des parents : mâle = GGX_NY ; femelle = ggX_nX_n

Parents	GX_N	GY
gX_n	$GgX_NX_n \frac{1}{2} [GN]$	$GgX_nY \frac{1}{2} [Gn]$

- Des individus de F_1 { Femelles : GgX_NX_n
Mâles : GgX_nY

$F_1 \times F_1$	GX_N	GX_n	gX_N	gX_n
GX_n	$GGX_NX_n [GN]$	$GGX_nX_n [GN]$	$GgX_NX_n [GN]$	$GgX_nX_n [Gn]$
gX_n	$GgX_NX_n [GN]$	$GgX_nX_n [Gn]$	$ggX_NX_n [gN]$	$ggX_nX_n [gn]$
GY	$GGX_nY [GN]$	$GGX_NY [Gn]$	$GgX_nY [GN]$	$GgX_nY [Gn]$
gY	$GgX_nY [GN]$	$GgX_nY [Gn]$	$ggX_nY [gN]$	$ggX_nY [gn]$

- Des individus de F_2 :

{ Femelles : $[GN]: GGX_NX_n, GgX_nX_n$; $[Gn]: GgX_nX_n$; $[gN]: ggX_NX_n$; $[gn]: ggX_nX_n$
{ Mâles : $[GN]: GGX_nY, GgX_nY$; $[Gn]: GGX_NY, GgX_nY$; $[gN]: ggX_nY$; $[gn]: ggX_nY$

EXERCICE 124

Déterminer le père probable de l'enfant dans les deux (2) cas ci-dessous.

1. La mère appartient au groupe B ; le fils au groupe O. L'un des pères possibles appartient au groupe A, l'autre au groupe B.
2. La mère appartient au groupe B, le fils au groupe AB. L'un des pères possibles appartient au groupe A, l'autre au groupe B.

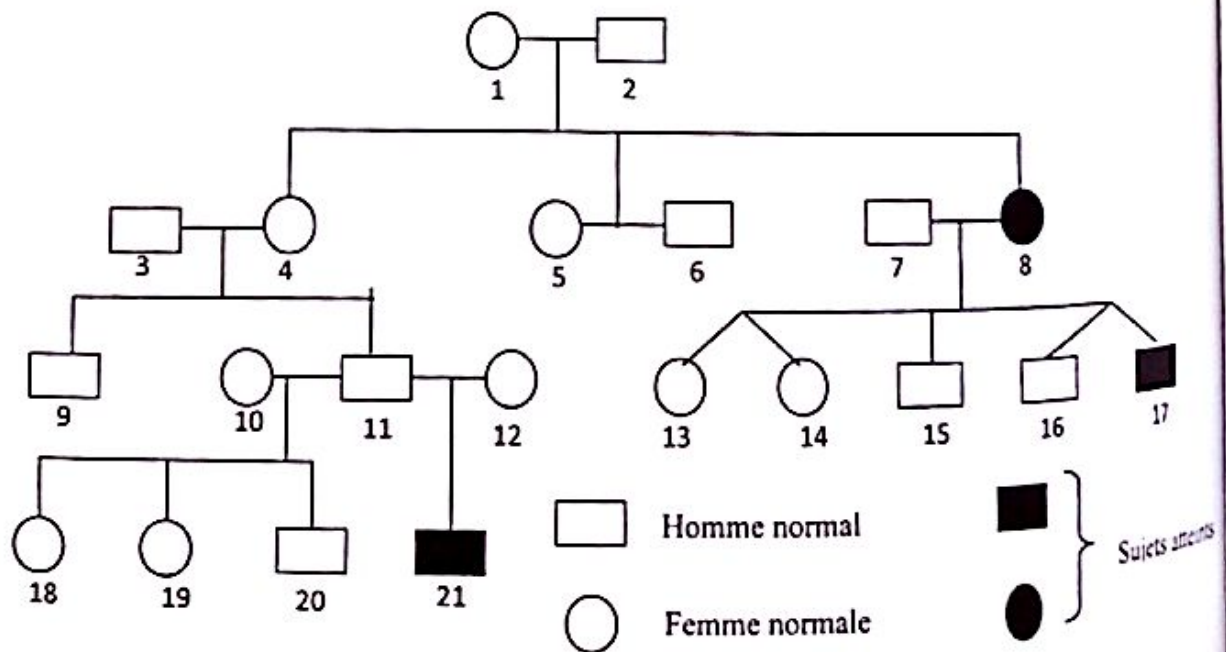
SOLUTION

1. Mère $\begin{cases} BB \\ BO \end{cases}$; Fils : OO ; Père 1 $\begin{cases} AA \\ AO \end{cases}$; Père 2 $\begin{cases} BB \\ BO \end{cases}$. Premier cas : $BO \times AO$ donne $\frac{1}{4}$ [O]. Deuxième cas : $BO \times BO$ donne $\frac{1}{4}$ [O]. Conclusion : Vu ces résultats, il n'est pas du tout aisé de déterminer le père probable avec les groupes sanguins ABO.
2. Mère $\begin{cases} BB \\ BO \end{cases}$; Fils : AB ; père 1 $\begin{cases} AA \\ AO \end{cases}$; Père 2 $\begin{cases} BB \\ BO \end{cases}$. Premier cas : Mère x Père 1, il est fort probable d'avoir l'enfant AB. Deuxième cas : Mère x Père 2, impossible d'avoir un enfant AB. Conclusion : le père probable est le père 2.

EXERCICE 125

Le diabète sucré est une maladie qui se caractérise par un taux trop élevé de glucose dans le sang et la présence très fréquente du glucose dans les urines.

1. On pense que dans certains cas de diabète, la prédisposition à cette maladie est héréditaire. En admettant qu'il en est ainsi dans cette famille, précisez par l'examen de l'arbre généalogique, si la prédisposition à cette maladie est transmise par le mode dominant ou récessif.
2. Donnez le génotype de l'individu n° 7 et expliquez votre réponse.
3. L'enfant n° 21 né des parents 11 et 12 est atteint de diabète. Pourrait-on espérer de ce couple, pour les prochaines naissances, des enfants de phénotype normal ?
4. Justifiez votre réponse.
5. Le couple formé par les individus 7 et 8 a eu deux fois des jumeaux (13 et 14 d'une part, 16 et 17 d'autre part). Expliquez, en exposant des arguments, si, dans chacun des deux cas, il s'agit de vrais ou de faux jumeaux.

**SOLUTION**

1. Le mode de transmission est récessif, car des individus apparemment sains ont donné naissance aux enfants malades (8 et 21).

- Génotype de l'individu 7 : On note D (allèle normal) et d (allèle morbide). Les individus 7 et 8 ont donné naissance à l'individu 17 qui est malade. Chaque parent a apporté un allèle d. Le génotype de 7 est Dd.
- Oui, on le pourrait.
- L'enfant n° 21 a reçu les allèles « d » de ses parents hétérozygotes Dd.

Dd x Dd. Gamètes D et d. Echiquier de croisement

Parents	D	d
D	DD [D]	Dd [D]
d	Dd [D]	dd [d]

Dans cet échiquier de croisement, on peut trouver dans la famille des enfants sains : DD et Dd (3/4 [D]).

- Les jumeaux 13 et 14 sont des vrais jumeaux, car ils ont le même phénotype et le même sexe, mais rien ne confirme. Quant aux jumeaux 16 et 17, ce sont des faux jumeaux, car ils ont des phénotypes différents.

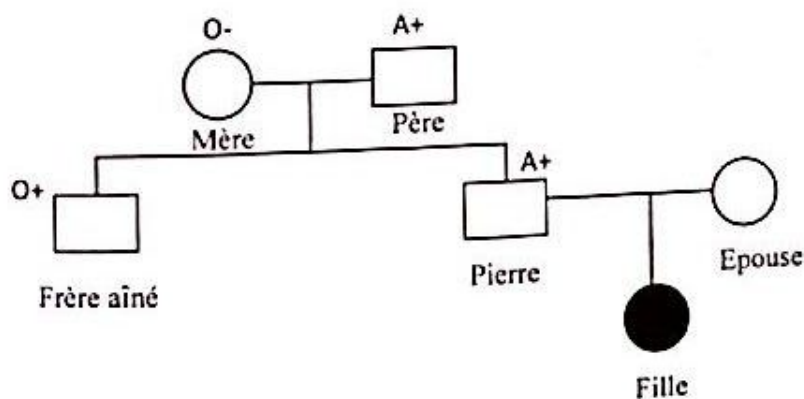
EXERCICE 126

Pierre appartient au groupe ARh+. Le père de Pierre est homozygote pour le système rhésus. La mère de Pierre est du groupe ORh-. Pierre est le deuxième enfant de sa famille. Il a un frère aîné, du groupe O+ qui a dû subir à la naissance une exsanguino-transfusion à la suite d'un ictère hémolytique. Pierre a une fille daltonienne en même temps affectée par le syndrome de Turner, alors que sa femme est saine. Aucun membre de la famille de Pierre n'a présenté le signe du daltonisme.

- Construisez l'arbre généalogique de la famille de Pierre en précisant le phénotype de chaque parent.
- Donnez le(s) génotype(s) de chaque membre de la famille pour les deux premiers caractères.
- Comment expliquez-vous l'anomalie chromosomique et le daltonisme chez l'enfant de Pierre ?
- Donnez le groupe sanguin prévisible de l'enfant de Pierre sachant que sa mère est de groupe B+ homozygote.

SOLUTION

- L'arbre généalogique de la famille de Pierre



} Individus normaux
 }

Femme daltonienne présentant le syndrome de Turner

Les génotypes :

Père : AARh + Rh + ou AORh + Rh + ; Mère : AORh + Rh + ; Frère aîné : OORh + Rh - ;
 Pierre : AORh + Rh -

- Pierre suite à une méiose anormale a produit des spermatozoïdes sans chromosome sexuel. Sa femme, vectrice du daltonisme a produit des ovules X_d (d pour l'allèle du daltonisme) et des

ovules X_D (D pour l'allèle normal). Au cours de la fécondation, le spermatozoïde sans chromosome sexuel a rencontré un ovule portant l'allèle du daltonisme. Cet individu est une fille de génotype X_dO . C'est pourquoi elle est daltonienne et présente le syndrome de Turner.

3. Le groupe sanguin prévisible de l'enfant de Pierre.

Génotypes des parents (Pierre) $AORh + Rh - \times BBRh + Rh +$ (Epoque)

Gamètes de Pierre : $ARh + , ARh - , ORh + , ORh -$

Gamète de l'épouse de pierre : $BRh +$

Echiquier de croisement

Parents	$ARh +$	$ARh -$	$ORh +$	$ORh -$
$BRh +$	$ABRh + Rh +$ [AB ⁺]	$ABRh + Rh -$ [AB ⁺]	$BORh + Rh +$ [B ⁺]	$BORh + Rh -$ [B ⁺]

L'enfant sera soit du groupe AB⁺, soit du groupe B⁺.

EXERCICE 127

Un couple, dont le mari est daltonien, et qui sont tous deux de facteur rhésus positif ont eu quatre enfants : un garçon de rhésus positif ; une fille de rhésus positif ; une fille de rhésus négatif ; un garçon hémophile de rhésus négatif.

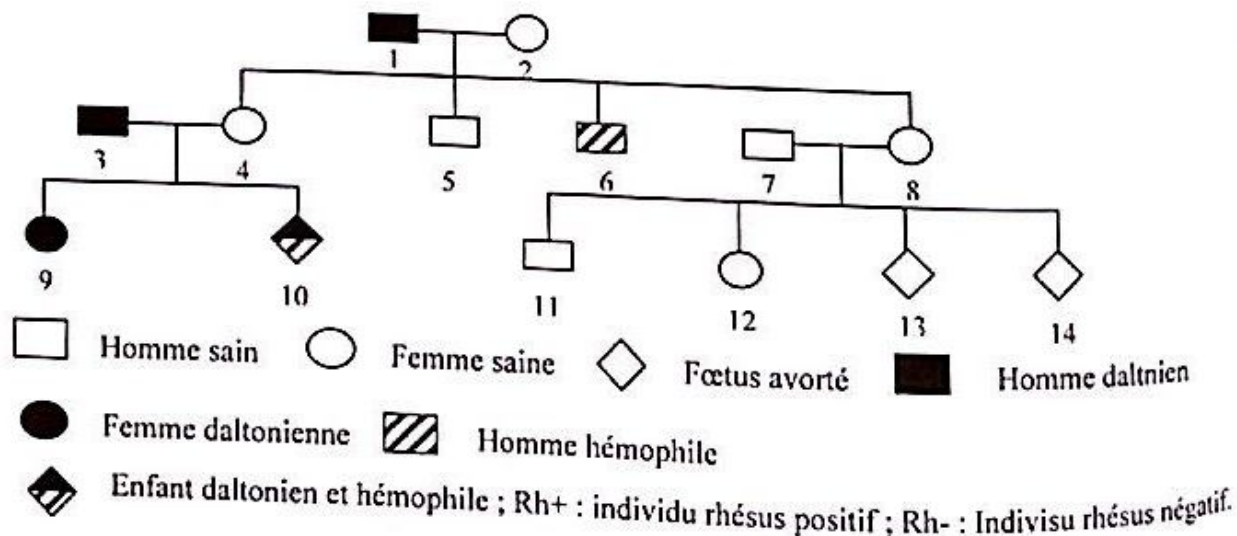
La première fille a épousé un homme daltonien de rhésus négatif et elle a une fille daltonienne et un enfant hémophile et daltonien tous de rhésus positif.

La deuxième fille a épousé un homme normal de rhésus positif et elle a deux enfants : un garçon de rhésus négatif et une fille de rhésus positif, puis elle subit deux avortements spontanés en début de grossesse.

1. Etablir l'arbre généalogique de cette famille.
2. Etablir les génotypes exacts ou possibles de tous les membres de la famille.
3. En vous basant sur l'arbre généalogique uniquement, déterminez le sexe de l'enfant hémophile et daltonien. Expliquez clairement comment il a pu être atteint des deux anomalies.
4. Le dernier couple aimerait avoir d'autre enfant et voudrait connaître :
 - La cause probable des avortements successifs.
 - Le moyen d'éviter ces avortements.

SOLUTION

1. L'arbre généalogique de cette famille



Arbre généalogique

2. Génotypes exacts ou possibles (le daltonisme et l'hémophilie sont récessifs)
 - Le daltonisme est récessif : s'il était dominant, les filles 4 et 8 seraient daltoniennes.

- L'hémophilie est récessive : la mère 2 porteuse est apparemment saine (son garçon 6 est hémophile) ; l'hémophilie est donc liée au chromosome sexuel X.
 - Le rhésus positif domine le rhésus négatif : les parents 1 et 2 sont de rhésus positif et leurs descendants 6 et 8 sont de rhésus négatif.
 - Le daltonisme est lié au sexe au chromosome sexuel X : la fille 9 étant daltonienne.
- On peut donc écrire les génotypes exacts ou possibles des membres de la famille étudiée, sachant que l'allèle du daltonisme est noté « d » et son allèle normal « D » ; tandis que l'allèle de l'hémophilie est noté « h » et son allèle normal « H ».

- (1) : $Rh + Rh + X_d^H Y$
- (2) : $Rh + Rh - X_D^H X_D^h$
- (3) : $Rh - Rh - X_d^H Y$
- (4) : $Rh + Rh + X_d^H X_D^h$ ou $Rh + Rh - X_d^H X_D^d$
- (5) : $Rh + Rh + X_D^H Y$ ou $Rh + Rh - X_D^H Y$
- (6) : $Rh - Rh - X_d^H Y$
- (7) : $Rh + Rh - X_D^H Y$
- (8) : $Rh - Rh - X_d^H X_D^h$ ou $Rh - Rh - X_D^H X_D^h$
- (9) : $Rh + Rh - X_d^H X_d^H$ ou $Rh + Rh - X_d^H X_d^h$
- (10) : $Rh + Rh - X_d^h Y$ ou $Rh + Rh - X_d^h X_d^h$
- (11) : $Rh - Rh - X_D^H Y$
- (12) : $Rh + Rh - X_d^H X_D^H$ ou $Rh + Rh - X_D^H X_D^h$ ou $Rh + Rh - X_D^H X_D^d$

3. Le sexe de l'enfant hémophile et daltonienne :

Si l'enfant (10) de génotypes $Rh + Rh - X_d^h Y$ ou $Rh + Rh - X_d^h X_d^h$ ayant pour parents (3) et (4) de génotypes respectifs $Rh - Rh - X_d^H Y$ et $Rh + Rh + X_d^H X_D^h$ ou $Rh + Rh - X_d^H X_D^d$ était de sexe féminin, il devrait recevoir X_d^h de son père et X_d^h de sa mère pour être à la fois hémophile et daltonienne ; alors que le père (3) n'est pas hémophile. Il ne peut donc qu'être de sexe masculin.

Explication de son phénotype : cet enfant a pu être atteint des deux anomalies par suite du phénomène de crossing-over chez sa mère au moment de la formation des gamètes.

4. L'individu (7) est sain et l'individu (8) apparemment sain est porteur du gène du daltonisme et de celui de l'hémophilie ; au plus, ils ne peuvent avoir dans leur descendance que des garçons daltoniens ou hémophiles qui ne sont pas, sur l'arbre généalogique des tares mortelles.

Les avortements successifs ne peuvent qu'être dus au facteur rhésus. La mère étant de rhésus négatif et le père hétérozygote pour le facteur rhésus, les enfants sont soit rhésus positif, soit rhésus négatif. L'enfant 12 étant de rhésus positif a dû déclencher dans l'organisme maternel la fabrication d'anticorps anti rhésus mortels pour les futurs embryons de rhésus positif.

- Moyens d'éviter ces avortements : ils auraient dû détruire les anticorps très tôt après la naissance de l'enfant (12) avant les conceptions ultérieures, avec l'injection du sérum anti D.

EXERCICE 128 *

Les facteurs héréditaires ou gènes peuvent subir des modifications de structure encore appelées mutations, et chaque mutation correspond à une modification du génotype.

- 1) Quels sont les différents types de mutations ? Donnez l'importance des mutations.
- 2) Après l'action des rayons X sur une espèce d'insecte, on se propose d'étudier la transmission de trois gènes portés par le chromosome X. L'individu sauvage possède des caractères dominants : des soies normales (N), des yeux lisses (L), des nervures présentes sur les ailes (P). Le mutant possède les caractères récessifs : soies particulières (p), yeux rugueux (r), absence de nervures (a). Le croisement entre une femelle triple homozygote récessive avec un mâle donne en F_1 des femelles de phénotypes sauvages hétérozygotes pour les trois gènes et des mâles de phénotype récessif. Le croisement entre une femelle F_1 et un mâle donne 6 phénotypes avec les proportions suivantes :

- 810 individus à soies normales, œil lisse, nervures présentes ;
 - 828 individus à soies particulières, œil rugueux, nervures absentes ;
 - 62 individus à soies particulières, œil lisse, nervures présentes ;
 - 88 individus à soies normales, œil rugueux, nervures absentes ;
 - 89 individus à soies particulières, œil rugueux, nervures présentes ;
 - 103 individus à soies normales, œil lisse, nervures absentes.
- 3) Interprétez ces résultats.
- 4) Etablissez la carte factorielle de la femelle triple homozygote utilisée dans le 1^{er} croisement.

EXERCICE 129 *

- 4) Certaines hirondelles peuvent avoir des yeux rouges et d'autres des yeux blancs. Le croisement d'une hirondelle femelle aux yeux blancs avec un mâle aux yeux rouges donne une descendance dans laquelle tous les oisillons ont des yeux rouges. Quelles conclusions tirez-vous sur la pureté des gamètes des parents et sur la dominance des caractères ?
- 5) Le croisement d'une hirondelle mâle aux yeux blancs avec une hirondelle femelle aux yeux rouges donne : 312 femelles de type parental (blanc) et 302 mâles de type parental (rouge). Interprétez ces résultats.
- 6) On croise une hirondelle femelle aux yeux blancs et rugueux avec un mâle aux yeux rouges et lisses. Les descendants de la première génération (F₁) ont tous les yeux rouges et lisses. Une femelle F₁ est croisée avec un mâle double récessif. Les phénotypes de 800 descendants se répartissent ainsi : 401 femelles aux yeux blancs et rugueux, 399 mâles aux yeux rouges et lisses.
- a) Interprétez ces résultats en tenant compte des déductions précédentes.
- b) Quelles conclusions tirez-vous sur la localisation des gènes responsables des caractères ci-dessus cités.

EXERCICE 130 *

Chez la poule et le coq, l'apparition précoce ou tardive du plumage dépend d'une paire d'allèles (E-e) ; l'allèle dominant E provoque l'apparition tardive. D'autre part, la rayure des plumes dépend d'une paire d'allèles (B-b) ; l'allèle dominant B provoque la rayure. Les deux loci sont situés sur le chromosome X du sexe. Notons que la poule est de constitution XO et le coq de constitution XX. On croise une poule à plumage précoce non rayé avec un coq issu du croisement entre une poule à plumage précoce non rayé et un coq homozygote à plumage tardif rayé.

1. Définir les termes : loci, homozygote, allèle, chromosome.
2. Quels sont les génotypes des parents ?
3. Quelles sont les proportions génotypiques et phénotypiques attendues en F₁, exprimées en fonction de x, la distance qui sépare les deux loci ?

EXERCICE 131 *

Un homme (H) aux yeux bleus et non hémophile a épousé une femme (F) aux yeux bruns et non hémophile. La sœur (S) du mari, non hémophile, a épousé un homme (Z) non hémophile et ils ont parmi leurs enfants un fils hémophile.

1. En ce qui concerne le caractère « hémophile » :
 - a. Quels sont, ou peuvent être, les génotypes du mari (H), de sa femme (F) et de sa sœur (S) ?
 - b. Quels sont, ou peuvent être, les génotypes des parents du mari (H) et de sa sœur (S) et quels seraient alors les phénotypes correspondants ?
 - c. Quelle devrait être statistiquement la répartition du caractère hémophile (génotypes et phénotypes) chez les enfants du couple (HF) et chez ceux du couple (SZ) ?
2. En ce qui concerne la couleur des yeux :
 - a. Quels sont les génotypes du mari (H) et de sa femme (F) ?
 - b. Quelles couleurs d'yeux peut-on s'attendre à trouver chez les enfants de ce couple et dans quelles proportions.

EXERCICE 132 *

En 1905, Bateson, Punnett et Saunders croisent deux lignées pures de pois de senteur différent par la couleur des fleurs et la forme des grains de pollen.

Le parent P_1 a des fleurs pourpres et des grains de pollen allongés, le parent P_2 des fleurs rouges et des grains de pollen ronds ; tous les plants F_1 produits par le croisement $P_1 \times P_2$ ont des fleurs pourpres et des grains de pollen allongés.

Les phénotypes des plants F_2 issus du croisement $F_1 \times F_1$ sont en proportions inattendues :

- 284 plants à fleurs pourpres et grains de pollen allongés ;
- 21 plants à fleurs pourpres et grains de pollen ronds ;
- 21 plants à fleurs rouges et grains de pollen allongés ;
- 55 plants à fleurs rouges et grains de pollen ronds.

Ces trois généticiens pensent alors que la ségrégation indépendante ne peut pas se faire à cause d'un « couplage physique » entre les gènes dominants d'une part et les gènes récessifs d'autre part. Cependant, ils ne fournissent aucune explication de ce couplage.

1. Quels sont les caractères dominants et récessifs ? D'après la seconde loi de Mendel, quels auraient dû être les effectifs des différents phénotypes en F_2 ? Justifiez.
2. Comment appelle-t-on maintenant ce « couplage physique » entre des gènes ? A l'aide de schémas, expliquez l'origine des phénotypes fleurs pourpres à grains ronds et fleurs rouges à grains allongés.

EXERCICE 133 *

Le chromosome X de la drosophile porte deux gènes distants de 16 cM (centiMorgan) : un gène de couleur du corps avec deux allèles s^+ et s , un gène d'aspect des yeux avec deux allèles l^+ et l . Les allèles s^+ et l^+ entraînent respectivement une couleur grise et un œil normal, c'est-à-dire les phénotypes sauvages dominants. Les allèles s et l à l'état homozygote entraînent une couleur du corps sable et un œil en losange, c'est-à-dire les phénotypes mutants récessifs.

On croise une femelle de phénotype sauvage homozygote pour les deux couples d'allèles par un mâle à corps sable et œil en losange.

Des femelles de première génération issues de ce croisement sont à leur tour croisées avec des mâles à corps sable et œil en losange et on obtient une seconde génération.

1. Quel est le génotype des femelles de première génération et leur phénotype ? Justifiez la réponse.
2. Expliquez, à l'aide de schémas, l'origine des différentes associations d'allèles présentes dans les gamètes des femelles F_1 . Quels sont les phénotypes attendus dans la seconde génération et leurs proportions ?

EXERCICE 134 *

Morgan croise une drosophile de race pure à ailes longues et yeux rouges (souche sauvage) avec une autre également de race pure à ailes vestigiales et yeux pourpres. En F_1 , il obtient un phénotype sauvage à 100% avec autant de mâles que de femelles. Il procède à deux croisement-tests.

Premier croisement test : un hybride mâle est croisé avec une femelle bi-récessive et dans la descendance, on compte : 50% de drosophiles à ailes longues et aux yeux rouges, 50% de drosophiles à ailes vestigiales et aux yeux pourpres.

1. Quel est l'intérêt du croisement-test ? Etablir la différence entre test cross et back-cross.
2. Combien de gamètes a produit l'hybride ? et dans quelles proportions ? Parmi ces gamètes y'a-t-il des recombinés ?
3. Y'a-t-il eu ségrégation indépendante des couples d'allèles pendant la méiose ? Justifiez votre réponse.
4. Que peut-on conclure quant à la localisation des gènes sur les chromosomes ?

Deuxième croisement test : une femelle hybride est croisée avec un mâle double récessif. Le résultat est le suivant :

- 43,5% de drosophiles à ailes longues et yeux rouges ;
- 43,5% de drosophiles à ailes vestigiales et yeux pourpres ;

- 06,5% de drosophiles à ailes longues et yeux pourpres ;
 - 06,5% de drosophiles à ailes vestigiales et yeux rouges.
5. En quoi ces résultats sont-ils différents de ceux du croisement-test ci-dessus ?
 6. Calculer les proportions des phénotypes parentaux, les proportions des phénotypes recombinés et comparer les résultats obtenus.
 7. Combien de gamètes a produit l'hybride femelle ? Parmi ces gamètes y'a-t-il des recombinés ?
 8. La liaison est-elle encore totale chez la femelle de la drosophile ?
Dans le 2nd croisement, on constate qu'il y a formation des gamètes recombinés.
 9. Quel est le phénomène qui est à l'origine de ce brassage entre les gènes liés ?
 10. S'agit-il d'un brassage inter chromosomique ou intra chromosomique ? Quelle est la différence entre ces deux expressions ?
 11. A quel moment de la méiose s'est-il produit ?
 12. Les mots gène et allèle sont-ils synonymes ?

EXERCICE 135 *

1. On réalise la série de croisement suivant entre drosophiles de races pures.
 - Drosophile femelle à yeux ronds avec drosophile mâle à yeux lenticulaires : on obtient des drosophiles à yeux ronds ;
 - Drosophile femelle à yeux lenticulaires avec drosophile mâle à yeux ronds : on obtient des femelles aux yeux ronds et des mâles aux yeux lenticulaires.
 Interprétez rigoureusement ces résultats.
2. Certaines drosophiles possèdent une implantation anormale des soies sur l'abdomen ; ce résultat est dû à l'allèle (a) récessif. On réalise alors un croisement entre de drosophiles de races pures : un mâle aux yeux lenticulaires et soies anormales et une femelle aux yeux ronds et soies normales. En F₁, on observe des mouches aux yeux ronds et soies normales. La génération F₂ obtenue par le croisement de deux individus de la F₁ se présente comme suit :
 - 292 drosophiles aux yeux ronds et soies normales ;
 - 94 drosophiles aux yeux lenticulaires et soies anormales ;
 - 8 drosophiles aux yeux ronds et soies anormales ;
 - 6 drosophiles aux yeux lenticulaires et soies normales.
 Donnez une interprétation complète des résultats. Pouvez-vous prévoir le sexe de chacune des catégories de mouches apparues en F₂ ?

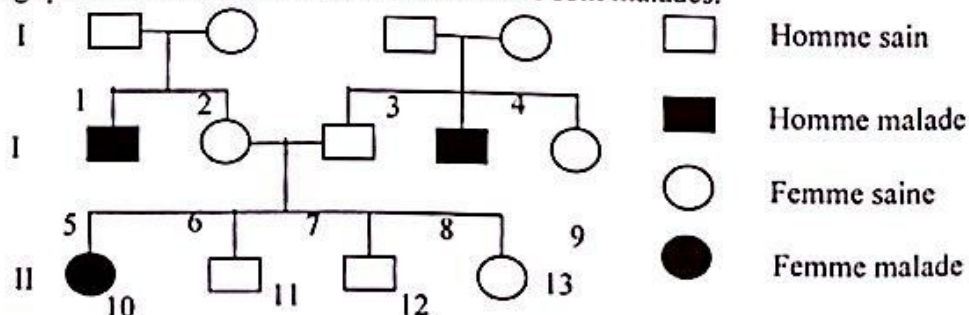
EXERCICE 136 *

Une femme est enceinte et souffre d'une anomalie dont l'allèle, récessif, est porté par le chromosome sexuel X. Sa mère et sa cousine germaine du côté maternel n'en souffrent pas. Par contre son père et son cousin germain du côté paternel en souffrent.

- a. Construire un pedigree (arbre généalogique) où figurent les génotypes probables de tous les individus cités ici.
- b. L'échographie révèle que l'enfant attendu est de sexe masculin. Manifestera-t-il l'anomalie dont souffre sa mère ? Justifier votre réponse.

EXERCICE 137 *

La drépanocytose est une maladie héréditaire grave dont la cause est la présence, dans les hématies d'une hémoglobine anormale, appelé hémoglobine S. Le document ci-dessous montre l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont malades.



1. Quelle serait la manière la plus simple d'interpréter la transmission de cette maladie ? Le caractère morbide est dominant ou récessif ?
2. En fait certains individus, bien que sains, possèdent dans leur sang 20 à 40% d'hématies porteuses d'hémoglobine S. C'est le cas en particulier des individus 6 et 7. Cette donnée est-elle en accord avec votre interprétation ? Quelle information nouvelle vous apporte-t-elle ? Et comment corrigez-vous votre première interprétation ?
3. En tenant compte de cette nouvelle interprétation, indiquez le génotype des individus pour lesquels il n'existe aucune ambiguïté.
4. Parmi les enfants du couple (6, 7), peut-il y avoir théoriquement des enfants porteurs seulement d'hémoglobine A ? Dans quelle proportion ? Présentez sous forme de schéma simple l'interprétation chromosomique de la transmission de cette maladie par les parents 6 et 7 en vous limitant à la paire de chromosome n° 11.

EXERCICE 138 *

Un horticulteur cultive les plantes à bulbes dont les fleurs sont à pétales rouges et lisses pour les unes et à pétales bleus et frisés pour les autres. L'horticulteur recherche à retrouver les variétés nouvelles.

1. La génération F_1 obtenue après ce croisement ne comporte que des fleurs à pétales violets et lisses. Quelles conclusions peut-on tirer de ces résultats ?
2. Espérant obtenir des fleurs à pétales violets et frisés, l'horticulteur croise des individus de la F_1 avec ceux à pétales bleus et frisés.
 - a) Quel type de croisement a-t-il effectué ?
 - b) D'après les lois de Mendel, quel résultat peut-il en attendre ?
3. En réalité, il a obtenu les résultats suivants :
 - 140 fleurs à pétales violets et lisses ;
 - 175 fleurs à pétales bleus et frisés ;
 - 6 fleurs à pétales violets et frisés ;
 - 5 fleurs à pétales bleus et lisses.
 Comment peut-on interpréter ces données expérimentales ?

EXERCICE 139 *

Je ne distingue aucun vert au monde, un rose et un bleu pâle sont identiques à mes yeux et je ne les reconnais pas l'un de l'autre. Un rouge et un vert foncé me paraissent semblables et je les ai souvent trouvés parfaitement assortis. Je distingue bien les jaunes et qu'ils soient clairs, foncés ou moyens et toutes les nuances du bleu sauf le bleu ciel.

Il s'agit d'un défaut de famille. Mon père éprouve exactement le même inconvénient. Ma mère et une de mes sœurs distinguaient parfaitement les couleurs, ma sœur Cécile et moi-même avons l'anomalie. Cette dernière a deux fils, tous les deux atteints mais elle a une fille tout à fait normale. J'ai un fils et une fille qui reconnaissent toutes les couleurs sans exception comme le faisait leur mère. Le propre frère de ma mère avait le même trouble que moi, tandis que ma mère, ainsi que je l'ai dit plus haut, reconnaissait bien les couleurs.

- a. Quelle est cette anomalie ?
- b. Établissons l'arbre généalogique de la famille en ce qui concerne la transmission de cette maladie.
- c. Interprétez la transmission héréditaire de cette maladie sachant qu'elle est due à un gène porté par le chromosome sexuel X. Indiquez les génotypes de chaque individu.

EXERCICE 140 *

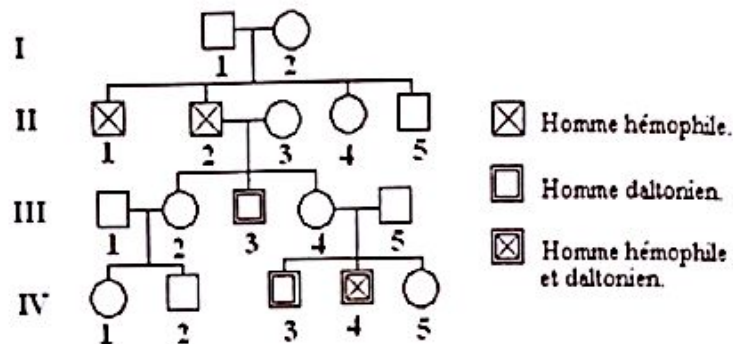
Deux lignées pures de même espèce végétale peuvent être caractérisées par leurs grains de pollen ; Dans l'une d'elles, les grains de pollen sont jaunes et riches en amidon, dans l'autre, ils sont orangés et riches en dextrine.

On étudie les grains de pollen des hybrides de la première génération obtenue à partir du croisement de ces lignées pures. On trouve :

- 25% des grains de pollen jaunes, riches en amidon ;
 - 25% des grains de pollen jaunes, riches en dextrine ;
 - 25% des grains de pollen orangés, riches en amidon ;
 - 25% des grains de pollen orangés, riches en dextrine.
1. a. Schématisez et expliquez la formation du grain de pollen. b. Ce grain de pollen est-il gamète ou gamétophyte ? Justifiez votre réponse.
 2. En supposant que cette espèce végétale est dioïque, expliquez comment a-t-on opéré pour obtenir la première génération F₁.
 3. a. Donnez l'interprétation chromosomique du résultat obtenu, en supposant les gènes de la lignée jaunes, riches en amidon, dominants. b. Quel est le type de brassage chromosomique qui justifie ce résultat ? Précisez son importance.

EXERCICE 141 *

L'arbre généalogique du document ci-dessous se rapporte à la transmission de deux maladies héréditaires : l'hémophilie et le daltonisme (anomalie de la vision des couleurs).



1. Les gènes «hémophile» et «daltonien» sont-ils dominants ou récessifs ? Sont-ils situés sur un chromosome sexuel ou sur des autosomes. Justifier vos réponses à l'aide de l'arbre généalogique.
2. Donner le génotype des individus II₂ et II₅ et III₃. En déduire celui de II₃, sachant que les ascendants de II₃ n'ont jamais présenté d'hémophilie.
3. Déterminer le génotype de III₄, puis expliquer à l'aide de schémas le comportement des chromosomes ayant conduit à la formation du gamète à l'origine de l'individu IV₄.

EXERCICE 142 *

Les Maïs hybrides présentent souvent une grande vigueur et un rendement élevé qui expliquent leur succès auprès des agriculteurs. Mais l'obtention des semences pose un problème de main-d'œuvre car l'hybridation exige l'élimination des fleurs mâles sur les plants choisis comme femelles. On tourne la difficulté en faisant appel à la variété « Texas » dont le pollen demeure stérile.

Le caractère « stérilité mâle » est commandé par un facteur cytoplasmique T ; un Maïs T pollinisé par un Maïs non T, donne une descendance T. Mais la fertilité mâle d'un Maïs T peut être rétablie s'il est porteur d'un gène chromosomique dit « restorer » R, que ce gène soit présent à l'état homozygote RR ou hétérozygote Rr.

Un producteur de semences dispose de trois variétés que nous désignerons par les lettres A, B et C. A est non T et rr ; B est T et rr ; C est non T et RR.

Dans un champ, il sème en rangs alternés A et B, et dans un autre champ B et C. Il récolte en F₁ les épis de B, c'est-à-dire les deux hybrides des BA et BC. L'année suivante, il sème en rangs alternés les hybrides BA et BC et récolte en F₂, sur les seuls plants BA, un mélange de grains qui sera vendu comme semence aux agriculteurs. Ces derniers feront un an plus tard la récolte attendue.

Indiquez pour F₁, pour F₂ et pour la récolte quels sont les génotypes et les phénotypes obtenus. La série des croisements ainsi réalisés vous paraît-elle justifiée ? Dites pourquoi ?

EXERCICE 143 *

A. On suppose une plante à tige dressée et à fleurs solitaires d'être un hybride obtenu par croisement entre deux parents de lignées pures : l'un à tige dressée et à fleurs solitaires, l'autre à tige rampante et à fleurs en grappe.

Pour s'en assurer, on croise cet individu, supposé hybride, avec chacun des individus supposés être ses parents.

1. Si l'hypothèse est exacte, quels résultats devrait-on obtenir ?
2. Les résultats effectivement obtenus sont :
 - a. Croisement avec le parent présentant les caractères « tige dressée-fleurs solitaires » : tous les descendants sont à « tige dressée-fleurs solitaires » ;
 - b. Croisement avec le parent présentant les caractères « tige rampante-fleurs en grappe » : 50% tige dressée-fleurs solitaires ; 50% tige rampante-fleurs en grappe.

Quelles conclusions peut-on tirer des résultats obtenus en a) ? Comment peut-on expliquer les résultats obtenus en b) ? Illustrer les réponses par des schémas.

B. Les chromosomes sont constitués par une substance capable d'autoreproduction.

1. Quelle est cette substance ?
2. Quelle est l'importance de cette substance en génétique ? (une étude détaillée est attendue par les candidats).

EXERCICE 144 *

Un homme daltonien déclare : « j'ai trois (3) frères et trois (3) sœurs. Un de mes frères est daltonien comme moi. Sa femme et ses trois (3) filles sont également affectées par cette anomalie. Une de mes sœurs indemnes a trois (3) enfants : une fille normale et deux garçons dont un est atteint. Cependant, leur père a une vision normale. Mes parents ne présentent pas cette particularité. Je me demanderai si mes enfants seront susceptibles ou non d'hériter de ma vision incorrecte ».

1. Reconstituez l'arbre généalogique de cette famille en utilisant les signes conventionnels.
2. Le gène « daltonien » est-il dominant ou récessif ? Justifiez votre réponse.
3. L'étude du pedigree le plus complet montre que ce sont surtout les individus de sexe mâle qui sont atteints. Que pouvez-vous conclure sur la localisation du gène responsable de cette maladie ?
4. Ecrivez-le ou les génotypes des individus de la deuxième génération et fournissez une réponse à la préoccupation de ce daltonien quant à sa descendance.

EXERCICE 145 *

On croise deux lapins et leur accouplement donne au bout de plusieurs portées un grand nombre de petits.

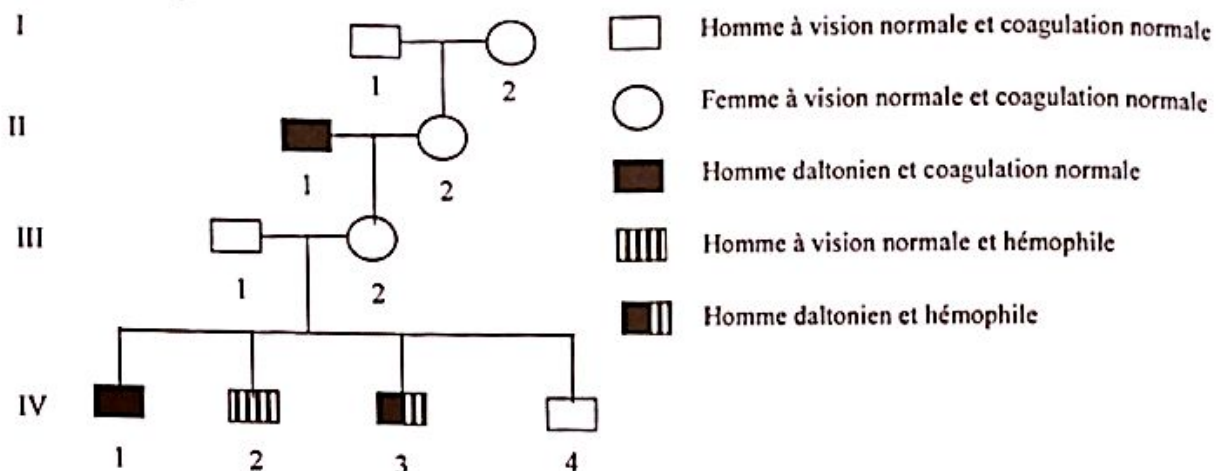
1. Quel est le pourcentage théorique d'individus de chaque sexe ? Justifiez votre réponse.
2. Ces deux lapins sont blancs à poils lisses.
 - Neuf heures environ après l'accouplement, on insémine artificiellement la femelle avec du sperme d'un deuxième mâle, noir et à poils hirsutes de race pure.
 - Vingt heures après l'accouplement avec le premier mâle, cette femelle reçoit à nouveau du sperme provenant d'un troisième mâle, également de race pure, mais blanc à poils hirsutes. Sachant que les caractères « blanc » et « lisse » sont dominés par les caractères « noir » et « hirsute » respectivement.
- a. Déterminer les génotypes et les phénotypes possibles de la descendance dans les 3 cas.
- b. Lorsque la lapine met bas, on constate que la portée est constituée de lapines blanches à poils lisses et de lapins noirs à poils hirsutes. Indiquez quel (s) est (sont) le (s) père (s) de cette portée.

Démontrez que sans l'assurance que le(s) pères 2 et 3 étaient de races pures vous n'auriez pas pu répondre à la question 2b.

EXERCICE 146 *

L'hémophilie (déficiency de la coagulation du sang) et le daltonisme (mauvaise vision de couleurs) sont provoqués par des mutations sur deux gènes portés par les chromosomes sexuels.

1. A partir des informations tirées de l'analyse de l'arbre généalogique ci-dessous précisez le mode de transmission de deux caractères handicapants.
2. A l'aide de vos connaissances sur les brassages génétiques, interpréter le génotype des individus de la génération III et de leur descendance IV.

**EXERCICE 147 ***

On croise deux plants de tomate, l'un à fruits rouges et à tige grimpante (P_1), l'autre à fruits jaunes et tige naine (P_2). Les graines issues de ce croisement donnent naissance à des plants (R), tous à fruits rouges et tiges grimpantes. Les fleurs de tous ces plants (R), croisées avec un autre plant (M) de souche pure, engendrent la descendance suivante :

- 150 plants à fruits rouges et tige grimpante ;
 - 147 plants à fruits jaunes et tige grimpante ;
 - 151 plants à fruits jaunes et tige naine ;
 - 149 plants à fruits rouges et tige naine.
1. Les deux parents P_1 et P_2 sont-ils de variété pure ?
 2. A quel type de dominance répond chacun de deux allèles ?
 3. Quel est le génotype des plants P_1 et P_2 ?
 4. Quel est le phénotype du plant (M) de variété pure croisé avec les plants (R) ?
 5. On croise les plants (R) avec un plant (N) à fruits rouges et tige grimpante, de variété pure pour ces deux caractères. Construire l'échiquier théorique correspondant à ce croisement et prévoir ainsi les fréquences qu'on devrait obtenir si on réalisait le croisement.
 6. Si on avait voulu connaître uniquement les fréquences phénotypiques, étaient-ils utiles de construire l'échiquier théorique de croisement ? Justifiez votre réponse.

EXERCICE 148 *

Les papillons sont des lépidoptères, insectes dont les ailes sont recouvertes de minuscules écailles colorées. Chez les lépidoptères, les gonosomes sont ZW pour la femelle et ZZ pour le mâle. Les larves de certaines espèces ravagent de nombreuses plantes cultivées et font l'objet d'études pour comprendre leur biologie afin de mieux les combattre.

La forme typique du papillon *Aurinia* s'ornementent de tâches jaunes, rouge-orangé et fauves, disposées en damier sur les ailes. En 1983 est apparu, en élevage, un mâle uniformément roux-ferrugineux. Le croisement du mâle roux P_1 avec une femelle typique de race pure P_2 , a produit la génération G_1 composée de : 24 mâles roux, 25 femelles rousses, 25 mâles typiques et 24 femelles typiques.

1. Quel est l'allèle dominant ? Justifier la réponse.
2. La composition de la génération G_1 suffit-elle pour conclure quant à la localisation du gène étudié, soit sur les autosomes, soit sur les gonosomes ? Justifier la réponse.

3. Le croisement des femelles rousses, obtenues en G_1 avec des mâles typiques a produit des femelles rousses.
 - a. Ce résultat est-il vérifié par l'hérédité liée au sexe ? Justifier la réponse.
 - b. Quelle précision ce résultat apporte-t-il quant à la localisation du gène régissant le caractère étudié ?
4. Ecrire les génotypes des parents P_1 et P_2 ainsi que ceux des individus de génération G_1 .
5. En croisant à nouveau les papillons produits en G_1 , que doit-on attendre de la combinaison femelle rousse x mâle roux ?
6. En fait, un taux de mortalité relativement élevé affecte les chenilles issues de ce croisement et l'on obtient sensiblement deux fois plus de papillons roux que de papillons typiques. Expliquer ce dernier résultat à partir de l'exploitation de l'échiquier de croisement correspondant.
7. En déduire la forme la plus dangereuse pour les plantes cultivées sachant que les chenilles sont de voraces phytophages.

EXERCICE 149 *

Madame Rodier a des oreilles normales et trouve un goût amer à une substance la PTC (phénylthiocarbamide) ; Elle est dite « goûteur ». Monsieur Rodier trouve cette substance sans saveur. Il est dit « non goûteur » et par contre, il présente une hypertrichose des oreilles, c'est-à-dire qu'il a des touffes de poils dans l'oreille interne. Le père de Madame Rodier est « goûteur » et a des oreilles normales, sa mère est « non goûteur » et a des oreilles normales. Le père de Rodier est « goûteur » et présente une hypertrichose des oreilles, sa mère est goûteur et a des oreilles normales. Monsieur et Madame Rodier ont trois enfants : une fille « non goûteur » à oreilles normales et deux garçons présentant tous les deux l'hypertrichose, l'un est « goûteur » et l'autre « non goûteur ».

1. Des deux allèles concernant le gène aptitude à goûter la PTC quel est celui qui est récessif ? Justifier votre réponse.
2. Quelle remarque peut-on faire en ce qui concerne la transmission du gène responsable de la pilosité des oreilles ? Proposez une hypothèse vraisemblable quant à la localisation de ce gène sur le chromosome.
3. Construisez l'arbre généalogique en indiquant les génotypes et les phénotypes de chaque individu.
4. A l'aide des conclusions dégagées en 1 et 2, construisez l'échiquier de croisement en faisant apparaître tous les cas d'union possibles entre les gamètes de Mr et Mme Rodier. Quelle probabilité y a-t-il pour que le 4^{ème} enfant de ce couple ait :
 - a. Le génotype de sa mère ?
 - b. Le génotype de son grand-père paternel ?
 - c. Le génotype de sa grand-mère paternelle ?
 - d. Le génotype de sa grand-mère maternelle ?
 Justifiez chaque valeur proposée.

EXERCICE 150 *

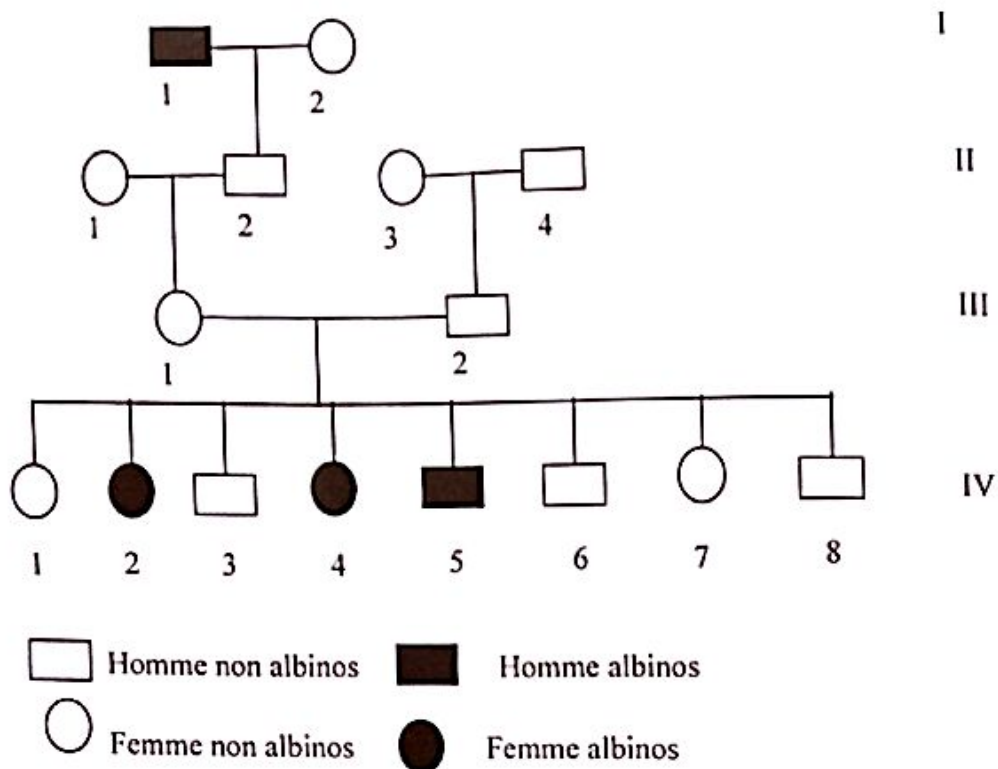
Un homme daltonien (A) épouse une femme normale (B). Ils ont trois enfants : un garçon normal, une fille et un garçon daltoniens. La femme (B) a deux frères (dont un daltonien) et une sœur normale. Cette sœur ayant épousé un homme non daltonien a deux fils daltoniens et une fille normale.

- a. Reconstituez l'arbre généalogique de cette famille en utilisant les symboles ci-après.

<input type="checkbox"/>	Homme à phénotype normal		Homme daltonien
<input type="radio"/>	Femme à phénotype normal		Femme daltonienne
- b. Sachant que le caractère daltonien est récessif et lié au chromosome sexuel, est-il porté par le chromosome X ou Y ? Justifiez votre réponse.
- c. Quel est le génotype de l'homme (A) et celui de la femme (B).

EXERCICE 151 *

Le pédigrée ci-dessous représente la généalogie d'une famille. On y note trois (3) albinos dans la quatrième génération et un seul dans la première.



1. Ce type d'albinisme est-il dominant ou récessif? Justifiez votre réponse et déterminez les symboles.
2. Quel est le déterminisme de ce caractère?
3. La fille IV₂, malgré le refus du conseil génétique, épouse un jeune albinos. Dites pourquoi cette union n'est pas conseillée?
4. Pourtant cette jeune fille accouche d'un enfant normal. Donnez quatre possibles expliquant ce résultat inattendu.
5. Donnez les génotypes des individus II₁, III₂, IV₁ et IV₂.
6. Quel est la probabilité pour que ce couple (III₁, III₂) puisse avoir des enfants albinos. Pour cela, établissez l'échiquier de croisement.

EXERCICE 152 *

En recherchant une nouvelle variété de mandarines, le père Clément réalisa le croisement suivant : orangers à fruits amers x mandarines à fruits doux ; ces deux variétés étant de lignées pures. En croisant entre eux les individus de la première génération, il récolta des fruits ayant les phénotypes suivants :

- Oranges amères ;
- Oranges sucrées ;
- Oranges douces ;
- Mandarines amères ;
- Mandarines sucrées ou clémentines ;
- Mandarines douces.

1. Trouver le génotype de la variété « clémentine » sachant qu'en plantant des pépins (quand il y en a), on obtient une descendance hétérogène de : Mandarines amères ; Mandarines sucrées ou « clémentines » ; Mandarines douces.

Remarque : On donnera le génotype demandé en cherchant au préalable, les génotypes des hybrides F₁ et ceux des parents, la saveur sucrée étant intermédiaire entre la saveur amère et la saveur douce.

2. Quelle est la proportion des clémentines obtenues en F₂ ?
3. En tenant compte des renseignements fournis et de vos résultats, dire comment on peut avantageusement espérer reproduire cette variété dans les cultures ?

EXERCICE 153 *

Dans une région, grande productrice de tomates, on a constaté deux sortes de plants : les plants à gros fruits et les plants à fruits petits. Certains individus de la catégorie gros fruits sont sensibles à un champignon parasite : le Fusarium, contrairement à ceux de la catégorie petits fruits.

- On se propose de créer une nouvelle variété : gros fruits résistants au fusarium. Dans ce but, on pratique un croisement entre les individus de lignée pure des deux catégories de tomates. Que doit-on faire pour s'assurer de la pureté des deux lignées parentales ?
- Sachant que la F_1 obtenue est constituée uniquement de tomates à fruits petits et résistants au fusarium, quelle conclusion peut-on tirer concernant ces 2 couples d'allèles ?
- Sur les plants issus de la F_1 , on pratique l'autofécondation. Les résultats suivants sont obtenus sur deux expériences parallèles :

Phénotypes	1 ^{re} expérience	2 ^{ème} expérience
Petits et résistants	2742	4562
Petits et sensibles	918	1513
Gros et résistants	903	1519
Gros et sensibles	304	505

- Interprétez ces résultats en précisant les phénotypes et les génotypes.
- Un phénotype semble particulièrement intéressant sur le plan économique. pourquoi ? Tous les individus ayant ce phénotype sont-ils intéressants ?

EXERCICE 154 *

Vers 1906 à Oran, en recherchant une nouvelle variété des mandarines, le père Clément réalisa le croisement suivant entre deux lignées pures des fruits : oranges à fruits amers avec mandarines à fruits doux. En F_1 , il obtient des oranges sucrés. En croisant entre eux des individus de la F_1 , il récolta les fruits suivants constituant la génération F_2 :

- 50 oranges à fruits amers ;
- 99 oranges à fruits sucrés ;
- 51 oranges à fruits doux ;
- 17 mandarines à fruits amers ;
- 31 mandarines à fruits sucrés (ou clémentines) ;
- 16 mandarines à fruits doux.

- a) Est-ce un cas de monohybridisme, de dihybridisme ou de trihybridisme ? Justifier votre réponse. b) Donner en vous justifiant les génotypes des parents et des individus de la F_1 .
- Les résultats de la F_2 sont-ils conformes aux travaux de Mendel ?
- a) Quels sont les génotypes possibles des clémentines ? b) En tenant compte des renseignements fournis et de vos résultats obtenus, dire comment on peut avantageusement espérer reproduire les clémentines ?

SOLUTION

- a) Il s'agit d'un dihybridisme ; car les caractères étudiés sont la variété et le goût des fruits. b) Génotypes des parents : $P_1 = OOAA$; $P_2 = ooDD$; $F_1 = OoAD$. Car l'allèle « orange » (O) domine l'allèle « mandarine » (o) et les allèles « amers » (A) et « doux » (D) sont codominants.
- Non, car les lois de Mendel sont les lois de dominance (dans le cas de ce croisement, il y a la codominance).
- a) Génotype possible de clémentines : $ooAD$. Pour avantageusement reproduire les clémentines, on pratique la multiplication végétative.

EXERCICE 155 *

- On a réalisé les deux croisements suivants chez les drosophiles :

- 1^{er} croisement : des drosophiles femelles de race pure au corps gris et aux ailes normalement nervurées sont croisées avec des drosophiles mâles de race pure au corps jaune et aux ailes sans nervures transversales. En F₁, on obtient des individus tous à corps gris et aux ailes normalement nervurées.
 - 2^{ème} croisement : des drosophiles mâles de race pure au corps gris et aux ailes normalement nervurées sont croisées avec des femelles de race pure au corps jaune et aux ailes sans nervures transversales. En F₁, toutes les femelles ont le corps gris et les ailes normalement nervurées, tous les mâles ont le corps jaune et les ailes sans nervures transversales.
1. Quels renseignements vous apporte la comparaison des résultats obtenus en F₁ dans les deux croisements ?
 2. Indiquer clairement pour chaque croisement les génotypes des parents et vérifier que les hypothèses vérifient en F₁ les résultats obtenus expérimentalement.
- B. On croise entre eux les individus de la F₁ obtenue à l'issue du 1^{er} croisement de la page précédente. En F₂, on a obtenu les résultats suivants :

Phénotypes	Mâles	Femelles
Corps gris, ailes à nervures normales	1621	3743
Corps gris, ailes sans nervures transversales	254	0
Corps jaune, ailes à nervures normales	250	0
Corps jaune, ailes sans nervures transversales	1625	0

1. Quels types de gamètes a produit une drosophile mâle de F₁ ?
2. Quels types de gamètes a produit une drosophile femelle de F₁ ? Dans quelles proportions ? pourquoi ?

EXERCICE 156 *

Chez un végétal, les gènes g₁ et g₂ sont respectivement responsables de la couleur et de la forme des grains. Un planteur croise deux lignées pures de ce végétal : l'une à grains colorés et ridés, et l'autre à grains incolores et lisses. En F₁, tous les individus sont colorés et lisses. Le planteur réalise alors un croisement entre ces derniers et des individus incolores et ridés. La génération issue de ce croisement est composée comme suit :

- 1208 grains colorés et ridés ;
- 1209 grains incolores et lisses ;
- 45 grains colorés et lisses ;
- 44 grains incolores et ridés.

1. Comment le planteur a-t-il vérifié la pureté des lignées ?
2. Donnez une interprétation de ces résultats.
3. Quelles seraient les proportions observées dans une population de 1000 individus, si le planteur avait croisé des individus de la F₁ entre eux ?

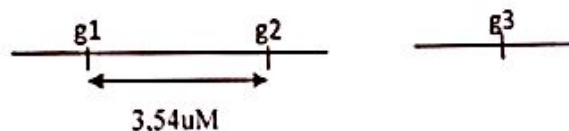
Un autre gène g₃ gouverne l'activité photosynthétique chez le végétal. Le planteur dispose de deux lignées pures : des grains colorés dont les plantes ont une activité photosynthétique élevée, et des grains incolores générateurs de plantes à activité photosynthétique faible. Le croisement de ces deux lignées donne en F₁ des grains colorés dont les plantes possèdent une activité photosynthétique élevée. En F₂, les résultats sont les suivants :

- 54 grains colorés dont les plantes ont une activité élevée ;
- 162 grains colorés dont les plantes ont une activité faible ;
- 54 grains incolores dont les plantes ont une activité faible ;
- 18 grains incolores dont les plantes ont une activité élevée.

4. Interprétez ces résultats.
5. Quelles seraient les proportions des différents phénotypes s'il s'agissait d'un test-crois (à prendre une population de 1000 individus).
6. Etablissez la carte factorielle en tenant compte du gène g₃.

SOLUTION

- 1) Pour vérifier la pureté des lignées, le planteur a fait plusieurs croisements avec autofécondation de chacune d'elles.
- 2) Interprétation des résultats : la F_1 est homogène, conformément à la première loi de Mendel. Ce qui montre que les caractères « coloré » (C) et « lisse » (L) dominent respectivement les caractères « incolore » (c) et « ridé » (l). Quant à la F_2 , en calculant les proportions statistiques, on se rend compte que $\sum \%PP > \sum \%PR$, ce qui montre qu'il s'est produit un crossing-over chez la F_1 . Réaliser le croisement.
- 3) Proportions pour 1000 individus de $F_1 \times F_1$: [Cl] = 249 grains ; [cL] = 250 grains ; [cl] = 1 grain ; [CL] = 500 grains.
- 4) Toutes les F_1 sont colorées et leur activité photosynthétique est faible. On en déduit que le caractère « faible » (F) domine le caractère « élevé » (f). La F_2 donnant les proportions de 9 : 3 : 3 : 1 montre qu'il s'agit de dihybridisme à gènes indépendants. $CCff \times ccFF \rightarrow F_1 : CcFf$. Faites le croisement entre les F_1 , vous aurez les résultats dans les proportions 9 : 3 : 3 : 1.
- 5) Vu que les gènes sont indépendants, le test-cross donnera les mêmes phénotypes que la question 4, mais dans les proportions 1 : 1 : 1 : 1. Alors pour 1000 individus nous aurons alors : [CF] = 250 grains ; [cf] = 250 grains ; [cF] = 250 grains ; [Cf] = 250 grains.
- 6) Carte factorielle :



EXERCICE 157

On se propose d'étudier la transmission de deux caractères héréditaires chez la drosophile de la lignée pure. On croise une lignée de drosophiles aux yeux rouges et ailes échanquées avec une lignée aux yeux marrons et ailes entières. La F_1 est homogène aux yeux rouges et ailes entières.

Les drosophiles F_1 croisées entre elles donnent :

- 54 drosophiles aux yeux rouges et ailes échanquées ;
- 102 drosophiles aux yeux rouges et ailes entières ;
- 44 drosophiles aux yeux marrons et ailes entières.

1. Interprétez ces résultats.

Le croisement des mâles de F_2 aux yeux rouges et ailes échanquées avec des femelles de F_2 aux yeux marrons et ailes entières donne en F_3 la descendance suivante :

- 196 drosophiles aux yeux rouges et ailes entières ;
- 194 drosophiles aux yeux rouges et ailes échanquées ;
- 204 drosophiles aux yeux marrons et ailes entières ;
- 206 drosophiles aux yeux marrons et ailes échanquées.

2. Interprétez ces résultats.

3. Sachant que le pourcentage de recombinaison est de 21% pour les deux gènes étudiés.

a) Que signifie cette valeur ?

b) Donnez la répartition théorique sur 1600 drosophiles issues d'un croisement d'une drosophile femelle de F_1 avec un mâle double homozygote récessif. On exige l'écriture des génotypes et le carré de Punnett.

c) Déterminez les génotypes des individus de F_2 puis établir la carte factorielle.

NB : Faire une interprétation chromosomique.

EXERCICE 158

Le généticien ALLAHKABIR SIANBEI désire étudier le mode de transmission des caractères chez les poissons. Pour ce faire, il fait une observation chez les descendants de F_1 .

- 1^{er} croisement : un mâle de couleur rouge et à queue longue (P_1) est croisé avec une femelle de couleur blanche et à queue courte (P_2). Les descendants sont homogènes au corps rouge et à queue moyenne.
- 2^{ème} croisement : un mâle au corps blanc et à queue courte (P_3) est croisé avec une femelle au corps rouge et à queue longue (P_4). Le résultat est identique à la descendance du 1^{er} croisement.

Se trouvant en difficulté d'expliquer le mode de transmission, il étudie la descendance F_2 issue des individus F_1 du 1^{er} croisement. La F_2 a une composition numérique suivante :

- Poissons mâles rouges et à queue courte : 22 ;
 - Poissons mâles rouges et à queue moyenne : 43 ;
 - Poissons mâles rouges et à queue longue : 21 ;
 - Poissons femelles rouges et à queue courte : 10 ;
 - Poissons femelles blancs et à queue courte : 11 ;
 - Poissons femelles rouges et à queue moyenne : 22 ;
 - Poissons femelles blancs et à queue moyenne : 23 ;
 - Poissons femelles rouges et à queue longue : 9 ;
 - Poissons femelles blancs et à queue longue : 11.
- 1) Quels sont les caractères qui intéressent le généticien ?
 - 2) Dégagez les caractères dominants et les caractères récessifs. Proposez les symboles correspondant aux allèles.
 - 3) Vu les résultats de trois (3) croisements réalisés, quelle hypothèse faites-vous concernant la localisation des gènes étudiés ?
 - 4) Etablir les génotypes des parents et des descendants F_1 dans les deux premiers croisements.
 - 5) Interprétez les résultats de la F_2 .

EXERCICE 159

Le professeur MOSSIMADJI KOUMINGAYE rapporte le cas ci-après :

- Monsieur P_1 est en couple avec madame M_1 depuis 12 ans. Ils ont trois enfants E_1 , E_2 et E_3 respectivement de phénotypes : une fille à vision normale et de groupe A, un garçon daltonien et de groupe AB et un garçon daltonien de groupe O. Les parents P_1 et M_1 sont à vision normale mais respectivement de groupe A et AB.
- Monsieur P_2 est en couple avec madame M_2 depuis 5 ans et ont un garçon de groupe AB daltonien. Le père est de groupe AB mais distingue les couleurs alors que la mère est du groupe O, confond le vert et le rouge.

Le père P_2 intente une procédure judiciaire contre P_1 pour échange d'enfants (E_3 du couple 1).

1. Après avoir construit les arbres généalogiques de ces familles, donnez les génotypes de chaque membre de la famille.
2. Comment trancher le problème posé ?

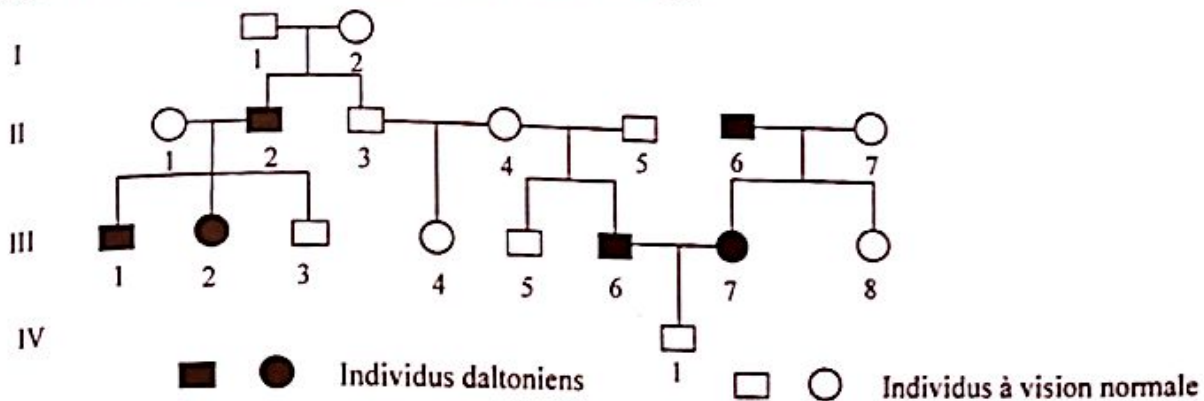
EXERCICE 160

En vue d'étudier la localisation de trois gènes (g_1 , g_2 et g_3) gouvernant respectivement la taille des mufliers, la forme et la couleur de ses fleurs, le professeur Mahamat KYAL YOUMA observe quelques expériences :

- **Expérience 1** : le croisement de mufliers nains, à fleurs normales et rouges avec de variétés de taille normale, à fleurs anormales et blanches fournit des plantes de taille normale aux fleurs normales et roses.
 - **Expérience 2** : La descendance G_2 est composée des variétés très diversifiées.
- 1) Dites si le résultat de la première expérience corrobore ou non la première loi de Mendel ? Justifier votre réponse.
 - 2) Etablir les génotypes des parents et des individus G_1 .
 - 3) Donner la composition phénotypique des plantes G_2 si l'on suppose que les gènes mis en jeu sont indépendants.
 - 4) Etablir si possible la carte factorielle en tenant compte de ces gènes étudiés.

EXERCICE 161

Le document ci-dessous représente l'arbre généalogique d'une famille atteinte du daltonisme. Cet arbre a été réalisé par le Professeur Charles MADALI.



- 1) Quel est le mode de transmission de cette anomalie ?
- 2) Quel est le déterminisme génétique de ce daltonisme rapporté dans cette famille ? Justifier votre réponse.
- 3) Donnez les génotypes de tous les individus sains présents dans ce pedigree.
- 4) Pourquoi l'union entre les individus 6 et 7 de la troisième génération est déconseillée en génétique ?
- 5) Quel est l'intérêt pratique de l'établissement d'un arbre généalogique ?
- 6) Le père de l'individu IV₁ est surpris du phénotype de son enfant. Il demande une étude approfondie. Le médecin réalise les groupages sanguins. Il ressort que l'enfant est de groupe A⁺ (homozygote pour le facteur ABO), les parents sont respectivement de groupes A⁺ et O⁻ homozygotes. Cette expertise permet-elle de trancher le problème ? Justifier scientifiquement votre réponse.
- 7) Donnez quelques raisons qui expliquent la survenue de cet enfant IV₁ dans cette famille.

EXERCICE 162 *

Chez un insecte, le chrysope, on effectue divers croisements :

- 1) Parents de race pure, femelle à corps vert et mâle à corps jaune, on obtient une génération F₁ composée de 42 individus à corps vert.
 - 2) Femelle de F₁ croisée avec un mâle à corps jaune, on obtient en F₂ :
 - 24 femelles à corps vert ;
 - 22 femelles à corps jaune ;
 - 23 mâles à corps vert ;
 - 27 mâles à corps jaune.
 - 3) Femelle de F₁ croisée avec un mâle au corps vert, on obtient en F₂ :
 - 33 femelles au corps vert ;
 - 14 mâles au corps vert ;
 - 17 mâles au corps jaune.
- Analysez ces résultats et expliquez le mode de transmission du caractère (couleur du corps) chez le chrysope.

EXERCICE 163 *

1. On croise en elles deux lignées pures de maïs, l'une à grains colorés et pleins (1), l'autre à grains incolores et déprimés (2). On obtient une première génération F₁ dans laquelle tous les grains sont colorés et pleins.

- a) Précisez quels sont les caractères dominants et les caractères récessifs et désignez les gènes par des symboles.
- b) On pratique un back-cross entre la génération F_1 et la lignée à grains incolores et déprimés. A quelles distributions statistiques peut-on s'attendre selon que l'on suppose que les caractères considérés sont indépendants ou qu'ils sont liés ?
L'analyse de la population obtenue donne les résultats suivants :
- 4032 grains colorés, pleins ;
 - 4035 grains incolores, déprimés ;
 - 149 grains colorés, déprimés ;
 - 152 grains incolores, pleins.
- Interprétez ces résultats en illustrant vos explications.
2. Dans une expérience, on croise deux lignées pures de maïs, qui diffèrent par trois caractères.
- Une lignée à grains colorés, déprimés et contenant de l'amidon (3) ;
 - Une lignée à grains incolores, pleins et contenant des dextrines (4).
- A la première génération F_1 , on obtient des hybrides à grains colorés, pleins, à amidon. On croise ces hybrides avec une lignée à grains incolores, déprimés, à dextrines.
On obtient une population dont l'analyse statistique donne les résultats suivants :
- Colorés, déprimés, à amidon : 2538 grains ;
 - Incolores, pleins, à dextrines : 2708 grains ;
 - Colorés, pleins, à dextrines : 116 grains ;
 - Incolores, déprimés, à amidon : 113 grains ;
 - Colorés, déprimés, à dextrines : 601 grains ;
 - Incolores, pleins, à amidon : 626 grains ;
 - Colorés, pleins, à amidon : 4 grains ;
 - Incolores, déprimés, à dextrines : 2 grains.
- Interprétez ces résultats. Quelle conclusion peut-on en tirer concernant la localisation des gènes considérés ? A partir de ces données statistiques, déterminez la position relative des gènes étudiés (considérer les caractères deux à deux et calculer leurs taux de recombinaisons).
3. L'étude des hybrides du maïs ont montré qu'il existe dix (10) groupes de caractères liés chez cette plante. Quel doit être le caryotype de cette espèce. Comment est-il possible de le déterminer cytologiquement ?

EXERCICE 164

- A. on rappelle que les drosophiles sauvages ont le corps gris, les ailes longues et les yeux rouges.
- 1) Pourquoi la drosophile constitue un matériel de choix en génétique ?
 - 2) On croise une femelle sauvage de race pure avec un mâle au corps noir et aux ailes courtes. Tous les descendants (mâles et femelles) de la F_1 sont de type sauvage. Que pouvez-vous conclure sur la dominance et la transmission des caractères étudiés ?
 - 3) Les individus de la F_1 sont croisés entre eux :
 - a) A quels résultats statistiques peut-on s'attendre si les gènes étudiés sont indépendants ?
 - b) Même question si les gènes étudiés sont liés ?
 - 4) On réalise un croisement entre une femelle sauvage de la première génération avec un mâle au corps noir et aux ailes courtes. On obtient dans la descendance :
 - 788 drosophiles sauvages ;
 - 776 drosophiles aux corps noirs et aux ailes courtes ;
 - 367 drosophiles aux corps noirs et aux ailes longues ;
 - 365 drosophiles aux corps gris et aux ailes courtes.
 - a) Interprétez les résultats de la F_1 et de la F_2 .
 - b) Etablir la carte génétique de deux gènes étudiés.
 - c) A quels résultats statistiques peut-on s'attendre en croisant les individus de la première génération entre eux ?

B. On croise un mâle au corps gris et aux yeux rouges de race pure et une femelle au corps noir et aux yeux blancs de race pure. On obtient uniquement des individus au corps gris dont les femelles ont les yeux rouges et les mâles les yeux blancs.

On réalise ensuite un croisement entre une femelle au corps gris et aux yeux rouges de la race pure et un mâle au corps noir et aux yeux blancs de race pure. Tous les descendants ont le corps gris et les yeux rouges.

- 1) Interprétez les résultats dans les deux cas.
- 2) Donnez les génotypes des descendants et ceux de leurs géniteurs.
- 3) Donnez les génotypes pour les trois caractères étudiés :
 - a) d'un mâle sauvage homozygote ;
 - b) d'une femelle sauvage hétérozygote.

SOLUTION

- 1) Pour des raisons suivantes : petite taille, facile à élever, prolifération rapide (30 générations environ en une année), cycle de vie court (10 à 14 jours), garniture chromosomique très réduite ($2n = 8$), présence des chromosomes géants dans les cellules des glandes salivaires (ce qui a permis la réalisation de la carte factorielle).
- 2) Conclusion : les allèles « gris » (G) et « longues » (L) dominant respectivement les allèles « noir » (g) et « courtes » (l). L'hérédité est autosomale.
- 3) a) 9/16 [GL] ; 3/16 [G] ; 3/16 [gL] ; 1/16 [gl]. b) 3/4 [GL] et 1/4 [gl].
- 4) a) Interprétation de la F_1 et de la F_2 :

- La F_1 est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 » : P_1 GGLL x ggl $P_2 = Gg Ll$ (F_1).

- Calcul des proportions statistiques de F_2 :

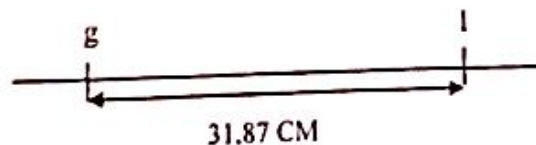
[GL] = 34,32% ; [g] = 33,79% ; [gL] = 15,98% ; [G] = 15,89%. $\sum PP > \sum PR$: Il s'est produit un crossing-over chez la femelle sauvage de la première génération lors de l'ovogenèse (à la prophase I).

F_1 x ggl . Gamètes de F_1 : GL, Gl, gL et gl. Gamète de P_2 : gl.

Carré de Punnett

$F_1 \times P_2$	GL	Gl	gL	gl
gl	Gg Ll 34,32% [GL]	Ggl 15,89% [G]	gg Ll 15,98% [gL]	ggl 33,79% [gl]

b) Carte factorielle :



c) On s'attend en F_2 aux résultats suivants : 67,14% [GL] ; 7,94% [G] ; 7,99% [gL] ; 16,89% [gl].

B. 1) Dans tous les deux croisements, la F_1 est homogène pour la couleur du corps, la première loi de Mendel est vérifiée « loi d'uniformité des hybrides de F_1 ». Ce qui montre que le gène responsable de la couleur du corps est porté par un autosome. Pour la couleur des yeux (1^{er} croisement), la F_1 est hétérogène, c'est une exception à la première loi Mendel. On constate que les descendants mâles ont hérité le caractère de leur mère et les descendants femelles celui de leur père (criss-cross) alors le gène responsable de la couleur des yeux est porté par un chromosome sexuel X. l'allèle « rouge » (R) domine l'allèle « blanc » (r) (d'après le résultat du deuxième croisement).

2) Génotypes :

1^{er} croisement : Génotypes de F_1 : Mâles de F_1 : $GgX_R Y$; femelles de F_1 : $GgX_R X_R$.

Génotypes des géniteurs : mâle : $GGX_R Y$; femelle : $ggX_R X_R$

2^{ème} croisement :

Génotypes de F_1 : Mâles de F_1 : $GgX_R Y$; femelles de F_1 : $GgX_R X_R$.

Génotypes des géniteurs : mâle : $ggX_R Y$; femelle : $GGX_R X_R$

3) Génotypes pour les trois caractères étudiés : a) $GGLLX_R Y$; b) $Gg Ll X_R X_R$.

COMMUNICATION DANS L'ORGANISME

EXERCICE 165 *

On excite un nerf de grenouille, dans des conditions expérimentales différentes, avec des courants dont l'intensité et la durée de passage sont indiquées dans le tableau ci-dessous et correspondent aux valeurs limites efficaces.

La durée est indiquée en millisecondes ; l'intensité est exprimée par la différence de potentiel utilisée, ces deux grandeurs étant proportionnelles.

- Tracez la courbe d'excitabilité (intensité en fonction de la durée) correspondant aux trois expériences A, B et C, en annotant soigneusement vos graphiques.
- Dans quelle expérience le nerf se révèle-t-il le plus excitable ? Pourquoi ?
- Un seul point de chaque courbe est suffisant pour caractériser l'excitabilité de chacun de ces états. Indiquez-en les coordonnées pour chaque courbe.

Expérience A		Expérience B		Expérience C	
Intensité	Durée	Intensité	Durée	Intensité	Durée
1,8	15	1,3	15	0,3	15
1,8	10	1,3	10	0,3	10
2,8	7	1,5	6	0,4	5
3,2	5	2	3	0,5	1
4	3	2,3	2	0,6	0,5
4,8	2	2,5	1,5	1,1	0,3
8	1,5	3,5	1,2	2	0,2
		5,5	0,6	3	0,1
		8	0,3	6	0,08

EXERCICE 166 *

- Définissez les mots ou expressions : axone, neurone, seuil d'excitation, synapse, arc réflexe, dendrite.
- L'étirement du tendon d'Achille du muscle gastrocnémien d'une grenouille géante spinale est suivi immédiatement d'une contraction de ce muscle dont l'innervation est assurée par le nerf sciatique. Quel type d'activité nerveuse est mis ainsi en évidence ? Justifiez votre réponse.

EXERCICE 167 *

Le tableau ci-dessous donne la vitesse de l'influx nerveux pour divers types de fibres nerveuses

Fibres de mammifères	diamètres	températures	Vitesses mesurées
Fibres à myéline	2 μm	37°C	31 à 13 m/s
Fibres à myéline	22 μm	37°C	125 m/s
Fibres à myéline	12 μm	37°C	65 m/s
Fibres sans myéline	2 μm	37°C	5 m/s
Fibres à myéline	22 μm	20°C	30 m/s

Interprétez ces résultats

EXERCICE 168 *

On se propose d'étudier la physiologie d'un nerf. On porte alors des séries d'excitations d'intensité croissante sur ce nerf et à chaque excitation correspond un temps (t). Les suivants ont été obtenus.

T (ms)	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
I (mV)	3,3	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0

- Citez les propriétés d'un nerf.
- Tracez la courbe d'excitabilité nerveuse en fonction du temps.
- Après avoir défini ce qu'on entend par chronaxie, rhéobase, déterminez graphiquement les valeurs de la chronaxie et de la rhéobase.

4. En vous servant de la réponse de la question 3, dites en vous justifiant si une excitation d'intensité 1,2 mV appliquée pendant 0,9ms est efficace.
5. Quelles sont alors les conditions d'obtention d'une intensité efficace.
6. a. Qu'appelle-t-on potentiel de repos ? A quoi est-il dû ? b. Qu'appelle-t-on potentiel d'action ? c. Réalisez des schémas de montage permettant de mettre en évidence le potentiel d'action et le potentiel de repos. NB : Echelle 1cm \rightarrow 0,2m ; 1cm \rightarrow 0,4ms.

EXERCICE 169 *

Après avoir réalisé le schéma d'une synapse, donner les fonctions des éléments suivants : dendrites, soma ou péricaryon, axone, arborisation terminale.
Définir : fibre, nerf, potentiel de repos, potentiel d'action, potentiel de membrane, chronaxie, période réfractaire, rhéobase. Que stipule « la loi du tout ou rien » ?

EXERCICE 170 *

Qu'appelle-t-on potentiel d'action ? Donnez un schéma correspondant à cela. Pourquoi dit-on qu'une fibre nerveuse isolée répond à la loi de tout ou rien ? Donner un schéma annoté de l'arc réflexe. Dites ce que l'on obtient et expliquez lorsque l'on réalise une section suivie d'excitation du bout périphérique et du bout central aux niveaux suivants :

1. La racine postérieure avant le ganglion spinal ;
2. La racine postérieure après le ganglion spinal ;
3. La racine antérieure.

EXERCICE 171 *

1. Faites un schéma soigné d'un cycle cardiaque de grenouille. Décomposez ce cycle en ses différentes phases et expliquez.
2. Réalisez les schémas de l'appareil digestif d'un ruminant et d'un cœur humain (schéma simplifié).
3. Quels les différents types de reflexes que vous connaissez ?
4. Schémas annotés d'un neurone et d'une synapse.
5. Après avoir schématisé une synapse chimique, dites comment elle fonctionne pour faciliter la transmission de l'influx nerveux.
6. Après avoir nommé les différents éléments numérotés, expliquer leur rôle dans la transmission synaptique.

EXERCICE 172 *

Pour étudier les propriétés fondamentales des différentes régions d'un neurone multipolaire (mononeurone médullaire par exemple), on résume par un tableau les fonctions d'un tel neurone. Compléter le tableau suivant :

Zones	fonctions
Dendrites	
Soma ou péricaryon	
Segment initial	
Axone	
Arborisation terminale	

DOCUMENTAIRE SCIENTIFIQUE

1. CAS DE LINA MEDINA

Lina Medina est née le 27 Septembre 1933 au Pérou (Amérique du sud), du père Tiburcio Medina. Elle est devenue la plus jeune mère de l'histoire de la médecine à l'âge de 5 ans 7 mois et 17 jours.

- **Description du cas :** Ayant remarqué le gonflement anormal de l'abdomen (ventre) de sa fille, Tiburcio fit appel aux guérisseurs de son village. Ces guérisseurs suspectaient la présence d'un serpent mystique dans le ventre de Lina qui, selon eux finira par la tuer, demandant au père de Lina de l'amener à l'hôpital de Pisco. Les médecins suspectaient la tumeur au ventre, mais à leur grande surprise diagnostiquèrent la grossesse de 7 mois (par le médecin Gerardo Tozada). Le médecin prit la fille sous sa protection. Le 14 Mai 1939, la fille mit au monde par césarienne un garçon appelé Gerardo (à l'hommage du médecin qui l'a opéré).
- **Explication scientifique du cas par le médecin Edmundo Escobel dans la presse médicale :** Lina Medina a eu ses règles à l'âge de 3 ans et ses seins se sont formés à 4 ans. A 5 ans, son apparence montrait un élargissement du bassin, une maturation osseuse avancée et elle avait une taille de 1,5 m. A la naissance, son fils pesait 2,7 Kg. Jusqu'à l'âge de 8 ans, Gerardo prenait sa mère comme sa grande sœur. Lina quant à elle, après l'accouchement ne s'occupait pas de son enfant car il était allaité par une infirmière. Lina, malgré son apparence physique de 5 ans continue à jouer avec des poupées.
- **Qui est le mari de Lina ? :** Lina n'a pas révélé l'auteur de sa grossesse. Son père a été suspecté et emprisonné pendant quelques jours, n'ayant pas de preuve, il a été relâché. Son grand frère, mentalement malade a été suspecté et il n'y a pas eu des preuves. D'après les médecins, Lina n'a pas été violée et était vierge. L'hypothèse probable est celle d'un jumeau parasite. Une anomalie désignée sous le nom du fœtus in fœtu (un fœtus se trouve inclus à l'intérieur du corps de son jumeau). Le fait que l'embryon réussisse à se développer à l'intérieur de l'autre est très exceptionnel. Le cas de la vierge Lina Medina a été comparable au cas de la vierge Marie par certains penseurs. Et selon ces penseurs, Gerardo est le fils du dieu Soleil.

2. SENEGAL : ZEINA, UNE MERE DE 10 ANS, SUITE D'UN VIOL

Zeina, une orpheline d'un quartier de Dakar élevée par sa grand-mère, a été violée en 2010 par l'oncle de presque 60 ans du locataire de celle-ci. Notant l'absence prolongée de ses règles et sa prise de poids simultanée, ses parents ont pris conscience de sa grossesse en juin, quand elle était déjà enceinte de 5 mois. Elle a donné naissance par césarienne, à l'Hôpital Grand Yoff, le 1^{er} octobre, 18 jours avant son 10^e anniversaire, à une fille qu'elle a rejetée et refusé d'allaiter. On a finalement placé les deux fillettes dans deux structures séparées.

3. DECOUVERTE D'UN MECANISME DE RESISTANCE AU VIH/SIDA

On s'est longtemps demandé pourquoi certaines personnes ne sont pas infectées par le virus VIH, bien qu'elles soient régulièrement exposées au virus, et pourquoi certaines personnes infectées résistent sans symptômes pendant très longtemps ?

Par exemple avant que l'on ne dépiste systématiquement le VIH dans les dons de sang, plusieurs milliers d'hémophiles ont reçu les dérivés sanguins contaminés : beaucoup ont été infectés, mais 10 à 25% des personnes séropositives continuent à être relativement en bonne santé. Ces dernières présentent peu ou pas de symptômes, et leur système immunitaire fonctionne correctement, malgré plus de 15 ans.

Vers le milieu des années 1990, il a été découvert que, pour pénétrer dans les cellules immunitaires, le VIH doit se lier simultanément à la glycoprotéine CD4 et à une CCR5. En 1996, on a

montré qu'une personne sur 5 possède un « CCR5 » mutant où manquent 32 nucléotides : cette mutation entraîne la synthèse d'une protéine CCR5 raccourcie.

Des analyses du génotype « CCR5 » ont été réalisées chez 2000 personnes à haut risque, séparées en deux groupes selon qu'elles étaient infectées ou non. De ces analyses, sortis les résultats : 3% des personnes non infectées avaient deux allèles du gène CCR5 défecté, c'est-à-dire qu'elles étaient homozygotes pour le mutant, tandis qu'aucune des 97% de personnes infectées n'étaient pas homozygotes pour le mutant défecté, c'est-à-dire hétérozygotes. Chez les personnes hétérozygotes (porteuses d'un allèle défecté et d'un allèle normal), on constate que le temps qui sépare l'infection du déclenchement des maladies opportunistes du SIDA est retardé de deux ou trois ans ainsi que le moment où le nombre de lymphocytes T₄ par mm³ de sang devient inférieur à 200.

D'une manière générale, toute personne mutante de la protéine « CCR5 » de génotype hétérozygote, résiste aux symptômes. Par contre, celle possédant le génotype homozygote ne contracte jamais le VIH.

D'après S. O'Brien et M. Dreaux « Pour la Science », octobre 1999.

4. ACCOUPLEMENT CHEZ LES ARAIGNÉES

Avant de s'accoupler, il y a des étapes et des procédures à suivre, c'est ce qu'on appelle la parade nuptiale. Il faut également noter qu'il y a plusieurs espèces d'araignées.

- Chez les araignées crabes, avant l'accouplement, le mâle va tourner autour de la femelle en se rapprochant à chaque tour. La femelle observe cette ronde avec attention. A chaque tour, le mâle enfle les pattes de la femelle avec ses soies (fil d'araignée mâle). Dès qu'il se rend compte que la femelle ne peut plus bouger, il profite de l'occasion pour s'accoupler avec elle. Une fois éjaculé, le mâle prend fuite de peur d'être saisi par la femelle.

Par contre chez l'araignée d'espèce pisaure admirable, avant l'accouplement, le mâle apporte de cadeau à la femelle (par exemple un cadavre de criquet), il l'offre ce cadeau (comme les hommes en font au moment de la Saint Valentin), le temps que la femelle déguste son cadeau, le mâle profite pour introduire son pénis ; au moment où la femelle se rend compte, ils sont déjà en plein rapport sexuel.

5. UN BEBE QUI A DEUX PAPAS

Un couple américain a eu une sacrée surprise à la naissance de leur deuxième enfant nous explique la magazine Time. En apprenant que ce bébé, né par insémination artificielle, n'a pas le même groupe sanguin qu'eux (ils sont tous les deux du groupe A alors que l'enfant est du groupe AB), il y a un malaise entre les deux époux ! La femme aurait-elle trompé son mari ? Il y a-t-il eu un échange d'échantillons de sperme à la clinique d'insémination ? Le bébé a-t-il été échangé à la maternité ? Rien à voir cette femme qui accouche seule dans le parking de la maternité ! Pour dissiper les doutes, le couple fait un test de paternité. La réponse est immédiate : le mari n'est pas le père biologique. Le couple commence alors à douter du sérieux de la clinique. Mais le personnel se défend : un seul autre échantillon aurait pu être utilisé ce jour là. Or, il provient d'un homme de couleur noire et le couple est blanc. Peu probable donc.

L'avocat du couple propose de faire un test génétique qui va plus loin. Le résultat est très perturbant : le père biologique du bébé serait en fait l'oncle paternel, frère de l'époux. Mais il y a un hic. L'époux en question n'a pas de frère. Des chercheurs de l'université de Stanford se dirigent alors vers la piste d'un cas très rare : celle de la fusion de deux jumeaux hétérozygotes à un stade très précoce, connue sous le nom de "chimère humaine". L'époux a donc un jumeau qui n'est jamais né. Selon les tissus prélevés sur le bébé (sang ou cheveux par exemple) pour le test de paternité, l'ADN est alors différent. Une surprise génétique de taille : c'est son jumeau dont il n'a jamais eu connaissance qui est le papa.

6. ACCOUPLEMENT CHEZ CIMEX LECTULARIUS (PUNAISE DES LITS)

La punaise des lits est un petit insecte parasite dont la morsure provoque souvent des allergies chez l'homme. Le nom scientifique donné à son mode de reproduction est en soi tout un programme : on parle « d'insémination traumatique ». Lors de l'accouplement, le mâle punaise ne passe pas par les organes génitaux naturels de la femelle, qui ne servent qu'à la ponte. Ce gentleman préfère directement perforer l'abdomen de sa partenaire à l'aide de son pénis en forme d'aiguillon. Pour s'adapter à cette charmante pratique, la femelle a développé un organe paragénital nommé spermalège qui lui permet de recueillir la semence dans une cavité abdominale. Au-delà de sa délicatesse, le mâle punaise a également beaucoup du mal à reconnaître les femelles, et il lui arrive souvent d'essayer de perforer un autre mâle. Dans ces cas-là, il n'y a pas de transfert de sperme, mais il n'est pas rare que le malheureux camarade succombe à cet assaut impromptu.

7. QUELQUES CAS EXTREMES DE GROSSESSE

- La grossesse la plus longue de l'histoire : l'anglaise **Jacqueline Haddock** aurait mis au monde le 23 mars 1975 une fille de 1,360 kg après une grossesse de 398 jours (treize mois). En 2002, **Zahara Boutaleb**, une marocaine de 75 ans qui souffre de douleurs abdominales s'est rendue à l'hôpital de Rabat et découvre qu'elle a en elle un fœtus fossilisé vieux de 46 ans (cas exceptionnel de lithopédion).
- Grossesses réputées les plus courtes de l'histoire ayant donné lieu à des enfants viables : le 20 mai 1987 la Canadienne **Brenda Gill** met au monde le plus jeune prématuré par césarienne **James Gill** naît avec 128 jours d'avance, ne pesant que 624 g. Le 7 novembre 2010, une Allemande met au monde des jumeaux après seulement 21 semaines et 5 jours de grossesse, seule la petite **Frieda** survit.
- Le plus grand nombre d'enfants mis au monde : **M^{me} Bernard Scheinberg** (Autriche) qui a eu 69 enfants, comme **M^{me} Fiodor Vassiliev** (Russie), 69 enfants en 27 grossesses (4 quadruplés, sept triplés et seize jumeaux) au XVIII^e siècle.

8. DES JUMELLES DES PERES DIFFERENTS

Une jeune maman (anonyme pour des raisons juridiques) a donné naissance à des jumelles... conçues de pères différents. Récit d'une histoire hors du commun relayée par le New York Times.

Maman de (fausses) jumelles, une femme originaire du New Jersey, aux Etats-Unis, avait du mal à joindre les deux bouts. C'est pourquoi, en janvier 2013, elle contacte les services sociaux, afin de réclamer une pension à son ex-compagnon. Un test de paternité est alors exigé. Mais lorsque les résultats tombent, l'histoire prend une tournure des plus surréalistes : les jumelles sont nées de deux pères différents ! L'ex-compagnon de la jeune femme n'est le papa que d'une seule fillette...

Mais comment est-ce possible ?

Si ce résultat est stupéfiant, il existe une explication tout à fait logique. La maman a finalement avoué avoir eu des rapports sexuels avec un autre homme à moins d'une semaine d'intervalle. Les spermatozoïdes pouvant vivre jusqu'à 5 jours, les bébés ont été fertilisés par deux hommes différents. La jeune femme a fécondé deux ovules différents dans le même cycle menstruel. On peut ainsi parler de **superfécondation** : un cas extrêmement rare puisque selon Karl-Hans Wurzinger, directeur de la division de recherche d'identité du Laboratory Corporation of America, il existait une chance sur 13 000 pour que cela se produise.

Dans cette affaire, c'est le juge qui a finalement tranché : L'ex-compagnon de la maman ne paiera qu'une seule pension de 28 dollars par semaine pour son unique fille biologique.

9. ACCOUPLEMENT CHEZ APIS MELLIFERA (ABEILLE EUROPEENNE)

La reproduction des abeilles est un des exemples de suicide sexuel les plus spectaculaires du monde animal. Quand il naît, le mâle de l'abeille, nommé faux-bourdon, n'a d'autre raison d'être que de féconder la Reine. Il n'a pas de dard, ne participe pas à la récolte du pollen, et ne secrète pas de miel. Aussi, lorsque vient le moment de jouer son rôle, il est prêt à sacrifier sa vie pour sa mission.

L'accouplement se déroule en plein vol, lorsque la reine s'élance dans le ciel à la recherche de partenaires. Les mâles de la ruche la suivent en essaim, luttant pour avoir une chance de l'inséminer. Mais cette chance est très relative : lorsqu'un faux-bourdon parvient à saisir la Reine pour la pénétrer, l'éjaculation est si forte que son pénis explose, déchirant son abdomen. Le malheureux tombe alors au sol mourant peu après. Lors d'un tel vol nuptial, la Reine s'accouple avec une douzaine de kamikazes sexuels, et elle récolte suffisamment de sperme pour pondre pendant le reste de sa vie, soit environ 4 ans.

10. DECOUVERTE D'UN INSECTE : PENIS POUR LA FEMELLE, VAGIN POUR LE MÂLE

Un insecte cavernicole femelle doté d'un pénis érectile, tandis que le mâle a une sorte de vagin, a été découvert au Brésil. Des chercheurs genevois, brésiliens et japonais ont découvert au Brésil un insecte cavernicole femelle doté d'un pénis érectile, tandis que le mâle a une sorte de vagin. Si des inversions des rôles sexuels sont répertoriés en biologie, il s'agit du seul exemple d'inversion des organes génitaux, selon ces travaux publiés jeudi dans la revue "Current Biology".

La copulation de cet insecte ailé de l'ordre des psocques et du genre *Neotrogl*, qui compte quatre espèces dure entre 40 et 70 heures et le mâle se trouve sous la femelle. Durant ce laps de temps, celle-ci enfonce son organe appelé "gynosome" dans la chambre génitale du mâle où il reçoit généreusement les gélules de nourriture et de sperme.

Une fois à l'intérieur du mâle, la membrane du gynosome enfle et des piquants s'y trouvant entre les deux insectes ensemble, à tel point qu'il est impossible de les séparer sans arracher l'abdomen du mâle. Le "pénis" est plus ou moins recourbé et plus ou moins épineux selon les espèces. Au repos, il se trouve à l'intérieur de l'abdomen de la femelle.

- Sélection inversée

Les scientifiques supposent que cette inversion des rôles, investissement accru du mâle dans la reproduction, et des organes est due à une "sélection sexuelle inversée" dans l'environnement cavernicole pauvre en ressources. En plus du sperme, les mâles fournissent aux femelles des nutriments, ce qui crée une compétition entre ces dernières et les incite à s'accoupler fréquemment.

Le genre *Neotrogl* et ses quatre espèces ont été décrits dans la Revue suisse de zoologie en 2010 et 2013 par Charles Lienhard, conservateur honoraire du Muséum d'histoire naturelle de Genève, également co-auteur de ces nouveaux travaux. L'insecte adulte mesure entre 2,7 et 3,7 millimètres, ressemble à une petite mouche, et vit dans des grottes sèches de l'est du Brésil.

- Expérimentation de la nature

Interrogé, Charles Lienhard explique que ce sont des insectes très anciens. Il y voit "comme une expérimentation de la nature, un succès évolutif sous des conditions particulières". Dans ces cavernes en effet, il est vital pour la femelle d'avoir accès aux nutriments fournis par le mâle, elle s'est donc dotée d'un attribut permettant de le "capturer".

11. UN JEUNE GARÇON HOSPITALISÉ POUR DES DOULEURS A L'ESTOMAC

Narendra Kumar n'aurait jamais pu deviner la cause de ses maux de ventre.

L'adolescent de 18 ans a été conduit dans un hôpital de l'Etat de Uttar Pradesh, dans le nord de l'Inde, pour des douleurs chroniques de l'estomac. Narendra souffrait depuis plusieurs années, sans savoir ce qui était à l'origine de ses fréquentes crises de vomissements et de sa perte de poids.

Ce lundi 10 Janvier 2010, le jeune homme a été délivré de ses souffrances au cours d'une opération chirurgicale durant laquelle les médecins l'ont débarrassé de son fœtus in situ, ou jumeau parasite, une affection rare où l'un des jumeaux est absorbé par l'autre à travers le cordon ombilical en début de grossesse, et continue de vivre à l'intérieur de son corps.

Les chirurgiens ont donc retiré une masse de 2,5 kg de son estomac, composée de tissus cutanés, de cheveux et, plus surprenant, de dents. « L'estomac du garçon a grandi, mais son sort est passé inaperçu pendant des années parce que ni ses parents ni les médecins ne pouvaient diagnostiquer la maladie à un stade précoce », a expliqué le Dr Rajeev Singh au Daily Mail. « Techniquement, le fœtus était vivant et continuait à se développer, à en croire l'activité métabolique dans son corps », a-t-il ajouté.

LISTE DES NOMS USUELS ET SCIENTIFIQUES DES PLANTES

Numéros	Noms usuels (courants)	Noms scientifiques
1.	Absinthe	<i>Artemisia absinthum</i>
2.	Acajou des Antilles	<i>Swietenia mahagoni</i>
3.	Acacia	<i>Acacia auriculiformis</i>
4.	Acacia à gomme	<i>Acacia nilotica</i>
5.	Agar-agar	<i>Gelidium amansii</i>
6.	Ail	<i>Allium sativum</i>
7.	Aloès	<i>Aloe vera</i>
8.	Amandier	<i>Prunus amygdalus</i>
9.	Amaranthe épineuse	<i>Amarantus spinosus</i>
10.	Anacardier	<i>Anacardium occidentale</i>
11.	Ananas	<i>Ananas comosus</i>
12.	Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>
13.	Asperge	<i>Asparagus officinale</i>
14.	Aubergine	<i>Solanum melongena</i>
15.	Avocatier	<i>Persea americana</i>
16.	Bambou	<i>Bambusa arundinacea</i>
17.	Bananier	<i>Musa sapientium</i>
18.	Baobab	<i>Adansonia digitata</i>
19.	Betterave	<i>Beta vulgaris</i>
20.	Blé dur	<i>Triticum durum</i>
21.	Blé tendre	<i>Triticum aestivum</i>
22.	Bourdaie	<i>Rhamnus frangula</i>
23.	Cacaoyer	<i>Theobroma cacao</i>
24.	Caféier	<i>Coffea arabica</i>
25.	Caïcédrat	<i>Kaya senegalensis</i>
26.	Canne à sucre	<i>Saccharum officinarum</i>
27.	Carotte	<i>Dacus corota</i>
28.	Céleri	<i>Apium graveolens</i>
29.	Ceresier	<i>Prunus cerasus avium</i>
30.	Chanvre	<i>Cannabis sativa</i>
31.	Chêne	<i>Catalpa longissima</i>
32.	Chiendent commun	<i>Elymus repens</i>
33.	Chou	<i>Brassica oleracea</i>
34.	Citronnelle	<i>Cymbopogon citratus</i>
35.	Citronnier	<i>Citrus lemon</i>
36.	Citrouille	<i>Cucurbita pepo</i>
37.	Cocotier	<i>Cocos nucifera</i>
38.	Cola	<i>Cola acuminata</i>
39.	Colchique d'automne	<i>Colchicum autumnale</i>
40.	Colza	<i>Brassica napus</i>
41.	Concombre	<i>Cucumis sativus</i>
42.	Corossolier	<i>Annona muricata</i>
43.	Cotonnier	<i>Gossypium hirsutum</i>
44.	Courge	<i>Cucurbita pepo</i>
45.	Dattier	<i>Phoenix dactylifera</i>
46.	Epinard	<i>Spinacia oleracea</i>

47.	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>
48.	Fenugrec	<i>Trigonella foenum graecum</i>
49.	Feverole	<i>Vicia faba</i>
50.	Figuier	<i>Opuntia vulgaris</i>
51.	Filao	<i>Casuarina equisetifolia</i>
52.	Fougère poisson	<i>Nephrolepis falcapta</i>
53.	Framboisier	<i>Rubus idaeus</i>
54.	Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>
55.	Fromager	<i>Bombax ceiba</i>
56.	Gingembres	<i>Zingiber officinale</i>
57.	Gingko	<i>Gingko biloba</i>
58.	Gui	<i>Viscum album</i>
59.	Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>
60.	Goyavier	<i>Psidium guajava</i>
61.	Grenadier	<i>Punica granatum</i>
62.	Griffe du chat	<i>Uncaria tomentosa</i>
63.	Haricot	<i>Phaseolus vulgaris</i>
64.	Henné (français local)	<i>Lawsonia inermis</i>
65.	Herbe de Guinée	<i>Panicum maximum</i>
66.	Herbe sainte	<i>Eriodictyon californicum</i>
67.	Hevea	<i>Hevea brasiliensis</i>
68.	Igname	<i>Dioscorea batatas</i>
69.	Igname sauvage	<i>Dioscorea villosa</i>
70.	Jujubier	<i>Ziziphus jujuba</i>
71.	Kapokier	<i>Ceiba pendandra</i>
72.	Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>
73.	Laitue	<i>Lactuca sativa</i>
74.	Laurier vrai	<i>Laurus nobilis</i>
75.	Lichen d'Islande	<i>Cetraria islandica</i>
76.	Lin cultivé	<i>Linum usitatissimum</i>
77.	Luzerne cultivé	<i>Medicago sativa</i>
78.	Macabo	<i>Xanthosoma spp</i>
79.	Maïs	<i>Zea mays</i>
80.	Manguier	<i>Mangifera indica</i>
81.	Manioc	<i>Manihot esculenta</i>
82.	Melon	<i>Cucumis melo</i>
83.	Meresier	<i>Prunus avium</i>
84.	Mil	<i>Pennisetum typhoides</i>
85.	Morelle noire	<i>Solanum nigrum</i>
86.	Moutarde noire	<i>Brassica nigra</i>
87.	Muira puama	<i>Ptychopetalum olacoides</i>
88.	Neem	<i>Azadirachta indica</i>
89.	Néré	<i>Parkia biglobosa</i>
90.	Neverdié, Moringa	<i>Moringa oleifera</i>
91.	Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>
92.	Noisetier	<i>Corylus avellana</i>
93.	Oignon	<i>Allium cepa</i>
94.	Olivier	<i>Olea europea</i>
95.	Onagre (bimensuelle)	<i>Oenothera biennis</i>
96.	Oranger	<i>Citrus sinensis</i>
97.	Orchidées	<i>Phalaenopsis</i>
98.	Orge	<i>Hordeum vulgare</i>

99.	Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
100.	Palmier à huile	<i>Elaeis guineensis</i>
101.	Pamplemousse	<i>Citrus paradisi</i>
102.	Papayer	<i>Carica papaya</i>
103.	Pastèque	<i>Citrullus vulgaris</i>
104.	Patate	<i>Ipomea batatas</i>
105.	Penicillaire	<i>Penicetum glaucum</i>
106.	Persil	<i>Petroselinum sativum</i>
107.	Piment	<i>Capsicum nigrum</i>
108.	Pimprenelle ou sanguisorbe	<i>Sanguisorba minor</i>
109.	Plantain	<i>Plantago spp</i>
110.	Poirier	<i>Pyrus communis</i>
111.	Pois	<i>Pisum sativum</i>
112.	Pois chiche	<i>Cier arietinum</i>
113.	Pois de terre	<i>Vigna subterranea</i>
114.	Poivron	<i>Capsicum annuum</i>
115.	Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i>
116.	Pommier	<i>Pyrus malus</i>
117.	Prunier	<i>Prunus domestica</i>
118.	Quinquina	<i>Cinchona spp.</i>
119.	Radis	<i>Raphanus sativus</i>
120.	Raisin de mer	<i>Coccoloba uvifera</i>
121.	Renouée bistorte	<i>Polygonum bistorta</i>
122.	Ricin	<i>Ricinus communis</i>
123.	Riz cultivé	<i>Oryza sativa</i>
124.	Riz sauvage	<i>Oryza glaberrima</i>
125.	Ronier	<i>Borassus flabellifer</i>
126.	Sapin commun	<i>Abies alba</i>
127.	Savonnier	<i>Koelreuteria paniculata</i>
128.	Seigle	<i>Secale cereale</i>
129.	Sésame	<i>Sesamum indicum</i>
130.	Sisal (agave)	<i>Agave sisalana</i>
131.	Soja	<i>Glycine max</i>
132.	Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>
133.	Souchet sucré (comestible)	<i>Cyperus esculentus</i>
134.	Spiruline	<i>Spirulina maxima</i>
135.	Striga	<i>Striga sp</i>
136.	Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i>
137.	Tabac-bœuf ou Clidémie hérissée	<i>Clidemia hirta</i>
138.	Tamaranier	<i>Tamarandus indica</i>
139.	Taro	<i>Colocasia esculenta</i>
140.	Thé rouge	<i>Aspalathus linearis</i>
141.	Thé vert	<i>Camellia sinensis</i>
142.	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>
143.	Tournesol	<i>Helianthus annuus</i>
144.	Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>
145.	Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>
146.	Vigne rouge	<i>Vitis vinifera</i>
147.	Voandzou	<i>Vigna subterranea</i>

LEXIQUE A

Aberration chromosomique ou anomalie chromosomique : altération de la morphologie d'un chromosome (délétion, duplication, inversion, translocation) ou du nombre de chromosomes (monosomie, trisomie, polysomie).

Acétylcholine : neurotransmetteur produit par certaines synapses. Sa fixation sur la membrane des cellules postsynaptiques provoque l'ouverture des canaux ioniques chimiodépendants.

Aerosome : vésicule dérivée de l'appareil de Golgi, située à l'extrémité de tête du spermatozoïde et qui contient des enzymes capables de digérer la membrane de l'ovocyte lors de la fécondation.

Afférent : qui amène de la périphérie vers le centre, qui amène vers un organe.

Albinisme : anomalie due à l'absence congénitale et totale de la mélanine dans la peau, le système pileux et les yeux.

Aldostérone : hormone stéroïde produite par les glandes corticosurrénales et impliquée dans la régulation de l'équilibre hydrominéral. Elle agit au niveau du rein en augmentant la réabsorption du sodium urinaire et en favorisant l'excrétion du potassium dans les urines, ce qui provoque une rétention d'eau.

Allèle : l'une des différentes versions possibles d'un même gène. Ex : les groupes sanguins sont déterminés par trois allèles : A, B et O.

Allèle dominant : version d'un gène qui s'exprime toujours au niveau du phénotype. Il est représenté souvent par une lettre majuscule. Ex : les allèles A et B du groupe sanguin sont dominants sur l'allèle O.

Allèle létal : version d'un gène qui, à l'état homozygote, provoque une maladie génétique très rare conduisant à la mort à court terme. Ex : l'allèle de l'hémophilie est létal à l'état homozygote.

Allèle morbide : version d'un gène à l'origine d'une maladie à l'état homozygote.

Allèle récessif : version d'un gène qui ne s'exprime pas au niveau du phénotype lorsqu'il est présent en un seul exemplaire dans le

génotype (état hétérozygote). Il est représenté par la lettre minuscule.

Allèles codominants : allèles présents chez un hétérozygote, qui produisent un phénotype en général intermédiaire entre ceux des parents de races pures. Ex : le croisement d'une belle-de-nuit de fleurs rouges avec une belle-de-nuit de fleurs blanches donne en F₁, des belles-de-nuit de fleurs roses, couleur intermédiaire entre les parents. Les allèles rouge et blanc sont codominants.

Allèles semi-dominants : allèles dont les deux produits d'expression sont en principe présents en même quantité. Ils sont représentés par les lettres majuscules. Ex : les allèles A et B du système ABO sont semi-dominants.

Androgène : hormone mâle produite par les cellules endocrines des testicules (cellules interstitielles de Leydig), ce sont la testostérone et l'androstérone, mais ce dernier est moins actif que la première.

Aneuploïdie : anomalie qui affecte le nombre de chromosomes d'une espèce.

Angiospermes : plantes à fleurs dont les graines sont enfermées dans un fruit.

Anomalie congénitale : anomalie acquise par l'enfant au cours de son développement embryonnaire.

Anomalie génétique : modification de la structure d'un gène. Ex : drépanocytose.

Anthère : extrémité le plus souvent renflée, d'une étamine, constituée de deux loges divisées en sacs polliniques dans lesquels se différencient, par méiose, les grains de pollen qui seront à l'origine des gamètes mâles.

Antigène : n'importe quelle substance ou cellule étrangère capable de provoquer une réponse immunitaire spécifique, soit par l'activation de lymphocytes T auxquels des fragments de l'antigène ont été présentés sous forme de soi modifié.

Arborisation terminale : extrémité ramifiée d'un neurone qui établit des synapses avec des neurones ou d'autres cellules qui sont effectrices.

Arbre généalogique : représentation conventionnelle qui montre les liens parentaux qui unissent les différents membres d'une famille donnée. On représente, les hommes par les carrés, les femmes par les cercles, les individus atteints d'une maladie génétique par un signe dans le symbole précédent. Le trait horizontal entre deux individus de sexes différents représente le mariage, le chiffre romain le numéro de la génération et le chiffre

arabe, le numéro de l'individu dans la génération.

Arc réflexe : trajet suivi par le message nerveux de l'organe récepteur (peau) à l'organe effecteur (muscle ou glande).

Autosome : n'importe quel chromosome autre que les chromosomes sexuels.

Atavisme : apparition chez un individu des caractères masqués chez les ascendants directs.

LEXIQUE B

Back-cross ou croisement en retour : croisement entre un individu de la génération F1 (hybride) et un parent récessif.

Bébé éprouvette : expression pour indiquer qu'une fécondation a été réalisée in vitro, suivi d'un transfert d'embryon dans l'utérus.

Biodiversité : nombre total d'espèces présentes dans un milieu donné.

Biosynthèse : fabrication d'une molécule organique par un être vivant à l'aide d'une suite de réaction enzymatique.

Bivalent : structure formée de deux chromosomes homologues appariés qui contiennent les quatre chromatides. Les bivalents se forment à la prophase I de la méiose et persistent jusqu'au début de

l'anaphase I quand les deux homologues qui les composent se disjoignent.

Brassage chromosomique : ensemble des recombinaisons génétiques qui ont lieu lors des brassages intrachromosomique et interchromosomique, puis lors de la fécondation.

Brassage interchromosomique : répartition aléatoire des chromosomes dans les cellules filles au cours de l'anaphase I de la méiose.

Brassage intrachromosomique : création de nouvelles combinaisons d'allèles entre deux chromosomes homologues par le phénomène de crossing-over au cours de la prophase I de la méiose.

LEXIQUE C

Capacitation : ensemble des transformations subies par le spermatozoïde lors de son transit dans les voies génitales femelles lui permettant d'acquérir le pouvoir fécondant.

Caractères sexuels primaires : ce sont les conduits génitaux et organes copulateurs qui différencient les individus de deux sexes.

Caractères sexuels primordiaux : ce sont les testicules chez les mâles et les ovaires chez les femelles.

Caractères sexuels secondaires : ensemble des différences morphologiques et physiologiques qui différencient les mâles des femelles. Ex : voix, épaule, bassin, règles, pilosité, seins, production des hormones.

Carpelle : paroi du pistil d'une fleur.

Carte génétique ou carte factorielle : représentation du chromosome indiquant la position relative des gènes les uns par rapport aux autres.

Caryocinèse : division d'un noyau.

Caryotype : c'est le nombre et la forme des chromosomes d'une cellule rangés en paires et par ordre décroissant.

Castration : opération qui consiste à enlever les testicules chez les mâles et les ovaires chez les femelles.

Cellule : c'est la plus petite unité constitutive et fonctionnelle de tout être vivant (animal ou végétal).

Cellules eucaryotes : ce sont les cellules qui ont un noyau bien individualisé. Ex : cellules animales, cellules végétales et champignons.

Cellules germinales ou cellules immortelles : ce sont les cellules qui interviennent dans la reproduction sexuée. Ex : cellules reproductrices.

Cellules de Leydig ou cellules interstitielles : ce sont les cellules situées dans le tissu interstitiel des tubes séminifères.

Cellule nerveuse : neurone et cellule gliale.

Cellule procaryote : cellule dont le matériel génétique n'est pas contenu une enveloppe nucléaire. Il est diffus dans le cytoplasme. Ex : Bactéries.

Cellules somatiques ou cellules mortelles : c'est l'ensemble des cellules du corps en dehors des cellules reproductrices.

Centromère : zone du chromosome où se fixent les fibres motrices du fuseau de division cellulaire. Le centromère est une zone de jonction entre deux chromatides sœurs d'un même chromosome.

Centrosome : région du cytoplasme qui contient les deux centrioles.

Chiasma : croisement des chromatides au niveau des chromosomes homologues appariés, à la prophase I de la méiose.

Chromatide : produit de la duplication d'un chromosome. Une chromatide ne contient qu'une molécule d'ADN.

Chromatine : ensemble formé par la molécule d'ADN et les protéines nucléaires sur lesquelles elle s'enroule.

Chromosome : support de gènes.

Chromosomes homologues : chromosomes identiques par la taille et la forme, portant les mêmes gènes sur les mêmes emplacements ; mais qui n'ont pas obligatoirement les mêmes allèles.

Chromosomes sexuels ou gonosomes ou hétérochromosomes : chromosomes appartenant à une paire responsable de la détermination du sexe, XX pour la femme et XY pour l'homme.

Première édition – Mars 2019

Chronaxie : c'est le temps minimum nécessaire pour qu'un courant d'intensité double de la rhéobase soit efficace.

Clone : toutes les cellules issues d'une cellule souche par reproduction conforme ou mitose.

Codon : séquence de trois nucléotides d'un ARNm correspondant à un acide aminé ou à une ponctuation (codon stop).

Codon non-sens : codon qui, à la suite d'une mutation est devenu un codon stop, ce qui provoque un arrêt prématuré de la traduction et donc d'une chaîne polypeptidique incomplète.

Codon faux-sens : codon qui spécifie à la suite d'une mutation, un autre acide aminé que celui qui était avant la mutation.

Codon stop : un des codons (UAA, UAG, UGA) qui n'a pas de correspondance en ARNt. Quand il y a un codon, il y a fixation d'un facteur de libération qui entraîne la dissociation du ribosome et la libération de l'ARNm.

Colchicine : molécule antimitotique qui bloque la mitose en métaphase en empêchant la séparation des chromatides des chromosomes dupliqués. Elle est utilisée pour réaliser le caryotype.

Complexe hypothalamo-hypophysaire : ensemble constitué par l'hypophyse, glande endocrine, et par l'hypothalamus, structure nerveuse cérébrale responsable de la commande neurohormonale.

Conduction saltatoire : mode de propagation du message nerveux dans les fibres myélinisées où l'influx nerveux saute d'un nœud ou étranglement de Ranvier au nœud suivant.

Consanguin : désigne des individus génétiquement apparentés.

Contraception : méthode utilisée pour empêcher qu'un rapport sexuel n'aboutisse à une grossesse. Les différentes techniques de contraception font appel à des méthodes mécaniques (préservatif, diaphragme) pour prévenir la rencontre des gamètes, des méthodes chimiques (spermicides) pour tuer les spermatozoïdes ou des méthodes hormonales (pilules) pour empêcher l'ovulation ou la nidation.

Contraception : c'est l'ensemble des méthodes qui s'opposent au développement de la cellule œuf issue de la fécondation. Le RU 486 est le

premier contragestif. Le stérilet est aussi un contragestif.

Corps cellulaire ou péricaryon ou soma : partie du neurone contenant le noyau et située dans la substance grise d'un centre nerveux et dans les ganglions rachidiens.

Corps jaune : résultat de la transformation du follicule mûr après ovulation, en une structure qui produit la progestérone. En cas de gestation, le corps jaune persiste et continue à produire de la progestérone avant d'être relayé par le placenta.

Criss-cross : croisement à l'issue duquel tous les descendants mâles présentant le caractère maternel et les descendants femelles le caractère paternel. C'est la caractéristique d'un cas d'hérédité liée aux chromosomes sexuels.

Crossing-over : échange de fragments homologues de chromatides entre deux chromosomes homologues en prophase I de la méiose.

Cycle cellulaire : ensemble des changements dans une cellule entre divisions de mitose. Le cycle cellulaire comprend au niveau du noyau, une interphase au cours de laquelle la quantité d'ADN est doublée par réplication puis une mitose qui répartit l'information génétique dans les deux noyaux-fils.

Cycle menstruel : ensemble des transformations périodiques (28 jours chez la femme) touchant les muqueuses utérine et vaginale.

Cytodiérèse : division du cytoplasme au cours de la division cellulaire.

LEXIQUE D

Daltonisme : anomalie de la vision des couleurs due à un allèle récessif lié au chromosome sexuel X.

Délai synaptique : durée nécessaire pour qu'un message nerveux traverse une synapse.

Délétion : perte d'un fragment de matériel génétique, de la simple paire de bases à une portion plus ou moins importante d'un chromosome.

Délivrance : expulsion des annexes (membrane et placenta) du fœtus à terme.

Dendrite : partie du neurone adaptée à la réception des signaux.

Dépolarisation membranaire : modification de la polarité membranaire suite à une excitation.

Diabète : terme médical définissant un trouble comprenant une soif intense et une élimination importante d'urine ; le diabète sucré désigne la maladie s'accompagnant d'une élimination d'urines sucrées. On distingue aujourd'hui deux grands types de diabète (type 1 et type 2).

Différenciation cellulaire : acquisition par une cellule non spécialisée d'un caractère spécifique.

Dihybridisme : c'est un croisement dans lequel les deux parents ne se distinguent que par deux caractères.

Diploïde : qualifie une cellule ou un organisme qui possède des paires de chromosomes homologues.

Diplophase : stade de la vie d'un organisme où les noyaux des cellules sont à $2n$ chromosomes.

Disjonction : répartition équitable des chromosomes lors de la première division de la méiose et la séparation des chromatides lors de la mitose et de la deuxième division méiose.

Division équationnelle : division d'une cellule dans laquelle le nombre de chromosomes est conservé. La mitose et la deuxième division de méiose sont équationnelles.

Division réductionnelle : première division de méiose qui réduit de moitié le nombre de chromosomes à l'anaphase I. Elle permet un brassage intra et interchromosomique des gènes. Elle conduit à partir d'une cellule diploïde, à deux cellules filles haploïdes possédant n chromosomes formés de deux chromatides.

Dioïque : se dit d'une espèce végétale qui possède des pieds portant des fleurs uniquement mâles et des pieds différents portant des fleurs

uniquement femelles. Ainsi, les gamètes ne sont pas produits par le même individu. Il s'oppose à monoïque et à bisexué.

Drépanocytose : maladie génétique due à une mutation sur un gène contrôlant la

synthèse d'une chaîne β de l'hémoglobine. La valine remplace l'acide glutamique.

LEXIQUE E

Endocrine : qualifie, une cellule ou une glande qui déverse ses produits de sécrétion directement dans le sang sans l'intermédiaire d'un canal excréteur.

Endocytose : capacité que possèdent certaines cellules à réaliser une invagination de leur membrane plasmique et à intégrer les particules extérieures à l'intérieur d'une vésicule membranaire formée par la membrane plasmique retournée.

Epistasie : situation dans laquelle un gène interagit avec un autre gène et altère son effet.

Espace synaptique ou fente synaptique : espace compris entre deux neurones ou un neurone et

une cellule musculaire au niveau d'une synapse, dans lequel est libéré le neurotransmetteur.

Espèce : ensemble des individus apparentés, présentant des caractères morphologiques, éthologiques, anatomiques, physiologiques, biochimiques... communes dont les individus se ressemblent à d'autres et sont interféconds.

Eucaryote : être vivant dont le matériel génétique est contenu dans un noyau délimité par une membrane nucléaire en interphase.

Exocytose : fusion d'une vésicule membranaire avec la membrane plasmique, puis libération de son contenu dans le milieu extracellulaire.

LEXIQUE F

Facteur rhésus : antigène membranaire trouvé sur les hématies dans une certaine proportion de la population humaine.

Fécondation : fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle en un œuf (zygote).

Femme vectrice ou conductrice : femme qui, dans une maladie génétique récessive liée aux chromosomes sexuels, ne présente pas la maladie à l'état hétérozygote ; mais transmet l'allèle de la maladie à ses descendants. Ex : les femmes hétérozygotes pour le daltonisme, l'hémophilie et la myopathie de Duchenne sont vectrices.

FIVETE : sigle de **Fécondation In Vitro Et Transfert d'Embryon**. Fécondation en laboratoire à partir de spermatozoïdes et

d'ovocytes II dans un tube à essai ou sur une lame de verre. Elle s'emploie dans les cas où la fécondation par voie naturelle est impossible.

Fleur : rameau spécialisé portant les organes reproducteurs (étamines, carpelles) produisant les gamètes.

Follicule ovarien : c'est une structure formée par un ovocyte entourée par plusieurs cellules folliculaires.

FSH : sigle anglais de Follicle – Stimulating Hormone. Folliculostimuline sécrétée par l'hypophyse antérieure chez l'homme comme chez la femme. Elle provoque chez la femme la croissance des follicules de De Graaf. Chez le mâle, elle stimule la spermatogenèse.

LEXIQUE G

Gamètes : cellule reproductrices haploïdes mâles (spermatozoïdes) ou femelles (ovule) dont la fusion formera un œuf.

Gamétogenèse : c'est un ensemble de divisions cellulaires et transformations qui conduisent à la formation des gamètes. Elle regroupe la spermatogenèse et l'ovogenèse.

Gène : unité d'information génétique responsable de l'expression des caractères de l'individu.

Gène lié au sexe : gène porté par le chromosome sexuel.

Génome : totalité des gènes d'une cellule ou d'un organisme.

Génétique : partie de la biologie qui est concernée par l'étude et le fonctionnement du matériel héréditaire (ADN, gènes).

Génotype : ensemble des allèles d'un gène gouvernant un caractère. Ex : le groupe B a pour génotype BB ou BO, et le groupe A a pour génotype AA ou AO.

Germen : ensemble des cellules souches sexuelles et des cellules qui en dérivent.

Glande endocrine : glande qui déverse directement le produit de sa sécrétion dans le sang. Ex : hypothalamus, hypophyse, testicules, ovaires, ...

Glande exocrine : glande qui déverse le produit de sa sécrétion par un canal dans le milieu

extérieur. Ex : glandes salivaires, glandes intestinales, testicules, ovaires, ...

Glande reproductrice : organe qui produit les gamètes.

Glucagon : hormone sécrétée par les cellules α du pancréas endocrine. Son action est hyperglycémiant.

Glycémie : teneur du glucose dans le plasma (valeur normale 1g/L de sang).

GnRH ou gonadolibérine : sigle anglais de Gonadotrophin Releasing Hormone. Hormone produit de manière pulsatile par certains neurones de l'hypothalamus et qui stimule la libération de folliculostimuline et de LH aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

Gonade : organe reproducteur où se déroule la formation des gamètes.

Gonadostimulines ou gonadotrophines ou gonadotropines ou hormones gonadotropes : groupe d'hormones hypophysaires comprenant la LH, la FSH et la HCG qui stimule l'activité des gonades (ovaires et testicules).

Gravide : se dit d'une femelle de mammifères en période de gestation.

Greffe : transfert d'un tissu ou d'un organe d'un donneur à un receveur.

Grossesse extra-utérine (GEU) : toute implantation de l'œuf en dehors de la muqueuse utérine ou endomètre.

LEXIQUE H

Haploïde : qualifie une cellule ou un organisme qui possède un seul jeu de chromosomes homologues. Ex : spermatozoïde, ovule.

Hérédité : étude la transmission de l'information génétique d'une génération à l'autre.

Hérédité gonosomale : hérédité dont l'allèle responsable est porté par le chromosome sexuel.

Hétérochromosome ou (allosome) : chromosome assurant le déterminisme du sexe.

Hétérozygote : individu qui possède deux allèles différents d'un même gène.

Hile : région qui relie une graine au fruit.

Histologie : science qui étudie la structure et la composition des tissus.

Homéostasie : maintien de la constance du milieu intérieur.

Homozygote : individu qui possède les deux allèles identiques d'un même gène.

Hormone : messenger chimique sécrété dans le sang par une glande endocrine et qui agit à distance sur les cellules ou tissus cibles.

Hybridation : croisement entre deux lignées pures différant par un ou plusieurs caractères.

Hybride : individu issu du croisement entre deux individus appartenant à deux races pures de la même espèce.

Hyperglycémie : teneur en glucose dans le sang supérieure à 1,2 g/L.

Hypoglycémie : teneur en glucose dans le sang inférieure à 0,8 g/L.

LEXIQUE I

Incompatibilité : propriété des cellules, tissus, organes ne présentant pas les mêmes molécules du soi.

Influx nerveux : signal qui se propage le long d'une fibre nerveuse ou d'un nerf à partir d'un point d'excitation.

Insémination artificielle : introduction artificielle du sperme dans le vagin.

Insuline : hormone secrétée par les cellules du pancréas β endocrine. Son action est hypoglycémiant.

Inversion : cassure d'un fragment de chromosome et suivie de son renouvellement au même endroit, mais en position inverse par rapport à son homologue.

LEXIQUE L

Lignée pure : c'est une population à l'intérieur de laquelle aucune sélection n'est efficace.

LH : sigle anglais de Luteinizing Hormone. Hormone lutéinisante secrétée par l'hypophyse antérieure. Elle déclenche l'ovulation et stimule la croissance du corps jaune.

Locus : emplacement précis d'un gène sur un chromosome.

Loi du tout ou rien : caractéristique d'un neurone dont la réponse électrique, avant que

l'excitation ne dépasse la valeur seuil de l'excitabilité, est proportionnelle à l'intensité du stimulus, mais ne donne pas naissance à des potentiels d'action qui se propagent.

Lois de Mendel : il y a trois lois de Mendel : 1^{ère} loi : uniformité des hybrides de la première génération ; 2^{ème} loi : ségrégation des caractères ou pureté des gamètes ; 3^{ème} loi : ségrégation indépendante des caractères.

Lysosome : vésicule intra cytoplasmique contenant des enzymes digestives.

LEXIQUE M

Macrophage : cellule qui provient de la transformation d'un monocyte dans les tissus. Il phagocyte l'antigène de façon non spécifique et affiche les déterminants antigéniques à sa surface sur les molécules du CMH et phagocyte aussi les complexes immuns et les débris cellulaires provenant de la réponse immunitaire.

Maladie autosomale : maladie héréditaire dont l'allèle responsable est porté par une paire d'autosomes. Ex : drépanocytose, albinisme.

Maladie dominante : maladie héréditaire dont l'allèle taré est dominant.

Maladie génétique : c'est une maladie due soit à la modification de la structure d'un chromosome, soit à la modification de la structure d'un gène.

Maladie gonosomale ou liée au sexe : maladie héréditaire dont l'allèle responsable est porté par le chromosome sexuel. Ex : le daltonisme, l'hémophilie, myopathie de Duchenne.

Maladie récessive : maladie héréditaire dont l'allèle taré est récessif. Ex : le daltonisme, l'albinisme.

Méiose : suite de deux divisions cellulaires successives qui, à partir d'une cellule diploïde, donnent quatre cellules haploïdes.

Méiose atypique : méiose caractérisée soit par la non-disjonction des chromosomes homologues lors de la mitose réductionnelle, soit par la non-séparation des chromatides sœurs lors de la mitose équationnelle. Ex : les

monosomies et les trisomies sont des méiose atypiques.

Ménopause : cessation définitive et physiologique de la fonction utérine (règles) et de la fonction exocrine des ovaires (ovulation).

Milieu intérieur : c'est l'ensemble des liquides de l'organisme (plasma, lymphe).

Milieux isotoniques : milieux d'égale pression osmotique (concentration).

Milieu hypertonique ou milieu le plus concentré : milieu de forte pression osmotique.

Milieu hypotonique ou milieu le moins concentré : milieu de faible pression osmotique.

Mitose : c'est une division cellulaire qui, à partir d'une cellule, on obtient deux cellules identiques à la cellule mère.

Monoybridisme : croisement dans lequel les deux parents se distinguent par un seul caractère.

Monoïque : se dit d'une plante qui possède des fleurs mâles et des fleurs femelles disposées sur le même pied.

Monosomie : anomalie chromosomique caractérisée par l'absence d'un chromosome sur la paire de chromosomes homologues. Ex : syndrome de Turner.

Monospermie : fécondation d'un ovocyte par un seul spermatozoïde.

Morbide : relatif à la maladie (allèle morbide = allèle à l'origine de la maladie).

Mutation : modification de la séquence des nucléotides de l'ADN, ou d'une manière plus générale, toute modification héréditaire du

Message nerveux afférent : message né au niveau d'un récepteur sensoriel et se propage vers un centre nerveux.

Message nerveux efférent : message quittant un centre nerveux.

matériel génétique. Dans un organisme pluricellulaire, seules se transmettent à la descendance les mutations germinales. Les mutations somatiques ne se transmettent qu'aux cellules issues par mitoses de la cellule mutée.

Mutation chromosomique : modification du matériel héréditaire qui affecte tout ou une partie d'un chromosome et qui est visible sur le caryotype.

Mutation faux-sens : mutation ponctuelle conduisant au remplacement d'un acide aminé par un autre dans la chaîne polypeptidique.

Mutation non-sens : mutation ponctuelle conduisant au remplacement d'un acide aminé par un codon stop, ce qui provoque un arrêt prématuré de la traduction de l'ARNm et donc une chaîne polypeptidique incomplète.

Mutation ponctuelle : modification d'une seule paire de bases dans la molécule d'ADN lors de la réplication ou lors de l'intervention d'un agent mutagène. Ex : trois types de mutations ponctuelles existent : par substitution (un nucléotide est remplacé par un autre), par délétion (un nucléotide est supprimé), par addition (un nucléotide est ajouté).

Mutation silencieuse ou synonyme : mutation ponctuelle ne conduisant pas à la modification d'acide aminé dans une chaîne polypeptidique. Elle est due la redondance du code génétique.

LEXIQUE N

Neurohormone : hormone produite par des neurones sécréteurs situés dans l'hypothalamus et véhiculée par le sang pour agir sur des cellules cibles.

Neurone ou cellule nerveuse : c'est l'unité fonctionnelle du système nerveux, constituée d'un corps cellulaire, des dendrites et d'un axone.

Neurotransmetteur ou médiateur chimique : molécule libérée par l'arborisation terminale d'un neurone en réponse à l'arrivée d'un message nerveux de nature électrique.

Nidation ou implantation : fixation de l'embryon dans l'endomètre.

Noyau : organite cellulaire qui caractérise les cellules eucaryotes.

LEXIQUE O

Œstrogènes : hormones synthétisées par la thèque interne, la granulosa du follicule ovarien, le corps jaune et le placenta en cas de grossesse. La plus active est l'œstradiol.

Osmose : passage d'eau à travers une membrane hémiperméable du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.

Ovaire : partie renflée du pistil contenant les ovules ou organe reproducteur femelle.

Ovogenèse : ensemble des transformations et des divisions cellulaires qui conduisent les ovogonies à la formation des gamètes femelles ou ovules.

LEXIQUE P

Parabiose : opération expérimentale qui consiste à établir une connexion sanguine entre deux ou plusieurs animaux. Elle peut être naturelle : cas des siamois.

Parthénogenèse : développement d'un ovule sans qu'il y ait eu fécondation par un spermatozoïde. La parthénogenèse donne naissance à des individus haploïdes s'il y a eu méiose (exemple : les mâles d'abeille) ou diploïdes si la méiose est inachevée (exemple : puceron). La parthénogenèse est une reproduction sexuée uni-parentale.

Parturition ou accouchement : phénomène physiologique de l'évacuation du produit de la fécondation.

Périanthe : ensemble du calice et la corolle d'une fleur.

Pedigree : l'arbre généalogique des animaux.

Période réfractaire : période durant laquelle une région de la membrane plasmique d'un neurone n'est pas excitable.

Phagocytose : attraction, capture, emprisonnement et digestion des microbes par les phagocytes (polynucléaires et macrophages).

Phénotype : ensemble des caractères apparents d'un individu.

Pistil : organe femelle de la fleur formé par l'ovaire, le style et le stigmate.

Placenta : région de l'ovaire d'une fleur où sont insérés les ovaires.

Placentation : disposition des ovules dans l'ovaire chez les spermaphytes.

Plaqué équatoriale : figure de la mitose ou méiose où les chromosomes se trouvent situés au milieu de la cellule (équateur).

Pollinisation : c'est le transport et dépôt des grains de pollen sur le stigmate.

Polymorphisme : présence au sein d'une espèce de plusieurs catégories différentes d'individus. Ex : souris grise et souris blanche, individu daltonien et individu sain.

Polyspermie : fécondation d'un ovocyte par plusieurs spermatozoïdes.

Potentiel d'action : inversion transitoire du potentiel de membrane se propageant le long de la fibre nerveuse.

Potentiel de repos : différence de potentiel existant entre l'intérieur et l'extérieur d'une cellule vivante en l'absence de toute stimulation. Cette valeur est de l'ordre de -70 mV.

Pression artérielle : pression exercée par le sang sur la paroi des artères.

Présynaptique : qui concerne la cellule située avant l'espace synaptique dans le sens du développement du message nerveux.

Procaryote : être vivant dont le matériel génétique est diffus dans le cytoplasme.

Procréation médicalement assistée : ensemble des techniques médicales mises en œuvre pour palier la stérilité d'un couple. Ex : FIVETE, insémination artificielle.

Progestérone : hormone sécrétée par le corps jaune qui prépare et maintient la grossesse.

LEXIQUE R

Race pure : lignée pure.

Réceptacle floral : extrémité élargie du pédoncule (queue) d'une fleur.

Récepteur : structure capable de transformer un agent physique ou chimique en influx nerveux.

Réflexe : réponse involontaire à une excitation.

Réflexe conditionnel ou acquis : comportement qui se développe chez un individu au cours de sa vie.

Réflexe inné : comportement qui se manifeste chez un individu dès sa naissance.

Repolarisation : retour du potentiel de membrane à sa valeur initiale, après une dépolarisation.

Reproduction conforme : reproduction d'une cellule ou d'un organisme dans laquelle les descendants ont la même information génétique que la cellule-mère. Ex : la mitose, la reproduction asexuée.

Rétrocontrôle ou rétroaction ou feed-back : c'est un mécanisme de contrôle de l'activité d'un organe par l'organe dont il stimule l'activité.

Rhéobase : c'est l'intensité minimale de l'excitation en dessous de laquelle la fibre nerveuse n'est pas excitée quel que soit le temps d'excitation.

LEXIQUE S

Sépale : pièce florale insérée sur le pédoncule dont l'ensemble forme le calice.

Seuil : valeur minimale de l'intensité d'une stimulation nécessaire pour obtenir une réponse d'une cellule excitable.

Spermatogenèse : formation des spermatozoïdes.

Spermiogenèse : c'est la transformation des spermatides en spermatozoïdes.

Spore : cellule reproductrice issue de la méiose qui en germant donne naissance à un gamétophyte (organe producteur des gamètes).

Stigmate : partie apicale du pistil, le stigmate est la partie différenciée du style. Le stigmate est souvent gluant. Il constitue alors un piège où les grains de pollen se collent.

Synapse : zone de contact entre l'arborisation terminale d'un neurone et une autre cellule.

Syndrome : ensemble de signes ou symptômes qui définissent une maladie.

Syndrome de Klinefelter : aberration chromosomique marquée par la présence d'un chromosome sexuel X supplémentaire chez un individu masculin. Sa formule chromosomique est $2n + 1 = 44$ autosomes + XXY.

Syndrome de Turner : c'est une aberration chromosomique marquée par l'absence d'un chromosome sexuel X chez un individu féminin. Sa formule chromosomique est $2n - 1 = 44$ autosomes + XO.

LEXIQUE T

Temps utile : temps minimum pendant lequel il faut faire passer une excitation d'une tension égale à la rhéobase pour qu'il ait une réponse du nerf ou de la fibre nerveuse.

Test cross : croisement d'un individu à caractère dominant dont on veut connaître le génotype avec un individu récessif.

Thymus : organe lymphoïde central se trouvant au niveau des poumons dans lequel les futurs

lymphocytes T, originaires de la moelle rouge achèvent leur maturation.

Translocation : transfert de tout ou partie d'un chromosome sur un autre. La translocation chromosomique est équilibrée quand la

garniture chromosomique globale est conservée indépendamment de la place des portions de chromosomes déplacées, elle est déséquilibrée quand il y a du matériel génétique en plus ou en moins.

LEXIQUE Z

Zygote ou œuf (cellule-œuf) : cellule résultant de la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Cain. Daimman. Lue. Yoon, **Découvrir la Biologie**, De Boeck, Bruxelles, 2006.
2. Frederic Lalevée et Isabelle Ratao, **Révisions BAC, le guide ABC, Sciences de la Vie et de la Terre 1^{re} S**, Nathan, 2008.
3. Ivan Touitou et al, **Anatomie et Physiologie, les Aide-mémoires du Diplôme d'état d'infirmier**, Edition Vernazobres – Grego 74, bd de l'Hôpital – 75013 Paris, 2005.
4. Jean Mouthe et Djokou Joseph, **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale D**, Collection ADN Plus, 2015, 4^{ème} édition.
5. Les Auteurs, **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale D**, Collection Galaxie, White House Education Presse.
6. Mamadou Diallo, **Bio BAC, Sciences de la Vie et de la Terre Terminale D**, Collection Fresh, 9^e édition.
7. S. Fountum, **Biologie Terminale D**, Collection Espace, Edition 2001.
8. Tavernier (R) et Lizeaux (C), **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S**, Bordas, Paris, 1998.
9. Tavernier (R) et Lizeaux (C), **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S**, Bordas, Paris, 2002.
10. Wafo Fopoussi, **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale D**, Collection le Bord Bleu, Douala 2013.
11. William S. Klug et al, **Génétique**, 8^{ème} édition, Pearson Education France, Paris, 2006.
12. YEBGA HONBA et al, **Sciences de la Vie et de la Terre Terminale C**, Collection Le Bord Bleu, Douala 2007.



Edité par CREA STUDIO
Yaoundé AHALA I – Cameroun
Tél.: 00237 698 074 109 – 002337 678 104 420
creastudio.237@gmail.com – www.creastudio.cm

Première édition – Mars 2019



**COLLECTION
CROSSING-OVER**

*Cours, Types des C et D, Sujets des
concours du supérieur, exercices
supplémentaires et liste des plantes*



N'Djamena - Tchad
Tél: (00235) 60 60 04 09 / 66 05 62 76 / 66 44 43 53 / 66 50 01 59
Email: crossingover193@gmail.com