



République Arabe d'Egypte
Ministère de L'Education et
de L'Enseignement
Secteur de Livres

BIOLOGIE

Du Certificat de fin
d'Études Secondaires

«ينبغي أن تكثر اتهامك لنفسك ولا تحسن الظن بها وتعرض خواطرك على العلماء وعلى تصانيفهم وتثبت ولا تتعجل؛ فالعالم الحق من يضع لبنة في بناء العلم العظيم».

موفق الدين البغدادي

«كفى بالعلم شرفاً أن كلا يدعيه، وكفى بالجهل ضيعة أن الكل يتبرأ منه. والإنسان إنسان بالخلقة إذا لم يعلم. فإذا علم كان إنساناً بالفعل والإنسان يحترم الإنسان بقدر ما يملكه من معرفة وعلم. وتزداد قيمته إذا مارس مهنة التعليم والتأليف».

داود الأنطاكي

«وأما ما يجب للأستاذ على التلميذ فهو أن يكون التلميذ شيئاً متقبلاً لجميع أقواله من جميع جوانبها. لا يعترض في أمر من الأمور فإن ذخائر الأستاذ العلم ولا يظهرها للتلميذ إلا عند السكون إليه. ولست أريد بطاعة التلميذ للأستاذ أن تكون طاعته في شئون الحياة الجارية بل أريدها طاعة في قبول تعلم الدرس وترك الأشغال وعلى الأستاذ أن يمتحن توجيه المتعلم ومقدار ما فيه من القبول والإصغاء وقدرته على القبول وممارسته. وكلما احتمل الزيادة زاده. ومع امتحانه فيما كان مقرر تعلمه».

جابر بن حيان

«التلقين شر طرائق التعليم وخير طرائق التعليم أن أحرك تفكير تلميذي في قضية ما وأترك له حرية السؤال.. وأجهد فكره ليصل بنفسه إلى الجواب ومع كل جواب أوافقه على جوابه أو اعترض عليه إلى أن أميل به إلى الجواب المنشود بالعقل والمنطق وبالوقائع وبالحجة والبرهان».

أبو يوسف يعقوب بن إسحق الكندي

«حياة قصيرة غنية بالعلم والمسرة والعمل خير عندي من حياة طويلة خاوية من هذه المتع الثلاث ينحني في خاتمتها الظهر ويسير صاحبها على ثلاث. ولا ينبغي لعالم أن يبقى شيئاً من العلم في نفسه ولا يدونه في كتاب قبل أن يلقى وجه ربه».

أبو علي الحسين بن سينا

«اللهم إنك تعلم أني عرفتك على مبلغ إمكانى فاغفر لي فإن معرفتي إياك وسيلتي إليك».

غياث الدين أبو الفتح عمر الخيام

إخراج وتنفيذ
المركز الاستكشافي للعلوم

الشروقة
الحديثة للطباعة والتغليف

2015 _ 2016

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم



République Arabe d'Égypte
Ministère de L'Éducation et
de L'Enseignement
Secteur de Livres

BIOLOGIE

Du Certificat de fin d'Études Secondaires

Préparé Par

Prof. Hassan El-Sayed

Prof. Dr. Adly Kamel

Prof. Ahmed M. Kamel

Prof. Abd elmonem Eltanani

Prof. Dr. Amin Doidar

Prof. Dr. Abdella M. Ibrahim

Prof. Dr. Mohamed A. Shahin

Prof. Ali Hassan

Révisé Par

Fatma Mohamed Mazhar

Modifié Par

Prof. Dr. Amin Doidar

Prof. Dr. Anwar B. Mansour

Prof. Dr. Abd elrahman Ahmed

Mme. Shadia Ahmed

Prof. Hassan Moharram

Prof. Dr. Ismail M. Kamel

Prof. Dr. Hassnaa Ahmed

Mme. Salwa S. Elhawari

Mme. Nor elhoda Ali

Prof. Rezk Hassan

Conseiller de sciences

Elham Ahmed Ibrahim

2015 - 2016

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم

Traduit Par

Prof. Hassan Moharram

Mme. Samia Radi

Mme. Iman Choukri

Prof. Waguih Kléla

Mme. Nadia Kamel

Prof. Sherif Latif

La Commission de modification

[L'édition 2015-2016]

Dr. Ahmed Riad El Sayed

Prof. Hassan Moharram

Dr. Abdel Menam abolatta

Mme. Shadia Ahmed

Dr. Amani El Awadi

Traduction par

Prof. George wanis

Prof. Mohamed Ezzat El Sabban

Conseillé de Sciences

Mme. Elham Ahmed Ibrahim

تقديم

انطلاقاً من النهضة التعليمية التى تمر بها مصر فى الوقت الحالى، والمحاولة الجادة والمخلصة لتطوير التعليم بجميع مراحله، وبخاصة تطوير نظام الثانوية العامة بهدف التخفيف عن كاهل أبنائنا وبناتنا، وبهدف التركيز على الكيف فى التعليم وليس على الكم والاهتمام بتنمية قدرات الفهم والتحليل والابتكار، بدلاً من الحفظ والاستظهار.

فقد تفضل الأستاذ الدكتور وزير التربية والتعليم بإعطاء توجيهاته لتطوير كتاب الأحياء ليفى بتحقيق أهداف مادة الأحياء دون تكرار أو تزايد فى تفاصيل غير جوهرية.

وقد كلف الأستاذ الدكتور وزير التربية والتعليم بتشكيل فريق عمل من أساتذة الجامعات لإنجاز هذه المهمة، وذلك بالتنسيق والتعاون مع موجهى وخبراء من الوزارة ومن الميدان، وبمشاركة بعض مؤلفى الكتاب.

وهكذا يظهر كتاب الأحياء فى شكله المطور، والذى نتمنى أن يساعد الطلاب والطالبات على استيعاب محتواه، ويحقق لهم النجاح والتفوق.

وقد قام المركز الاستكشافى للعلوم بالتجهيزات الفنية والإخراج الفنى لهذا الكتاب طبقاً للمواصفات العالمية للكتب الدراسية المطورة. مع مراعاة ألا يزيد عدد الأسطر فى الصفحة الواحدة عن ٢٤ سطر لإراحة العين، والإكثار من الصور المعبرة عن المادة العلمية، واستخدام كود ألوان لتحديد المفاهيم الهامة والتطبيقات المختلفة والأمثلة المحلولة، والاهتمام بتصميم الغلاف كعامل جذب للطالب.

ونتمنى أن يحقق الكتاب بصورته الجديدة النجاح لأبنائنا..

والله ولى التوفيق
لجنة التطوير

SOMMAIRE

PARTIE 1 : La Structure et la fonction chez les êtres vivants 5

Chapitre 1 : Le soutien et le mouvement 6

Chapitre 2 : La Coordination Hormonale 21

Chapitre 3 : La reproduction 35

Chapitre 4 : L'immunité 71

PARTIE 2 : La biologie moléculaire 95

Chapitre 1 : L'acide nucléique ADN 96

Chapitre 2 : Les acides nucléiques et la synthèse des protéines ... 113



PARTIE I

La Structure et la fonction chez les êtres vivants

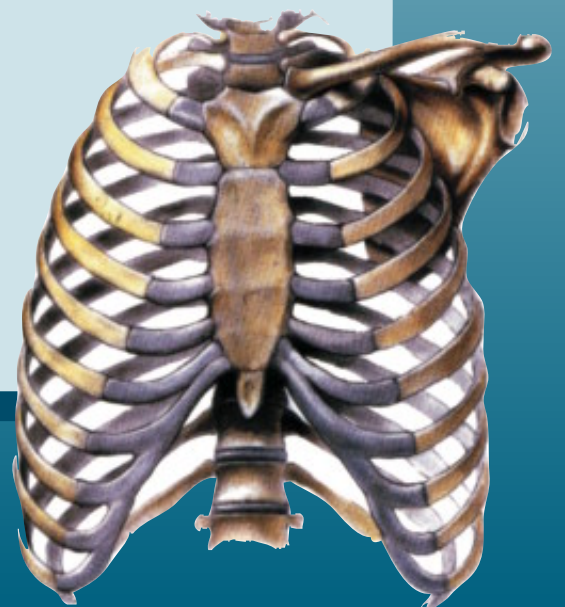
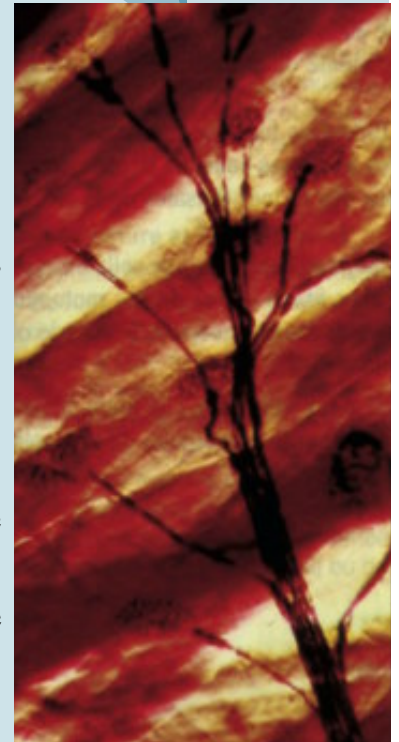


Chapitre 1

Le soutien et le mouvement chez les êtres vivants

A la fin de ce chapitre l'élève doit être capable :

- De connaître le concept du mouvement chez les êtres vivants.
- De connaître le concept du soutien chez les êtres vivants.
- D'interpréter la rotation des vrilles autour du support.
- De comparer l'attraction par les vrilles et l'attraction par les racines des tubercules et les bulbes.
- De citer le rôle du système musculaire chez l'être humain.
- De reconnaître la structure du muscle.
- D'interpréter le mécanisme du mouvement.
- De démontrer la coordination entre les 3 appareils (squelettique - nerveux et musculaire).
- De reconnaître l'unité de locomotion qui est l'unité fonctionnelle du muscle squelettique.
- D'interpréter la cause de la fatigue du muscle.
- D'être compétent pour :
 - a. s'exprimer par le dessin comme la vertèbre.
 - b. examiner sous le microscope le mouvement du cytoplasme dans les cellules de la feuille de l'élodée.
 - c. faire le lien entre la structure et le rôle dans le squelette et les muscles.





Le soutien et le mouvement chez les êtres vivants

Le soutien chez les plantes

Les plantes possèdent des moyens et des appareils de soutien qui en plus du rôle de soutien, conservent aussi leurs formes et les protègent.

Le moyen de soutien peut être physiologique concerner toute la cellule synthétique et dans ce cas, il s'accumule, sur les parois de la cellule ou sur quelques-unes de ses parties, des matières solides et rigides comme la cellulose et la lignine, ou bien il peut se propager au-delà de ces limites.

A - Le soutien physiologique

Si on plonge quelques fruits secs, atrophiés et ridés dans l'eau, on remarque au bout d'un certain temps qu'ils absorbent de l'eau et se gonflent à cause de l'augmentation du volume de leurs cellules.

Au contraire, si on laisse des graines fraîches de fèves ou de pois longtemps, on remarque qu'elles se contractent et se rident et que leur volume diminue à cause de la perte de l'eau de leurs cellules.

La cellule est dite gonflée si l'eau y pénètre par osmose pour atteindre son suc vacuolaire : alors son volume et sa pression augmentent, ce qui pousse le protoplasme vers l'extérieur et la paroi cellulaire le limite.

Aussi les tiges et les feuilles des plantes herbacées se fanent lorsqu'elles sont mises à une sécheresse intense mais après l'irrigation, elles récupèrent leur forme à cause du gonflement des cellules de leurs tissus internes.

B - Le soutien synthétique (structural)

C'est la précipitation de quelques matières sur les parois cellulaires. Par exemple, les cellules végétales externes protègent les tissus végétaux internes contre la perte de l'eau, pour que le soutien contribue à cet effet par un des moyens suivants:

1. L'augmentation de l'épaisseur des parois de cellules de l'épiderme et en particulier celles qui sont à l'extérieur.
2. Le dépôt de cutine qui rend les parois imperméables à l'eau.
3. Les cellules s'entourent d'une autre couche de cellules de liège subérifiées imperméables à l'eau.
4. La précipitation complète ou partielle de la cellulose et de la lignine sur les parois cellulaires. Les rend solides et fortes.
 - (1) Comme les cellules de collenchyme.
 - (2) Comme les cellules du sclérenchyme Comme (les fibres et les cellules de pierre).

En plus, la position, la propagation et l'assemblage de ces dépôts jouent aussi un rôle dans le soutien de la plante.



Le Système squelettique

Formé de 206 os, pour chaque os une forme et un volume qui correspondent à sa fonction.

Le squelette de l'être humain formé / de

a) squelette axiale

Colonne vertébrale
Crâne
Cage thoracique

b) squelette périphérique

Les 2 membres supérieurs
Les 2 membres inférieurs

La partie supérieure de la colonne vertébrale est reliée au crâne et sa partie thoracique est reliée à la cage thoracique et les membres supérieurs à l'aide des os de l'épaule.

La partie inférieure de colonne vertébrale est reliée aux les membres inférieurs par les os du bassin.

a) Squelette axiale:

1. La colonne vertébrale :

Elle comprend 33 vertèbres divisées en 5 groupes et diffèrent en formes selon la partie ou la région ou elles se trouvent.

- 7 Vertèbres cervicales articulées (volume moyen).
- 12 Vertèbres dorsales articulées (plus grandes que les précédentes).
- 5 Vertèbres lombaires articulées (les plus grandes, face au cavité abdominale).
- 5 Vertèbres sacrées (larges - aplaties et soudées ensembles).
- 4 Vertèbres coccygiennes (petit volume et soudées ensemble). (fig 1).

La colonne vertébrale joue le rôle d'un soutien principal au corps, lui permet de se plier en plusieurs directions, protège la moelle épinière et aide le mouvement de la tête et de la moitié supérieure du corps.

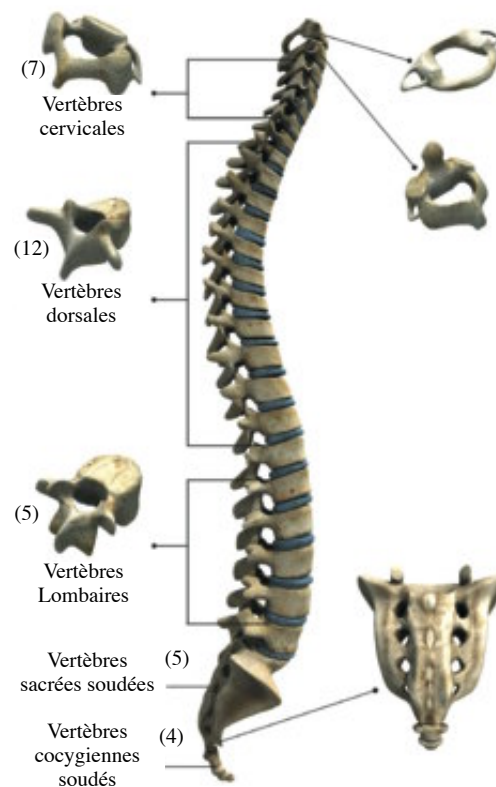


Fig. (1) La colonne vertébrale

Structure d'une vertèbre osseuse:

- a) Une partie antérieure épaisse: le corps de la vertèbre.
- b) Deux apophyses transverses des 2 côtés.

- c) L'arc épineux dans la partie postérieure et porte une saillie l'apophyse épineuse qui est inclinée vers le bas. (fig. 2).
- d) Dans le canal épineux s'étend la moelle épinière pour la protéger.

2. Le crâne

C'est une boîte osseuse formée de :

- a) La partie cérébrale qui est postérieure et qui est formée de 8 os soudés par leurs bords dentés formant une cavité osseuse au cerveau pour le protéger.

A la base de cette partie se trouve un grand trou occipital à travers lequel le cerveau est relié à la moelle épinière.

- b) La partie frontale qui est antérieure et renferme les os de la face, des mâchoires et la place des organes de sens. (les oreilles, les yeux et le nez). (figure 3).

3. La cage thoracique

C'est une boîte presque conique qui est reliée:

- a) postérieurement aux vertèbres dorsales (12).
- b) antérieurement au sternum qui est un os plat pointue et à sa base une partie cartilagineuse.

La cage thoracique est formée de 12 paires de côtes dont: (figure 4) - 10 paires sont rattachées entre le sternum et les vertèbres dorsales.

Existe 2 paires courtes qui ne sont pas reliées au sternum (les côtes flottantes).

La cage thoracique protège le cœur et les 2 poumons.

Structure d'une côte:

C'est un os courbé qui penche vers le bas. Chaque côte est reliée postérieurement au corps de la vertèbre et son apophyse transverse.

Les côtes bougent vers l'avant et latéralement pour augmenter le volume de la cage thoracique pendant l'inspiration et le contraire pendant l'expiration.

B) Squelette périphérique

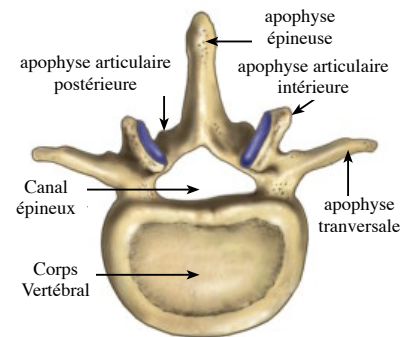


Fig. (2) Une vertèbre

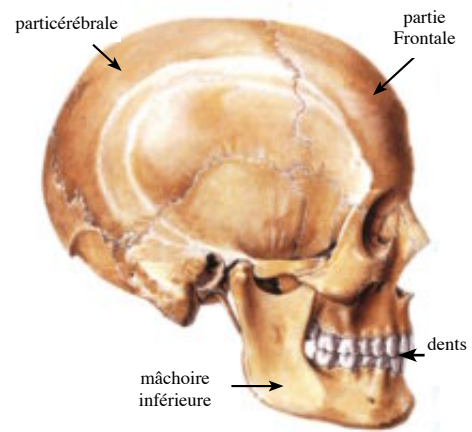


Fig. (3) Le crâne

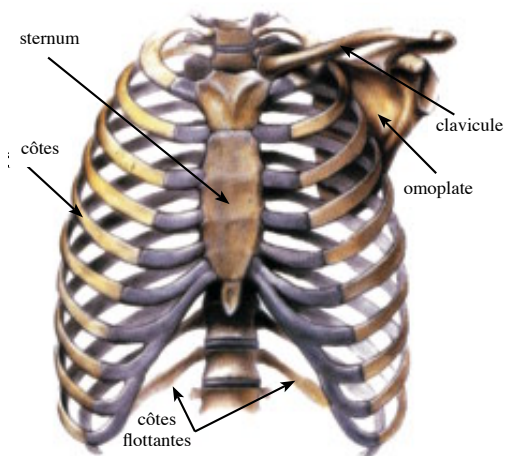


Fig. (4) La cage thoracique



1) La ceinture thoracique et les membres supérieurs

La ceinture thoracique est formée de deux moitiés identiques ou symétriques chaque moitié comprend:

1. L'omoplate

C'est un os dorsal triangulaire, son extrémité interne est large et l'externe est pointue et porte une saillie. à la quelle est reliée la clavicule. L'extrémité externe de l'omoplate porte une cavité scapulaire dans laquelle se loge la tête de l'humerus formant l'articulation de l'épaule,

2. La clavicule

C'est un os ventral fin.

Le membre supérieur est formé de:

a) L'os du bras :

Humérus.

b) Les os de l'avant bras :

Le cubitus et le radius

La partie supérieure du cubitus porte une cavité dans laquelle repose la saillie interne de l'humérus.

Le radius est plus petit que le cubitus et fait un mouvement semi-circulaire autour du cubitus qui est fixe.

c) Le poignet :

Est formé de 8 os carpiens en 2 rangées, son extrémité supérieure est liée à la partie postérieure du radius et son extrémité postérieure est reliée aux métacarpes. (fig. 5).

d) Le squelette de la main :

Est formée de 5 os métacarpiens minces et rectangulaires et qui mènent aux os des doigts.

e) Les doigts:

Chaque doigt est formé de 3 phalanges sauf le pouce qui est formé de 2 phalanges seulement.

2) La ceinture pelvienne et les membres inférieurs

Les os du bassin est formé de deux moitiés identiques (fig. 6) qui sont soudées ventralement dans la région du symphyse pubienne.

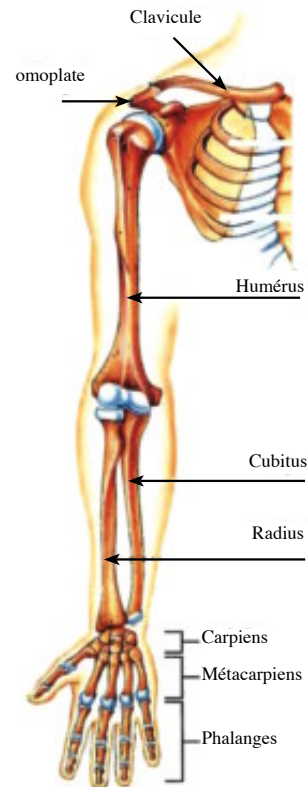


Fig. (5) Membre Supérieure

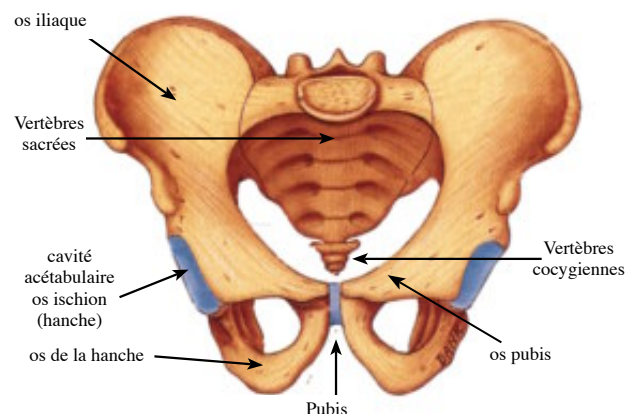


Fig. (6) L'os du bassin

Chaque moitié comprend un os iliaque qui est relié antérieurement ventralement au pubis. et postérieurement ventralement à l'ischion (hanche) Au point de rattachement de l'os iliaque avec hanche; il y a une cavité acétabulaire dans lequel pénètre l'apophyse interne de l'os du fémur pour former l'articulation de la cuisse.

Le membre inférieur est formé de

Chaque membre se compose de ce qui suit:

a) Le fémur :

il se termine par 2 grandes saillies reliées à la jambe formant l'articulation du genou.

b) La jambe :

Est formée de 2 os l'un interne le tibia et l'autre externe le péroné
Devant l'articulation du genou il y a un petit os la rotule.

c) La cheville : (tarse)

Formé de 7 os tarsiens de forme irrégulière, le plus grand celui qui est en arrière formant le talon.

d) Le squelette du pied:

Formé de 5 os métatarsiens longs qui se terminent par les doigts.

e) Les doigts :

Chaque doigt a 3 phalanges sauf le gros orteil qui est formé de 2 phalanges. (fig. 7).

* Le squelette de l'être humain comprend aussi les cartilages, les articulations, les ligaments et les tendons.

A) Les cartilages :

Le cartilage est un genre de tissu conjonctif qui est formé des cellules cartilagineux qui se trouve souvent aux extrémités des os, surtout au niveau des articulations et entre les vertèbres de la colonne vertébrale pour la protection des os contre la corrosion, résultant du frottement continu durant le mouvement.

- Les cartilages sont les composants essentiels de certains organes dans le corps comme les oreilles, le nez et la trachée artère.
- Dans le tissu cartilagineux n'existe pas de vaisseaux sanguins ainsi l'obtention de l'oxygène et de la nourriture se fait par diffusion à travers les cellules des os.

B) Les Articulations :

Ils existent dans le squelette osseux 3 genres d'articulations qui sont:

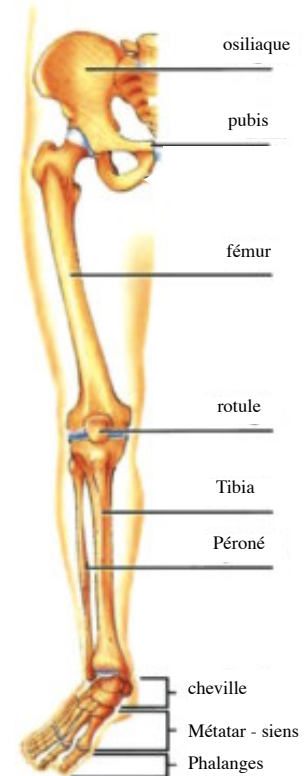


Fig. (7) Membre inférieur



1. Articulations Fibreux:

Les os sont soudés dans ce genre d'articulations par des tissus fibreux qui ne permettent pas aucun mouvement et en vieillissant ce tissu se transforme en tissu osseux.

Ex: Les articulations qui relient les os du crâne ensemble par leurs bords dentés.

2. Articulations cartilagineux:

Relient les extrémités de quelques os adjacents et ils permettent un mouvement très limité.

Ex: Les articulations cartilagineux qui existent entre les vertèbres de la colonne vertébrale (fig. 8).

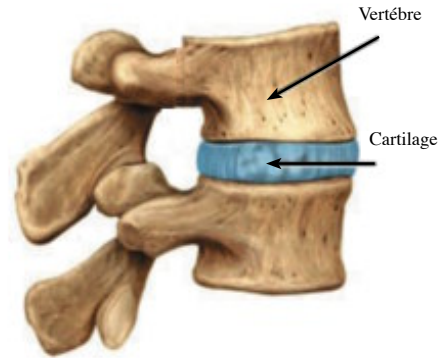


Fig. (8) Les articulations cartilagineux

3. Articulations synoviales:

Constituent la majorité des articulations du corps, la surface des os attachés dans ces articulations est couverte par une couche mince d'une matière cartilagineuse transparente et les os sont lisses ce qui permet un mouvement plus facile avec le moindre frottement.

- Ces articulations sont flexibles en plus renferment un liquide synovial qui facilite le glissement des cartilages qui couvrent les extrémités de ce genre d'os ainsi peuvent supporter les chocs.

Ex 1 : Articulations synoviales qui permettent un mouvement limité (en une seule direction): L'articulation du coude et du genou.

Ex 2 : Articulations synoviales qui permettent un mouvement étendu (en plusieurs directions): L'articulation de l'épaule et l'articulation de la cuisse.

C) Les ligaments :

Emballages séparés formés de tissu conjonctif fibreux, ses extrémités sont fixés sur les 2 os de l'articulation.

Les fibres des ligaments se caractérisent par une forte dureté accompagnée par une degré de flexibilité ce qui permet l'augmentation de la longueur du ligament un peu, afin d'éviter sa rupture en cas de l'exposition à une pression externe forte mais dans certains cas de torsions, le ligament peut être déchiré comme dans le ligament croisé du genou (Fig. 9).

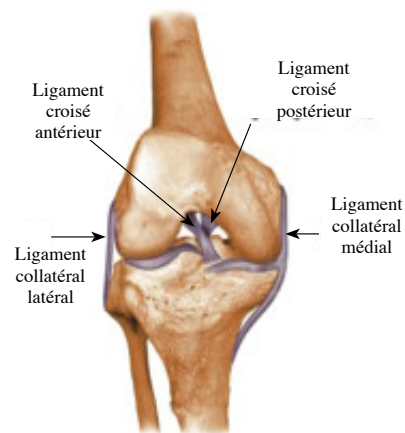


Fig. (9) Ligaments du genou

Rôle :

- Relient les os les uns aux autres dans les endroits des articulations.
- Déterminent le mouvement des articulations dans différentes directions.

D) Les tendons:

Le tendon est un tissu conjonctif fort qui relie entre les os avec les muscles au niveau des articulations ce qui permet le mouvement des os durant la contraction et le relâchement des muscles.

Ex: Tendon d'Achille (Fig. 10) qui relie les muscles jumeaux (par l'os du talon et ça peut arriver en certains cas rupture de ce tendon à cause de :

1. Effort physique violent.
2. La contraction brusque des muscles jumeaux.
3. Absence de la flexibilité dans les muscles.

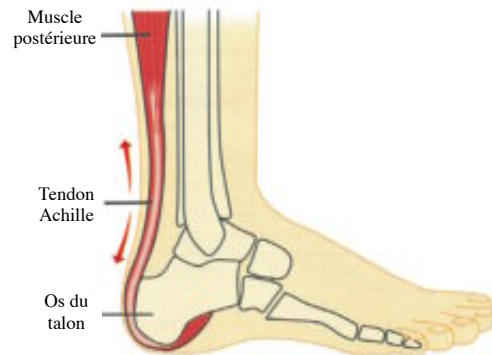


Fig. (10) Tendon Achille

Les symptômes de la rupture du tendon Achille:

1. Incapacité de marcher.
2. Lourdeur durant le mouvement du pied.
3. Fort douleur.

Traitement:

Par les médicaments anti-inflammatoires et analgésiques en utilisant attelle médicale, mais l'intervention chirurgicale n'existe qu'en cas de la rupture complète du tendon.

Le mouvement chez les êtres vivants

Le mouvement caractérise les êtres vivants, des matières inertes.

Les êtres vivants ont un mouvement spontané pour répondre aux facteurs externes, Il existe plusieurs genres de mouvements chez les êtres vivants:

- a) Le mouvement continu comme celui du mouvement cytoplasmique dans les cellules pour assurer les fonctions vitales.
- b) Le mouvement local concernant quelques parties de l'être vivant comme le mouvement péristaltique.
- c) Le mouvement total durant lequel l'être vivant se déplace d'un endroit à un autre à la recherche de la nourriture ou pour suivre l'autre sexe où pour fuir d'un danger.

Ce mouvement concerne l'animal seulement.

Le mouvement et le déplacement de l'animal aide à sa propagation plus les moyens de déplacement sont forts et rapides plus la propagation de l'animal est vaste.

L'animal ne peut pas se maintenir en équilibre ni se mouvoir sans avoir un squelette solide relié à des muscles.



Ce soutien peut être externe comme chez les arthropodes (insectes) ou interne comme chez les vertébrés. il est appelé ainsi squelette de l'animal.

Le squelette interne peut être cartilagineux comme chez les poissons cartilagineux ou osseux comme chez les poissons osseux.

Le squelette doit être formé de parties qui s'articulent pour permettre le mouvement.

Premièrement : Le mouvement chez les plantes

Le mouvement de la plante a lieu par le toucher:

En touchant la foliole de la Mimosa elle s'incline comme si elle était flétrie.

Le mouvement de la plante a lieu par le sommeil:

A la tombée de la nuit les folioles de la Mimosa et certaines légumineuses se rapprochent.

La succession du jour et de la nuit fait naître dans les folioles des mouvements d'extension et de rapprochement c'est à dire un mouvement d'éveil et sommeil.

Le mouvement de la plante par le tropisme:

Les différentes parties de la plante peuvent répondre à la lumière à l'humidité et à l'attraction terrestre; ceci fut interprété par la variation de l'allongement à cause des auxines.

Le mouvement par traction

Ce mouvement a lieu dans les vrilles des plantes grimpantes comme le pois et dans les racines des tubercules et les bulbes.

La vrille tourne dans l'air jusqu'à ce qu'elle rencontre un corps solide.

Une fois qu'elle touche le corps solide elle s'enroule autour de lui.

Le reste de la vrille fait un mouvement spiralé, sa longueur diminue ainsi la tige s'approche du corps solide (le support) ainsi la tige reste verticale.

Après ce mouvement, la vrille s'épaissit à cause des tissus de soutien qu'elle élabore.

Si la vrille ne rencontre pas un support, elle flétrit et meurt.

La rotation de la vrille autour du support est dû au ralentissement de l'allongement de la partie qui touche le support.

Au contraire la partie qui ne touche pas le support s'allonge en plus. (fig. 11).



Fig. (11) le mouvement des vrilles



Dans les tubercules et les bulbes. Les racines tirantes se trouvent à leur base.

Ces racines en se contractant tirent les tubercules bulbes et les bulbes vers le bas de façon à ce qu'elles soient à un niveau de la terre qui les soutient et qui protègent les parties aériennes contre le vent. (fig. 12).

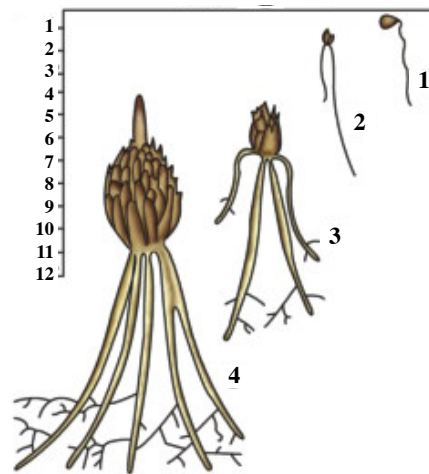


Fig. (12) Mouvement par traction dans la racine des bulbes de Narcisse

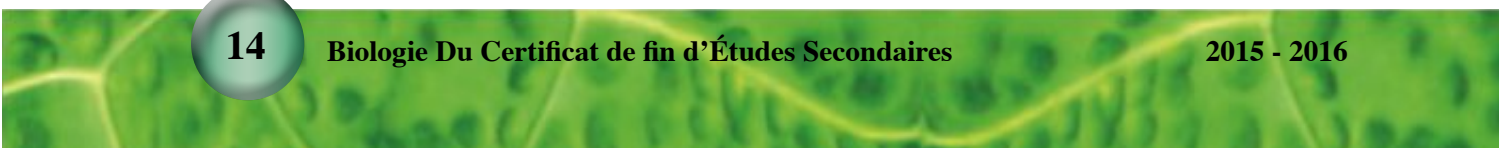
Le mouvement de convection cytoplasmique

Le cytoplasme vivant est en état de mouvement de rotation continue dans la cellule.

En observant la cellule de l'élodée sous le microscope nous trouverons que le cytoplasme existe sous forme d'une couche mince qui tapisse la paroi interne; ce cytoplasme s'écoule d'un mouvement circulaire à l'intérieur de la cellule dans une seule direction. Ce mouvement est aperçu grâce au mouvement des plastes verts dans le cytoplasme. (fig. 13).



Fig. (13) Le mouvement circulaire cytoplasmique





Deuxièmement : Le mouvement chez l'être humain

Le mouvement de l'être humain (le mammifère le plus évolué) est basé sur 3 appareils:

- a) Le système squelettique Le soutien des membres mobiles.
- b) Le système musculaire: la contraction et le relâchement des muscles cause le mouvement des membres.
- c) Le système nerveux: qui donne l'ordre aux muscles de se contracter et se relâcher.

Le système musculaire

C'est l'ensemble des muscles du corps qui lui permet de faire mouvoir les différentes parties du corps. Il est formé d'unités structurales nommées muscles. Les muscles sont considérés comme un groupe de tissus musculaires qui ont déjà été étudiés en 1ère secondaire.

Ces muscles permettent à l'être humain d'accomplir des mouvements mécaniques et de se déplacer d'un endroit à un autre.

Ils sont connus sous le nom de chair et leur nombre atteint environ 620 ou plus.

Rôle des muscles

Les muscles sont généralement filamenteux et ont le pouvoir de se contracter et de se relâcher. La contraction musculaire est essentielle pour accomplir les activités et les fonctions suivantes:

- a) Le mouvement qui consiste à changer la position d'un organe déterminé par rapport au reste du corps.
- b) Le déplacement d'un endroit à un autre.
- c) Le mouvement continu du sang dans les vaisseaux sanguins et maintenir la pression sanguine à l'intérieur des vaisseaux sanguins au moyen de la contraction des muscles lisses (involontaires) qui se trouvent dans les parois des vaisseaux sanguins.
- d) Maintenir la position du corps en étant assis ou debout grâce aux muscles du cou, du tronc et des membres inférieurs.

Structure du muscle

Le muscle se compose d'un grand nombre de filaments fins cohérents nommés fibres musculaires.

Chaque fibre musculaire renferme un groupe de myofibrilles dont le nombre varie entre mille et deux mille, rangées longitudinalement et parallèles à l'axe longitudinal du muscle la fibre possède un grand nombre de noyaux.

Chaque fibre musculaire se compose de :

- a) La matière vivante ou le protoplasme, (le cytoplasme dans les muscles est nommé sarcoplasma).
- b) Une membrane cellulaire qui entoure le sarcoplasma. Cette membrane est nommée sarcolemme.

- c) Les fibres musculaires se groupent formant un faisceau musculaire entouré par une membrane, nommée la membrane du faisceau. Chaque fibre est formée d'un groupe de myofibrilles.

d) Chaque myofibrille se compose de :

1. Un groupe de disques (les régions éclairées) qui ont pour symbole (I) qui sont coupés en leur milieu par une ligne foncée qui a pour symbole (Z). Les disques éclairés sont formés d'une protéine fine nommée actine.
2. Un groupe de disques (ou de régions) fonces qui ont pour symbole (A). Au centre de chaque région se trouve une région semi éclairée qui a pour symbole (H). Les régions semiéclairées sont formées d'un autre genre de protéine épaisse nommée Myosine (figure 14).
3. La distance entre chaque deux lignes consécutives (Z) qui se trouve au centre des régions éclairées est nommée sarcomère.

Il est à remarquer que les régions éclairées et les régions foncées se trouvent seulement dans les muscles squelettiques et cardiaques, c'est pour cela ils sont nommés muscles striés. Ces 2 régions sont absentes dans les muscles lisses, c'est pour cela on les nomme muscles non-striés.

La contraction musculaire

Les muscles ont le pouvoir de se contracter et de se relâcher pour cette raison ils sont responsables des différents mouvements du corps. Pour que cela ait lieu il faut une coordination entre trois appareils principaux:

- A) Le système squelettique:** il constitue un lien convenable aux muscles et un soutien des membres mobiles; ainsi les articulations jouent un rôle important dans le mouvement des différentes parties du corps.
- B) Le système nerveux:** est celui qui donne les ordres (sous forme d'influx nerveux) aux muscles, ainsi la réponse a lieu par la contraction ou le relâchement.
- C) Le système musculaire:** qui est responsable du mouvement.

La plupart des muscles sont commandés par le corps, ils sont nommés muscles volontaires (squelettiques ou striés) et forment la plupart des muscles du corps certains sont involontaires et ils sont nommés muscles involontaires (cardiques ou lisses).

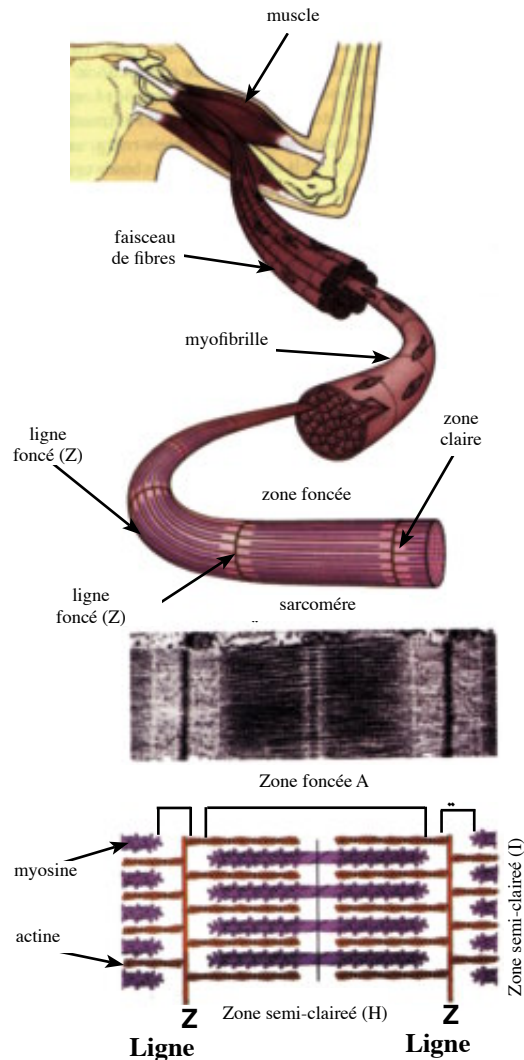


Fig. (14) Le relâchement et la contraction musculaire



La méthode de la transmission de l'influx nerveux au muscle squelettique:

1. Dans les muscles squelettiques volontaires, la partie externe de la membrane de la fibre porte une charge positive par rapport à l'intérieur de la membrane de la fibre qui porte une charge négative. Cette différence de potentiel provient de la différence dans la concentration des ions à l'extérieur et à l'intérieur de la fibre musculaire.
2. Le facteur qui cause la contraction du muscle volontaire c'est l'arrivée des influx nerveux par les neurones moteurs venant du cerveau et de la moelle épinière. Les terminaisons des neurones sont fortement liées à la fibre musculaire formant une synapse neuro-musculaire.
3. Les extrémités des neurones renferment des vésicules contenant quelques substances chimiques (les neurotransmetteurs) comme l'acétylcholine.
4. Quand l'influx nerveux arrive à ces vésicules, les neurotransmetteurs sortent et les ions de calcium jouent un rôle important dans la sortie de ces neurotransmetteurs.
 - Les neurotransmetteurs se déplacent entre les terminaisons nerveuses et la membrane de la fibre musculaire jusqu'à atteindre la surface de la fibre musculaire volontaire. Ceci cause la disparition de la différence de potentiel sur la membrane de la fibre et devient inverse: Ainsi l'intérieur de la membrane de la fibre musculaire devient positif par rapport à l'extérieur qui devient négatif à cause de l'augmentation de la perméabilité de la membrane aux ions de sodium qui rentrent rapidement à l'intérieur de la fibre. La membrane de la fibre est dépolarisée et le muscle se contracte.
5. Après une portion de seconde; la différence de potentiel reprend son état naturel à cause de l'enzyme cholinestérase qui est abondante dans les points de contact neuromusculaires. Cette enzyme cause la destruction de l'acétylcholine (qui se transforme en choline et acide acétique); sa fonction s'arrête et la perméabilité de la membrane de la fibre retourne à sa position (état de repos) et elle est prête à être excitée une autre fois.

Mécanisme de la contraction musculaire (Théorie des filaments glissants).

Il y a plusieurs hypothèses qui sont apparues pour interpréter la contraction des muscles mais l'hypothèse filaments glissants ou la théorie de glissement de Huxley est la plus connue.

Cette hypothèse se base sur la structure microscopique des fibres des muscles.

Chaque fibre est formée d'un groupe de myofibrilles qui sont formées de deux genres de filaments protéiques; l'un d'eux mince l'actine et l'autre épais la myosine.

Huxley en utilisant le microscope électronique a comparé une fibre en état de contraction et une autre à l'état de repos et il en a déduit que les filaments protéiques qui forment la fibre glissent l'une sur l'autre, ce qui cause la contraction du muscle. Lors de ce glissement, les ions de calcium ont aidé à former des liaisons transversales qui s'étendent des filaments de myosine aux filaments de l'actine.

Ces liaisons provoquent la contraction musculaire car elles jouent en profitant de l'énergie stockée dans les molécules de l'ATP. Le rôle de crochets qui rattachent les filaments d'actine ce qui produit la contraction de la fibre musculaire.

Durant la contraction musculaire, les lignes (Z) s'approchent les uns aux autres, ainsi les muscles

se contractent et au contraire en cas de l'absence de l'influx, les pièces musculaires retournent à leur longueur essentiel dû à la séparation des liaisons transversales loin des filaments d'actine, les lignes (Z) s'éloignent et par conséquent le relâchement du muscle aura lieu (Fig. 15).

Le muscle a besoin de consommer une partie de l'énergie stockée dans les molécules de l'ATP durant la séparation des liaisons transversales loin des filaments d'actine, pour cela lors de la diminution de l'ATP, ces liaisons transversales restent reliées avec les filaments d'actine ce qui provoque la continuité du cas de contraction musculaire et le muscle sera incapable de se relâcher.

Les 2 opérations concernant le rattachement des liaisons transversales avec les filaments d'actine durant la contraction et leur séparation durant le relâchement ont besoin de l'énergie stockée dans les molécules de l'ATP.

Bien que cette théorie a pu interpréter la contraction des muscles squelettiques striés, elle n'a pas pu interpréter le mécanisme de la contraction des muscles lisses, bien que les rapports scientifiques indiquent que les filaments protéiques dans les fibres des muscles lisses sont formés d'un genre qui ressemble aux filaments d'actine dans les muscles squelettiques.

L'unité motrice :

Elle est considérée comme étant l'unité fonctionnelle du muscle squelettique car la contraction des muscles n'est en réalité que la résultante de la contraction de toutes les unités motrices qui forment le muscle.

L'unité motrice est formée (figure 16) d'un ensemble de fibres musculaires et du neurone qui le nourrit.

Quand cette fibre nerveuse motrice arrive à la fibre musculaire elle se ramifie en plusieurs branches nerveuses.

Chaque fibre nerveuse motrice nourrit un nombre de fibres musculaires qui varie (entre (5 - 100) fibres musculaires). à travers ses

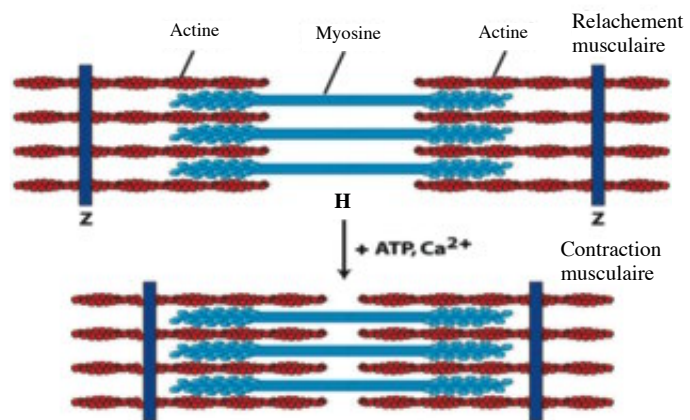


Fig. (15) relâchement et contraction musculaire



Fig. (16) L'unité motrice



arborisations terminales dont chacune est reliée à des plaques terminales motrices dans la fibre musculaire.

Ce point de rattachement est connu sous le nom de lien neuromusculaire.

La fatigue musculaire

La contraction consécutive et rapide du muscle provoque sa fatigue car le sang est incapable de fournir l'oxygène à la vitesse suffisante pour garantir au muscle ses besoins pendant la respiration et la production de l'énergie.

À ce moment il a recours à la transformation du glycogène en glucose qui a son tour s'oxyde par fermentation (une respiration anaérobie) produisant de l'énergie qui permet au muscle de fonctionner encore.

Cette opération mène à l'accumulation de l'acide lactique qui cause la fatigue du muscle (crampe musculaire).

La diminution des molécules de l'ATP conduit à une contraction continue au muscle dû à la continuité du lien entre les liaisons transversales et les filaments d'actine et cela la cause qui provoque des crampes douloureuses.

En cas du repos, une quantité suffisante d'oxygène arrive au muscle qui accomplit la respiration aérobie et produit une grande quantité de l'ATP qui cause la séparation des liaisons transversales loin des filaments d'actine et le relâchement du muscle, par suite le muscle recommence des successions de contractions et de relâchements.

Lorsque la crampe musculaire augmente d'une certaine limite, cela peut causer la rupture des muscles et l'hémorragie, aussi la crampe musculaire peut-être causée par l'intervention des impulsions nerveuses d'une façon incorrecte du cerveau aux muscles.



Questions

Question 1 : Choisir la réponse convenable de ce qui suit:

1. Le mouvement chez l'être humain à lieu comme résultat de la coordination d'un group d'appareils qui sont:
a) Musculaire - squelettique et circulatoire. b) Respiratoire - nerveux et squelettique.
c. Squelettique - nerveux et musculaire. d) Squelettique - respiratoire et circulatoire.
2. La réserve réelle de l'énergie dans le muscle c'est:
a) Molécules de ATP. b) Le glycogène.
c) Le glucose. d) L'acide lactique.
3. La crampe musculaire pendant la fatigue est due à l'accumulation d'un composé chimique qui est:
a) Le dioxyde de carbone. b) L'alcool.
c) L'acide lactique. d) Les acides aminés.
4. Le soutien physiologique dans la plante est représenté par:
a) La consolidation des parois des cellules végétales pour empêcher la sortie de l'eau de la plante.
b) Le gonflement des cellules végétales qui sont remplies d'eau.
c) Le remplissage des vaisseaux conducteurs par des solutions nutritives.
d) La précipitation de la cellulose sur les parois de la cellule.

Question 2 : Commentez ce qui suit:

1. La vrille tourne autour du support.
2. La présence des ceintures au point de rencontre des membres de l'animal avec son squelette axial.
3. Le muscle squelettique se fatigue.
4. Le sang est en état de mouvement continu à l'intérieur des vaisseaux sanguins.
5. L'hypothèse des filaments glissants la plus convenable pour interpréter le mécanisme du mouvement.
6. L'existence de l'enzyme cholinestérase au point de rencontre neuromusculaire.

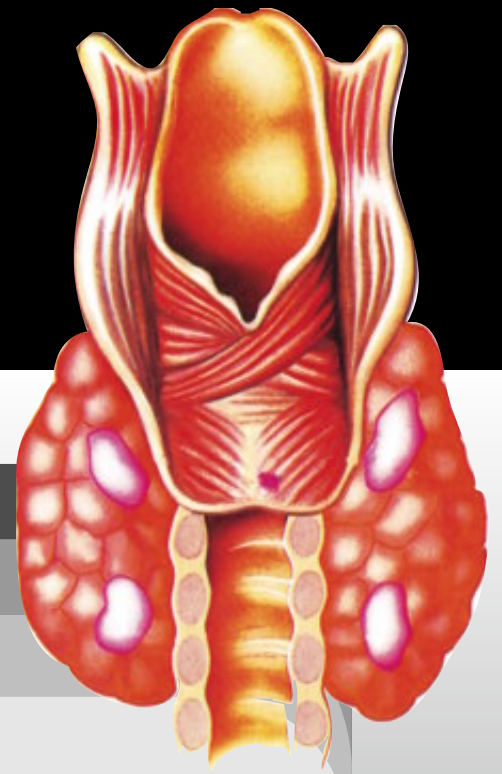
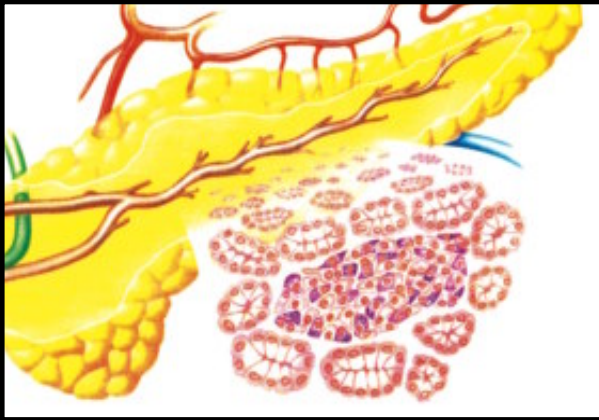
Question 3 : Montrez par un dessin bref une des vertèbres de la colonne vertébrale de l'être humain.

Question 4 : Dites ce que vous savez sur:

Le coccyx - La ceinture pelvienne - La ceinture thoracique - Tendon Achille - L'omoplate -
Le faisceau musculaire - le ligament croisé - Articulatrons synoviales.

Question 5 : L'unité motrice est considérée l'unité fonctionnelle du muscle squelettique. Montrez ceci en donnant sa composition.

Question 6 : Le mouvement a lieu comme résultat de la coordination entre des appareils principaux dans le corps de l'être humain qui sont le squelette - les systèmes nerveux et musculaire. Interpréter ceci.



Chapitre 2

La coordination hormonale chez les êtres vivants Le système des glandes endocrines:

A la fin de ce chapitre l'élève doit être capable :

- De reconnaître le rôle des savants dans la découverte des hormones.
- De citer le rôle des auxines pour les plantes.
- De découvrir le rôle des hormones.
- De reconnaître les exemples des glandes endocrines qui se trouvent dans le corps humain.
- De déduire les propriétés des hormones.
- De comparer les glandes endocrines aux glandes exocrines chez les êtres humains.
- De reconnaître le rôle de l'hypophyse.
- De déduire que l'hypophyse est le chef des glandes endocrines.
- De connaître le rôle de la glande thyroïde (la glande de l'activité).
- De montrer le rôle de la glande parathyroïde.
- De connaître le rôle des glandes surrénales (les glandes de l'émotion).
- De reconnaître le rôle du pancréas comme régulateur du sucre.
- De déduire que le pancréas est une glande mixte endocrine et exocrine.
 - a) De savoir faire le lien entre la maladie et sa cause (hyposécrétion et hypersécrétion d'une hormone déterminée).
 - b) D'être capable d'apprécier le pouvoir du Créateur dans la coordination hormonale chez les êtres vivants.



La coordination hormonale chez les êtres vivants

La système des glandes endocrines

Le système des glandes endocrines c'est le deuxième ensemble d'appareils qui règle les fonctions du corps, avec le système nerveux.

Les différentes fonctions du corps sont sous l'effet du contrôle nerveux et hormonal.

Les glandes endocrines: ce sont des glandes sans canaux qui sécrètent des hormones qui se déversent directement dans le sang.

Les hormones doivent être sécrétées en une quantité suffisante pour accomplir leur rôle d'une façon convenable.

L'hypersécrétion ou l'hyposécrétion provoque une perturbation dans la fonction causant ainsi des maladies qui diffèrent d'une hormone à une autre.

Les hormones :

Ce sont des matières chimiques formées dans la glande et elles sont transportées par le sang vers un autre organe pour affecter son fonction sa croissance et sa nutrition les hormones jouent le rôle d'un stimulant qui active les organes ou d'autres glandes endocrines dans le corps.

Découverte des hormones :

Claude Bernard en 1855 en étudiant les fonctions du foie, a considéré la mise en réserve du sucre dans le foie comme étant une sécrétion interne et la sécrétion de la bile comme étant une sécrétion externe.

Starling 1905 a remarqué que:

1. le pancréas sécrète son suc digestif immédiatement après l'arrivée des aliments dans le duodénum. Même après qu'il a coupé tous les nerfs qui relient le pancréas aux autres organes.
2. Il a conclu qu'il y a un genre de stimulant non nerveux.
3. la muqueuse qui tapisse le duodénum forme une sécrétion spécifique qui circule dans le sang et arrive au pancréas et l'incite à sécréter son suc digestif.
4. Starling a nommé ces messages chimiques "hormones"; c'est un mot grec et signifie exciter, impulser, stimuler.

Avec les études successives et l'élargissement du domaine des recherches scientifiques, il a été possible de reconnaître toutes les glandes endocrines dans le corps humain et les hormones qu'elles sécrètent.



Les hormones chez la plante:

Boysen Jensen (1913) fut le premier qui a signalé les auxines (hormones végétales).

Il a pu interpréter le phototropisme de la tige. Il a prouvé que la région de réception est le sommet d'allongement de la tige qui sécrète une substance chimique (Indol de l'acide acétique) qui se transmet vers la région de réponse (région d'inclinaison) et provoque son inclinaison. Les plantes n'ont pas de glandes spécialisées mais les auxines des sont sécrétées des cellules vivantes dans le sommet d'allongement et des bourgeons, et affectent les fonctions d'autres régions.

Importance des auxines:

1. Organisation des étapes de la croissance des différents tissus.
2. Affectent la croissance (soit en activant soit en ralentissant).
3. Règlent le temps de la floraison, la chute des feuilles, la maturité et la chute des fruits.
4. Affectent les fonctions de toutes les cellules et les tissus de la plante.
5. Permettent à l'être humain de régler le pouvoir de croissance des plantes.

L'organisation hormonale chez les êtres humains

Les savants ont pu connaître le rôle des hormones chez les êtres humains.
(les plus évoluées) au moyen:

1. De l'étude des symptômes qui paraissent sur l'être humain ou sur les animaux comme résultats de l'hypertrophie ou l'ablation d'une glande endocrine.
2. De l'étude de la composition chimique de l'extrait des glandes et de son effet sur les différentes fonctions vitales.

Caractéristiques des hormones:

1. Ce sont des matières chimiques organiques; quelques - unes sont formées d'une protéine complexe et d'autres sont formées de composés simples comme les acides aminés ou les stéroïdes (matière lipidique).
2. Elles sont sécrétées en très petites quantités évaluées en microgramme (1/1000 du milligramme).
3. Les hormones sont d'une grande importance dans la vie des êtres humains; elles agissent sur les fonctions suivantes:
 - a) organise l'équilibre interne du corps.
 - b) la croissance du corps.
 - c) la maturité sexuelle.
 - d) le métabolisme alimentaire.
 - e) le comportement de l'être humain, ses capacités intellectuelles

Les glandes chez les êtres humains:

Dans le corps humain, il y a trois genres de glandes:

1. **Les glandes exocrines** qui ont une sécrétion externe. Elles renferment une partie excrétrice et des canaux spéciaux dans lesquels elles déversent leur sécrétion soit à l'intérieur du corps (les glandes salivaires et digestives) soit à l'extérieur du corps (les glandes sudoripares).
2. **Les glandes endocrines** qui ont une sécrétion interne. Elles n'ont pas de canaux spéciaux mais déversent leur sécrétion directement dans le sang. Elles sécrètent les hormones. (comme la glande thyroïde et la glande surrénale).
3. **Les glandes mixtes** qui groupent les deux genres précédents ainsi leur composition comprend une partie glandulaire à canaux et une autre sans canaux (comme le pancréas) le corps de l'être humain renferme un groupe de glandes endocrines dans différentes parties du corps (fig. 1).

Chaque glande a une sécrétion spéciale qui renferme une ou plusieurs hormones. Par les glandes endocrines dans le corps de l'être humain.

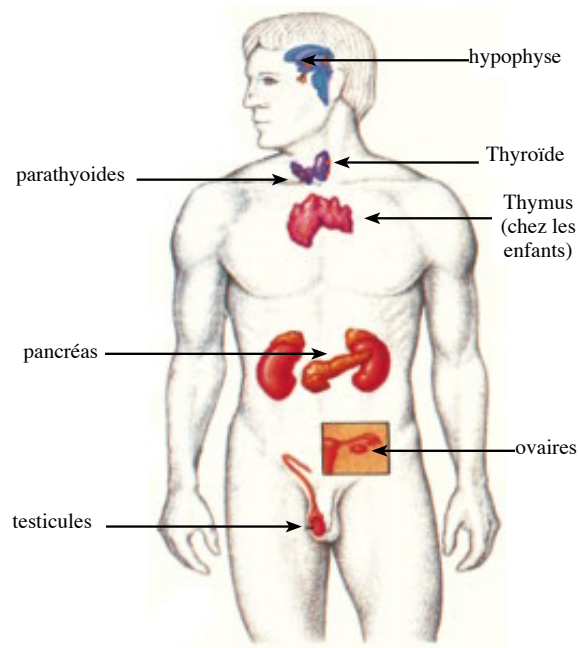


Fig. (1) Image du corps humain montrant la distribution des glandes

Premièrement : L'hypophyse

La glande hypophyse est considérée le "chef" des glandes ou le chef d'orchestre car elle sécrète les hormones qui stimule les autres glandes endocrines. Cette glande se trouve sous l'encéphale, elle est reliée à l'hypothalamus et se compose de deux parties:

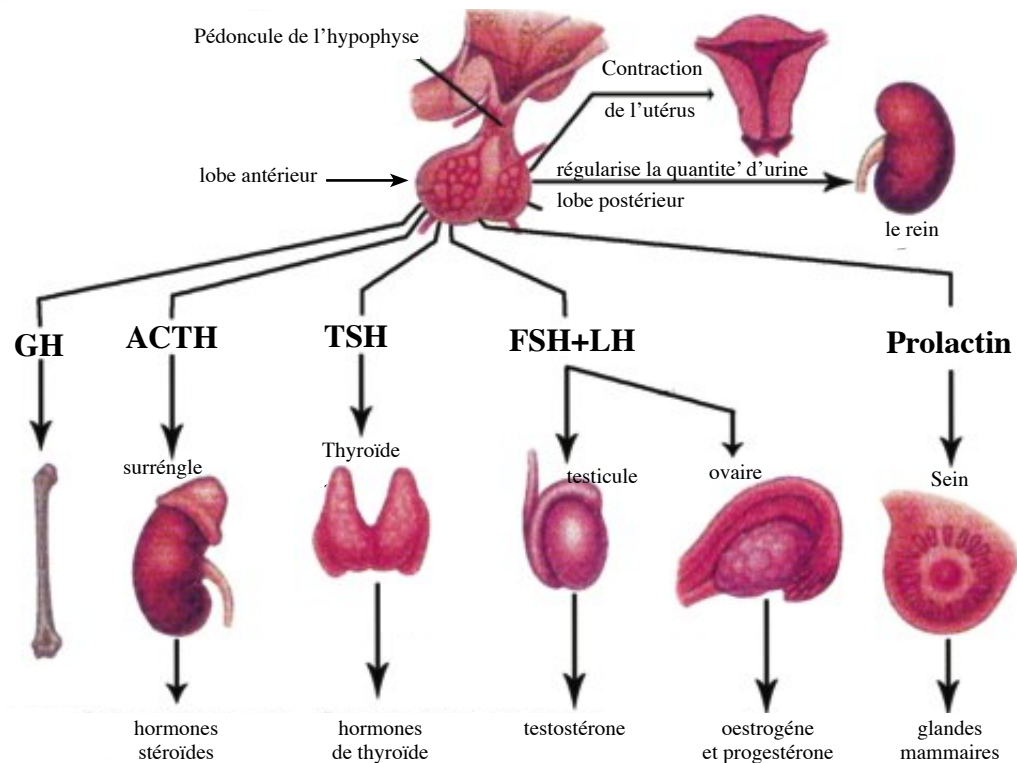


Fig. (2) : Les hormones sécrétées par l'hypophyse

- La partie glandulaire qui se compose du lobe antérieur et du lobe moyen.
- La partie nerveuse qui se compose du lobe postérieur et une partie de l'encéphale nommée l'entonnoir ou le pédoncule nerveux.

Hormones de la partie glandulaire (fig. 2)

1. L'hormone de croissance GH

Règle les opérations de métabolisme et surtout la synthèse des protéines ainsi il règle la croissance du corps.

L'hyposécrétion de cette hormone en cas d'enfance cause **le nanisme** et l'hypersécrétion cause **le gigantisme**.

Chez les adultes l'augmentation de la croissance des parties éloignées des os allongés comme dans les mains, les pieds, les doigts et l'hypertrophie des os de la face. Ce cas est nommé **Acromégalie**.

2. Les hormones stimulent les glandes

C'est un groupe d'hormones qui affectent l'activité des autres glandes comme:

- La thyroïdostimuline. (TSH) qui stimule la glande thyroïde.
- L'adréno-cortico stimuline (ACTH). qui stimule l'écorce de la glande surrénale.
- Gonado-stimuline qui stimule les gonades et qui comprend.



1) l'hormone (FSH)

qui stimule la formation et le développement des follicules dans l'ovaire de la femelle et leur transformation en follicules de Graaf.

Chez le mâle, elle aide à la formation des tubes spermatiques, des spermatozoïdes dans les testicules.

2) L'hormone qui stimule le corps jaune (L.H.)

C'est l'hormone qui stimule la formation du corps jaune chez la femelle.

Chez le mâle elle est responsable de la formation et la sécrétion des cellules intermédiaires dans les testicules. Ces deux hormones sont très importantes pour la formation sexuelle de l'individu.

d) L'hormone qui stimule la sécrétion du lait (Prolactine)

- Cause la sécrétion du lait des glandes mammaires.

Hormones de la partie nerveuse

Les hormones de cette partie sont sécrétées par des neurones qui se trouvent dans la région de l'hypothalamus dans l'encéphale. Elles sont connues par les neurones excréteurs, ces hormones arrivent au lobe postérieur. Ces hormones sont:

1. L'hormone antidiurétique (ADH)

Elle est aussi nommée l'hormone vasopressine. Cette hormone cause la diminution de la quantité d'urine au moyen de la réabsorption de l'eau dans les tubes rénaux. De même, cette hormone cause l'élévation de la pression sanguine.

2. L'hormone qui incite les muscles de l'utérus

Cette hormone est en lien direct avec l'organisation des contractions de l'utérus. Cette hormone augmente fortement les contractions durant l'accouchement pour faire sortir l'embryon. Généralement, les médecins utilisent cette hormone pour accélérer l'accouchement. Elle a aussi un effet stimulant pour la sortie du lait des mamelles durant l'allaitement.

Deuxièmement : La glande thyroïde

Cette glande est logée dans la partie antérieure du cou en adhésion avec la trachée, artère. C'est une glande vésiculaire qui tend vers le rouge. Elle est entourée d'une membrane de tissu conjonctif et elle est formée de deux lobes rattachés par un isthme.

Rôle de la glande thyroïde

Cette glande fournit l'hormone thyroxine et la présence de l'iode est essentielle pour former cette hormone. Cette hormone a plusieurs effets sur plusieurs parties du corps comme par exemple:

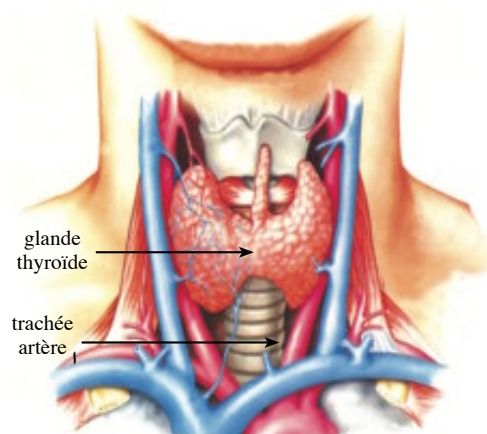


Fig. (3) La glande thyroïde



- a) Développement et évolution des forces intellectuelles et physiques.
- b) Affecte et règle le métabolisme principal.
- c) catalyse l'absorption des carbohydrates du tube digestif.
- d) Maintient l'hygiène de la peau et les cheveux.

Cette glande sécrète aussi l'hormone calcitonine qui tend à diminuer le taux de calcium dans le sang et empêche son absorption des os.

Les maladies de la glande thyroïde:

L'hyposécrétion (la diminution) ou L'hypersécrétion (l'augmentation) de la sécrétion de l'hormone thyroxine sécrétée par la glande thyroïde provoque certaines maladies:

1. Hyposécrétion (la diminution) de l'hormone de thyroxine sécrétée par la glande thyroïde:

Cause l'hypertrophie de la glande thyroïde ce qui est nommé par le goitre simple qui provient de la diminution de la sécrétion de l'hormone thyroxine à cause de la manque de l'élément iode dans la nourriture, l'eau et l'air.

- * L'énorme hyposécrétion de l'hormone thyroxine par la thyroïde provoque plusieurs complications pathologiques comme :

A) le crétinisme:

Cause :

Cette maladie est due à la grave hyposécrétion de l'hormone thyroxine durant l'enfance.

Symptômes :

Ceci affecte la croissance du corps (le cou paraît court et la tête grande) ; en plus un retard dans la maturité sexuelle chez l'enfant.

B) Myxoedème:

Cause :

Cette maladie due à la grave hyposécrétion de l'hormone thyroxine chez les adultes.

Symptômes :

Se caractérise par la sécheresse de la peau, la tombée des cheveux, augmentation du poids du corps jusqu'à l'obésité, la diminution du métabolisme de sorte que le malade ne peut pas supporter le froid, les battements du cœur diminuent et la personne se fatigue rapidement.

1. Traitement :

Les malades dans ce cas sont traités par les hormones de la glande thyroïde ou leur extrait sous une supervision médicale spécialisée.

2. Hypersécrétion (l'augmentation) de l'hormone thyroxine sécrétée par la glande thyroïde:

Hypertrophie de la glande et en ce cas la maladie est nommée le goitre exophtalmique.

- Le goitre exophtalmique: (fig. 4)

Cause :

Provient de l'hypersécrétion de l'hormone thyroxine.

Symptômes :

Hypertrophie remarquable dans la glande thyroïde et le gonflement de la partie antérieure du cou, les yeux proéminents, une augmentation du taux de l'oxydation des aliments et la diminution du poids du corps, l'augmentation des battements du cœur et l'excitation nerveuse.

- Traitement :

Par l'éradication d'une partie de la glande thyroïde ou l'utilisation d'autres composés médicaux.

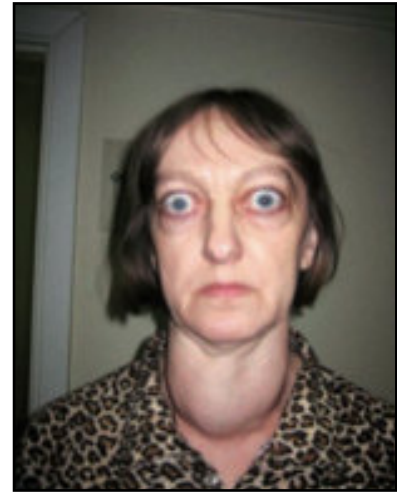


Fig. (4) Goitre exophtalmique

Troisièmement : Les glandes parathyroïdes

C'est une glande formée de 4 parties séparées, deux de chaque côté de la glande thyroïde.

Cette glande sécrète l'hormone parathormone. La quantité sécrétée de cette hormone est basée sur le taux de calcium dans le sang.

La sécrétion est abondante en cas de baisse du niveau de calcium dans le sang. Le parathormone et le calcitonine de la glande thyroïde jouent un rôle important pour maintenir normal le niveau du calcium dans le sang.

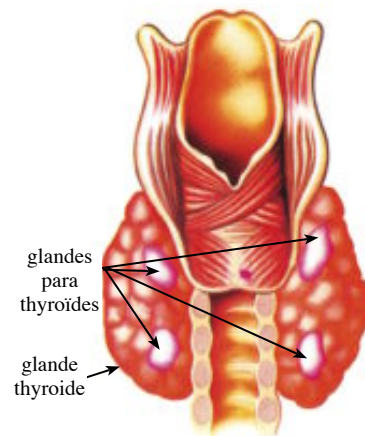


Fig. (5) Les glandes parathyroïdes

L'hypersécrétion de l'hormone provoque

- Elévation du taux de calcium et de phosphore dans le sang.
- Cette élévation dans le taux de calcium et de phosphore est retirée des os qui deviennent fragiles et sont exposés à la déformation et se cassent facilement.

L'hypersécrétion de l'hormone provoque

- Baisse du taux de calcium dans le sang.
- Le malade se fâche pour la moindre raison.
- Contractions musculaires douloureuses.

Quatrièmement: Les deux glandes surrénales

Les deux glandes surrénales sont situées chacune d'elles sur l'un des 2 reins. Chaque glande est formée de deux régions distinctives du point de vue morphologie et physiologie. La partie externe est nommée zone corticale et la partie interne est nommée zone médullaire.

Les hormones sécrétées par la zone corticale diffèrent de celles qui sont sécrétées par la zone médullaire.



1. Les hormones de la zone corticale:

La zone corticale sécrète plusieurs hormones connues par groupe de stéroïdes qui sont classées en 3 groupes:

a) Le groupe des hormones glucocorticoïdes

Consiste en l'hormone cortisone et en l'hormone corticostérone. Ces deux hormones ont pour rôle de régler le métabolisme des carbohydrates dans le corps.

b) Le groupe des hormones minérales

Consiste l'hormone aldostérone qui joue un rôle important pour maintenir l'équilibre des minéraux dans le corps.

Cette hormone aide à réabsorber les sels de sodium et à se débarrasser de l'excès de potassium dans les reins.

c) Le groupe des hormones sexuelles

Malgré que les hormones sexuelles soient sécrétées et produites par les gonades il a été trouvé que la zone corticale de la glande surrénale a un rôle dans la sécrétion des hormones qui ont une activité qui ressemble aux hormones mâles testostérone et aux femelles les hormones, oestrogènes et progestérone.

S'il y a un trouble dans l'équilibre entre ces hormones et les hormones sexuelles sécrétées par les glandes spécialisées ceci mène à l'apparition des caractères mâles chez les femmes et des caractères femelles chez les hommes. Ceci peut causer l'atrophie des glandes sexuelles chez les deux sexes surtout s'il a une hypertrophie dans la zone corticale.

2. Les hormones de la zone médullaire

La zone médullaire sécrète deux hormones: L'adrénaline et le noradrénaline. Ces deux hormones accomplissent plusieurs fonctions vitales en cas d'urgence envisagée par le corps comme la peur, l'excitation, le combat et la fuite. Ces deux hormones provoquent une augmentation du taux de glucose dans le sang obtenu par l'hydrolyse du glycogène emmagasiné dans le foie en glucose. Ces hormones provoquent aussi l'augmentation de la force et de la vitesse des battements du cœur et l'élévation de la pression sanguine. Ces changements permettent aux muscles d'obtenir l'énergie nécessaire pour la contraction en augmentant la consommation de l'oxygène. Ceci est remarquable en accomplissant des exercices sportifs.

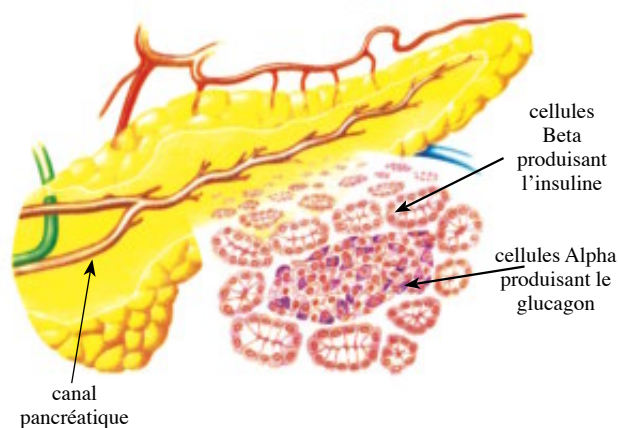


Fig. (6) Le pancréas et les îlots de Langerhans

Cinquièmement : Le pancréas

Le pancréas est considéré une glande



mixte car il est à la fois exocrine et endocrine. Il déverse ses enzymes digestives sécrétées par des cellules vésiculaires dans le duodénum à travers le canal pancréatique. Il sécrète des hormones directement dans le sang à travers des petites cellules glandulaires spécialisées nommées les îlots de Langerhans.

Nous pouvons distinguer deux genres de cellules dans ces îlots :

- a) **Les cellules alpha** : elles sont peu nombreuses et sécrètent l'hormone **Glucagon**.
- b) **Les cellules Beta** : elles représentent la plupart des cellules des îlots de Langerhans et sécrètent l'hormone **insuline**.

Les deux hormones ont une relation directe avec l'utilisation du sucre dans le corps et ainsi maintiennent constant le taux du sucre dans le sang et qui atteint environ $(80 - 120\text{mg}/100\text{cm}^3)$.

Rôle de l'hormone insuline

L'insuline cause la baisse de la concentration du glucose dans le sang par deux moyens.

- a) Aide à l'oxydation du glucose dans les cellules et les différents tissus du corps car il est essentiel pour le passage des monosaccharides (sauf le fructose) à travers la membrane cellulaire vers l'intérieur pour être utilisés.
- b) Régle la relation entre le glycogène emmagasiné et le glucose libéré dans le sang car il encourage la transformation du glucose en glycogène ou en lipides emmagasinés dans le foie, les muscles ou les autres tissus du corps.

L'hyposécrétion de l'insuline mène à l'atteinte du diabète qui se caractérise par une perturbation dans le métabolisme du glucose et des lipides dans le corps.

Le malade diabétique subit une élévation du taux de glucose dans le sang. Cette élévation paraît aussi dans l'urine ainsi le malade élimine une grande quantité d'eau ce qui fait qu'il urine souvent et il a soif.

Rôle de l'hormone glucagon

Elle fonctionne contrairement de l'insuline car elle élève la concentration du glucose dans le sang. Le glucagon transforme le glycogène emmagasiné seulement dans le foie en glucose.

Sixièmement: Les gonades (glandes sexuelles)

Les gonades (les testicules et les ovaires), outre leur fonction essentielle qui forme les gamètes mâles (les spermatozoïdes) et les gamètes femelles (les ovules), sécrètent un groupe d'hormones sexuelles qui sont responsables du développement des organes génitaux et de l'apparition des caractères sexuels secondaires.

1. Les hormones sexuelles mâles:

Connues sous le nom d'androgènes et sont sécrétées par les cellules interstitielles dans les testicules. Il s'agit de:

Le testostérone et l'androstérone.



Elles sont responsables du développement de la prostate, des vésicules séminales et l'apparition des caractères sexuels secondaires chez le mâle.

2. Les hormones sexuelles femelles connues sous le nom d'oestrogènes:

Sont trois hormones sécrétées par l'ovaire.

Elles sont trois hormones:

- a) **Hormone (Estrogène):** nommée aussi Oestradiol sécrétée par les follicules de Graaf dans l'ovaire. Elle mène à l'apparition des caractères sexuels chez la femme tels que le développement des seins et l'organisation de la menstruation (cycle menstruel).
- b) **Hormone progestérone:** sécrétée par le corps jaune dans l'ovaire et le placenta. Elle aide à régler le cycle de la grossesse en organisant les changements de la membrane qui tapisse l'utérus pour la préparer à recevoir l'ovule et les changements qui ont lieu dans les seins durant la grossesse.
- c) **Hormone relaxine:** sécrétée par le placenta et l'utérus. Elle provoque le relâchement du pubis à la fin de la grossesse pour faciliter l'accouchement.

Septièmement : Hormones du tube digestif

La membrane muqueuse qui tapisse le tube digestif renferme des glandes qui sécrètent les sucs digestifs. En plus cette membrane sécrète un groupe d'hormones qui activent les glandes du tube digestif pour sécréter les enzymes digestives et les sucs différents par exemple l'hormone gastrine qui est sécrétée de l'estomac et l'hormone sécrétine et la cholysystochinine qui sont sécrétées par l'intestin grêle.



Questions

Question 1 : Commentez ce qui suit:

- * Le gigantisme a lieu chez les enfants.
- * L'hypophyse est le "chef" des glandes endocrines.
- * Le lait est sécrété les glandes mammaires chez les femmes qui allaitent.
- * Les muscles des parois de l'utérus se contractent durant l'accouchement.
- * Quelques personnes sont atteintes du goitre exophtalmique.
- * L'hypersécrétion de parathormone rend les os fragiles et cassables.
- * Apparition des caractères mâles sur quelques femmes adultes comme résultat du déséquilibre hormonal.
- * La sécrétion de l'adrénaline permet à la personne d'envisager le danger, l'excitation et l'attaque si elle est fâchée.
- * Le pancréas est une glande mixte.
- * Les diabétiques ressentent la soif fréquemment.
- * Les diabétiques sont parfois atteints de coma.
- * L'extrait du lobe postérieur de l'hypophyse des boins est utilisé dans les accouchements difficiles.

Question 2 : Choisir la réponse correcte dans de ce qui suit:

1. La glande qui incite les glandes mammaires à sécréter le lait après l'accouchement
 - a) l'ovaire
 - b) la glande surrénale
 - c) la glande parathyroïde
 - d) la glande hypophyse
2. L'adrénaline
 - a) Incite le corps à faire l'activité convenable pour envisager le danger.
 - b) Incite le foie à transformer le glucose en glycogène.
 - c) Fait paraître quelques caractères sexuels.
 - d) Augmente le pouvoir du corps à lutter contre la contagion et les microbes.
3. Le goitre exophtalmique provient de l'hypersécrétion de l'hormone
 - a) thyroxine
 - b) de croissance
 - c) cortisone
 - d) parathormone

Question 3 : Quel est le rôle des savants suivants pour la découverte des hormones

Boysen Jensen - Starling - Claude Bernard



Question 4 : L'hypertrophie de la glande Thyroïde fait apparaître des

Symptômes remarquables qui varient selon l'activité de la glande et l'étape à laquelle a lieu l'hypertrophie.

Expliquez cette phrase en montrant ce qui suit :

- a) La position de la glande thyroïde dans le corps humain.
- b) Le rôle de la glande thyroïde pour le corps.
- c) L'effet de l'hypersécrétion ou l'hyposécrétion dans le corps.

Question 5 : Citez les caractéristiques des hormones.

Question 6 : L'hypophyse est divisée en partie glandulaire et une partie nerveuse. Indiquez hormones de chaque partie et leurs importance pour l'être humain.

Question 7 : Comparez entre l'insuline et le glucagon.

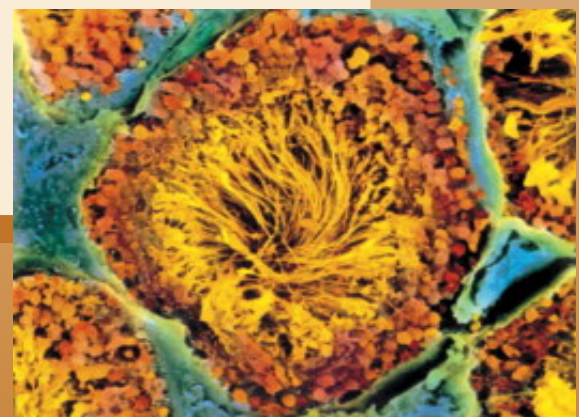
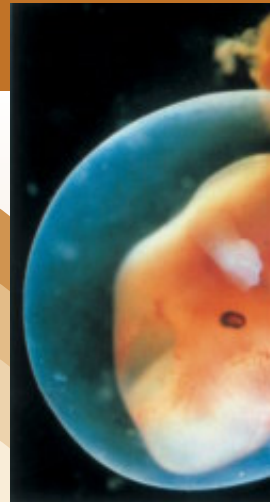


Chapitre 3

La reproduction chez les etres vivants

A la fin de ce chapitre l'élève doit être capable de :

- Connaître les informations et l'importance de la reproduction chez les êtres vivants.
- Découvrir la capacité reproductrice des êtres vivants.
- Connaître les moyens de la reproduction sexuée et asexuée.
- Connaître le cycle de vie du plasmodium de la malaria.
- Découvrir la composition de la fleur.
- Dédurre les moyens de la pollinisation entre les fleurs.
- Savoir comment se forme les fruits et les graines.
- Connaître les appareils reproducteurs mâle et femelle dans l'espèce humaine.
- Connaître la spermatogenèse et l'ovogenèse.
- Connaître la menstruation et le rôle des hormones.
- Connaître la multiplication sexuée.
- Connaître comment vit l'embryon dans l'utérus et les étapes de son développement.
- Découvrir comment a lieu le phénomène des jumeaux et quels sont leurs genres.
- Connaître les moyens contraceptifs.
- Comparez la culture des embryons à la reanucléations.
- Etre reconnaissant aux efforts des savants par rapport a la technologie concernant la reproduction.
- Etre reconnaissant à de Dieu pour la continuité de la vie sur la terre.





La reproduction chez les êtres vivants

Tous les êtres vivants se servent d'énergie qui a plusieurs origines et dont dépend leur existence sur terre, qui de toute façon se terminera par la mort. Pour mener cette vie ils doivent se nourrir, respirer, sentir, excréter les substances nuisibles... etc. et que dire de la reproduction?

L'importance et le rôle de la reproduction

L'être vivant qui ne se reproduit pas, peut mener une vie normale, et même les êtres qui n'ont plus d'organes reproducteurs peuvent aussi mener une vie normale car la reproduction est moins importante que les autres fonctions vitales. Si une de ces autres fonctions s'arrête : c'est la mort. La reproduction dépend du bon fonctionnement de toutes les fonctions et non pas le contraire. Elle assure la continuité de la vie sur la terre, et si elle s'arrête au niveau de tous les êtres vivants, cela conduira à la disparition de l'espèce. Tout d'abord, les êtres essayent continuellement d'assurer leur existence individuelle, puis ils utilisent l'énergie nécessaire à leur croissance, enfin ils essayent de perpétuer leur espèce par la reproduction à laquelle ils consacrent leur énergie.

Le pouvoir de reproduction des êtres vivants varie avec:

- * Le milieu ambiant.
- * Les dangers auxquels ils sont exposés.
- * La nature de leur vie.
- * Leur âge etc.
- * Les êtres aquatiques produisent des générations plus abondantes que les êtres terrestres.
- * Les êtres parasites se reproduisent très activement pour compenser leurs pertes.
- * On constate que les êtres primitifs [ou à vie courte] se reproduisent en grande quantité, alors que les êtres évolués [ou à vie longue] se reproduisent en petite quantité. Mais cela ne représente pas de danger pour les espèces car les parents protègent les petits.

Généralement, les différents individus et espèces qui existent maintenant autour de nous montrent la réussite de leurs parents à se reproduire au cours de générations successives. Par contre, certains êtres n'ont pas réussi à exister jusqu'à nous. Parmi ces êtres, on peut citer les dinosaures et les autres reptiles géants qui ont disparu durant l'histoire géologique. Il y a d'autres exemples dans les règnes animal et végétal.

La reproduction sexuée ou asexuée dépend sur la division cellulaire mitose et méiose.



Les différentes formes de multiplication chez les êtres vivants

Les êtres vivants se reproduisent par plusieurs moyens pour assurer la continuité de leurs espèces, On peut résumer ces moyens en deux formes principales.

Premièrement: la multiplication asexuée

Elle s'effectue grâce à la séparation d'une partie du corps qui donne soit une spore, soit plusieurs cellules ou des tissus, qui se développent en donnant un individu identique aux parents. De cette façon, les caractères sont transmis d'une génération à une autre, même si le milieu ambiant change.

Si le milieu est défavorable, une partie de la génération est détruite si les parents ne s'étaient pas adaptés à ces changements.

Cette multiplication est répandue dans le règne végétal et chez quelques espèces simples du règne animal.

Ce moyen de multiplication est basé sur la division cellulaire par mitose produisant des cellules qui ont le même nombre de chromosome que celui des cellules de l'être fondamental.

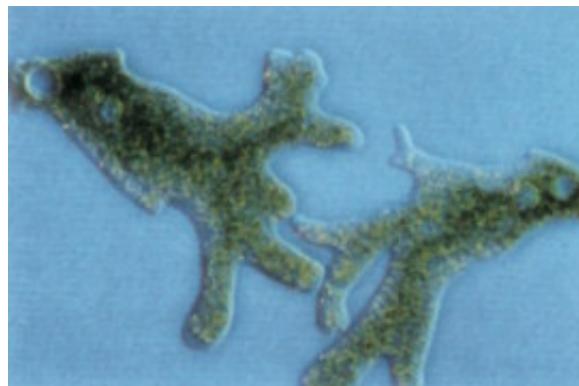


Fig. (1) la division binaire simple de l'amibe

Les formes de la multiplication asexuée:

1. La division binaire simple (fission).

Dans cette division, le noyau subit une division par mitose pour que le corps de l'être vivant se sépare en deux cellules filles (Fig. 1).

Les protozoaires comme l'amibe et la paramécie.

Dans les conditions favorables utilisant cette méthode et aussi pour les algues simples et les bactéries.



Dans les conditions défavorables, l'amibe secrète une enveloppe chitineuse pour la protéger. Généralement elle se multiplie par scission simple pour produire plusieurs petites amibes qui sont libérées dès que les conditions redeviennent favorables.

2. Le bourgeonnement

Il a lieu chez les unicellulaires et certains pluricellulaires. Chez les unicellulaires, comme la levure de bière le bourgeon paraît comme une saillie latérale sur la cellule mère puis le noyan se divise par mitose en deux, l'un est garde par la cellule mère et l'autre émigre au bourgeon qui se développe graduellement et peut rester attaché à la cellule mère jusqu'à ce qu'il puisse mener une vie indépendante puis se détache.

Il peut aussi rester attaché, formant une colonie ou une petite chaîne de cellules (comme pour la levure de bière). (Fig. 2)

Certains animaux pluricellulaires simples (comme l'hydre et les spongiaires) utilisent cette multiplication par bourgeonnement. Le bourgeon provient alors de l'activité des cellules intermédiaires non spécialisées, qui se multiplient forment un bourgeon. Ce bourgeon est un individu semblable à la cellule mère qui va se détacher et mener une vie indépendante. Les spongiaires et l'hydre ont la capacité de se reproduire aussi sexuellement et par régénération. (Fig. 3).

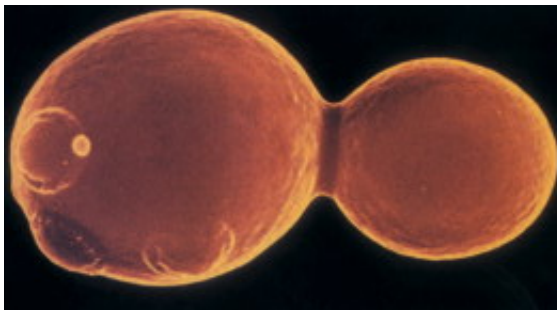


Fig. (2) le bourgeonnement de la levure de bière



Fig. (3) le bourgeonnement de l'hydre

3. La régénération

Cette méthode est répandue chez plusieurs plantes, certains animaux comme les spongiaires, l'hydre, quelques vers et l'étoile de mer. Ils ont le pouvoir de régénération des organes perdus de leur corps à cause d'un accident ou d'une rupture.

Chez certain animaux, le corps peut être divisé en plusieurs parties, et chaque partie formera un nouvel individu. Mais le pouvoir de régénération diminue avec l'évolution de l'animal. Il est limité chez certains crustacés et amphibiens au remplacement des appendices perdus.



Chez les vertébrés supérieurs, la régénération est représentée simplement dans la cicatrisation des blessures de la peau, les capillaires sanguins et les muscles.

Chez la planaire (ver plat d'eau douce) si son corps est coupé transversalement en plusieurs parties ou verticalement en 2 parties. Chaque partie redonnera une planaire. (fig. 4) Tandis que chez l'hydre si elle est coupée en plusieurs parties longitudinalement chacune redonnera un individu.

* L'étoile de mer (échinoderme vivant dans l'eau de mer), qui attaque les huîtres perlières et qui peut en dévorer 10 par jour (Fig. 5) Les éleveurs d'huîtres ramassent les étoiles de mer, les coupent en morceaux et les rejettent dans la mer. Ce qui a augmenté énormément leur nombre car si chaque bras de l'étoile de mer est relié à une partie de son disque central, il peut se régénérer rapidement en étoile de mer complète.

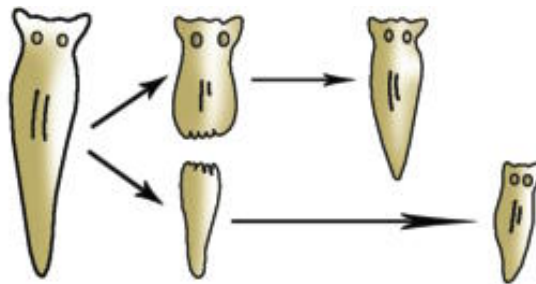


Fig. (4) la régénération chez la planaire



Fig. (5) l'étoile de mer

4. La sporulation

Certaines plantes simples se multiplient grâce à des cellules appelées "spores" qui se développent en plante adulte. Chaque spore est formée du cytoplasme qui renferme une faible quantité d'eau, un noyau et une paroi épaisse. Dès qu'elles deviennent mûres, les spores se détachent des plantes mères et se répandent dans l'air. Si elles arrivent dans un milieu favorable à leur développement, la paroi se déchire, l'eau est absorbée puis elle se divise plusieurs fois par mitose pour former un nouvel individu. La sporulation a lieu chez certains champignons (Figure 6) comme la moisissure et l'agaric (Fig. 7), algues et les filicinées (Ex: fougère).



Fig. (6)
La sporulation chez l'agaric

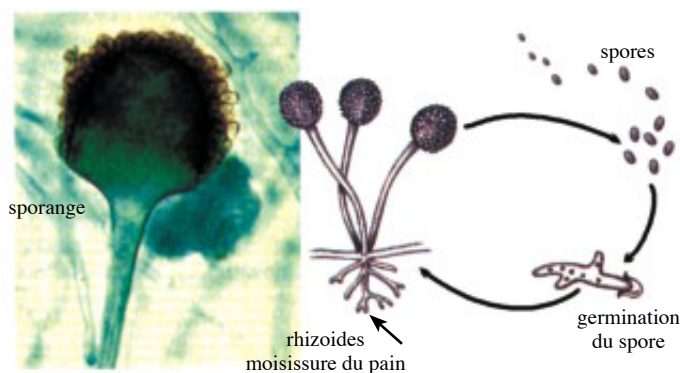


Fig. (7)
La sporulation chez le moisissure du pain

La multiplication par sporulation a plusieurs avantages: une production rapide, la résistance aux conditions défavorables et une dispersion à des grandes distances.

5. La parthénogenèse

C'est le pouvoir d'un ovule de se développer en un nouvel individu, sans être fécondé par le gamète mâle.

C'est un cas particulier de la multiplication asexuée où les individus sont obtenus grâce à un seul parent. Ce moyen a lieu chez certains vers, crustacés et insectes dont les plus connus sont les abeilles où la reine pond des œufs non fécondés qui produisent des mâles, et d'autres fécondés qui forment alors des reines ou des ouvrières, selon leur nutrition.

Les mâles sont haploïdes (n), la reine et les ouvrières sont diploïdes ($2n$).

Dans d'autres cas de la parthénogenèse, comme chez l'insecte aphide, les ovules sont formés par mitose ($2n$) puis se développent en individus diploïdes.

Il a été possible d'activer artificiellement les ovules de l'étoile de mer et de la grenouille en les exposant à des chocs thermiques, électriques, à des radiations, à certains sels, à l'agitation ou en les piquant. Le but est la duplication des chromosomes de l'ovule sans fécondation, pour former des individus semblables à la mère. On utilise cette méthode pour le développement des embryons du lapin à partir des ovules.

6. La culture des tissus:

Les chercheurs font des cultures des tissus animaux et végétaux dans un milieu nutritif presque naturel, puis ils suivent leur évolution pour produire un individu complet. Par une de ces expériences, il a été possible de séparer des petites parties de la plante de carotte puis en les posant dans des



bouteilles coniques qui renferment du lait de noix de coco, ces parties se sont développées en carotte. (Fig. 8). Le milieu renferme les auxines convenables et les éléments alimentaires.

Par la séparation de quelques cellules de ce même tissu, et en les traitant par les mêmes moyens, on a obtenu une plante complète. Ainsi, il a été possible d'obtenir une plante complète de tabac à partir d'une seule cellule séparée de la tige et traitée par ces mêmes moyens (Fig. 9). Cela montre que toutes les cellules somatiques de l'être vivant portent les mêmes informations héréditaires qui peuvent être traduites en un individu adulte si elles se trouvent dans un milieu nutritif convenable. Depuis peu, on se sert de ce moyen pour multiplier des plantes rares, ou des plantes qui donnent de bonnes générations ou qui sont plus résistantes aux maladies. De même, il est possible de conserver

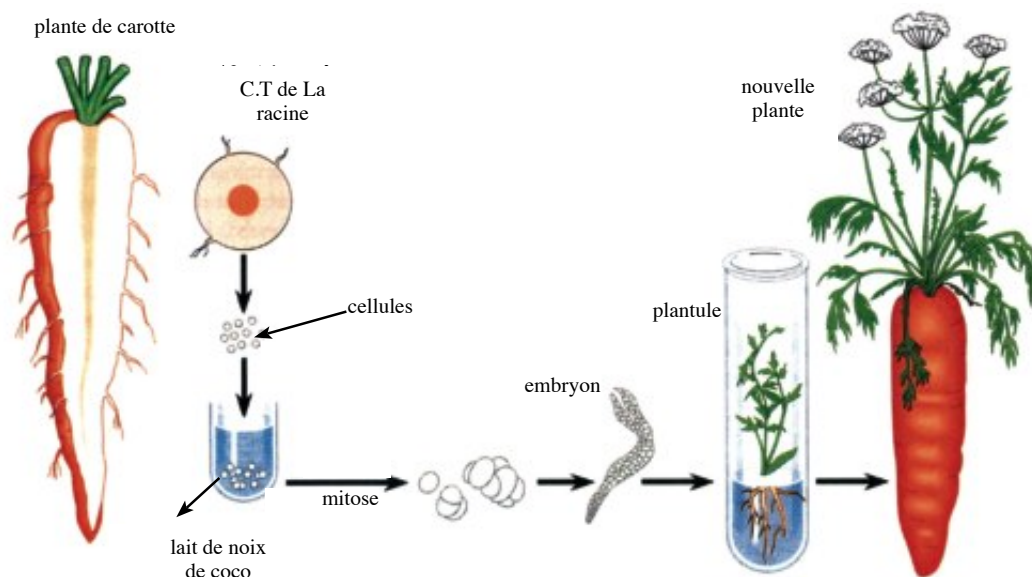


Fig. (8) la culture de tissus des carottes

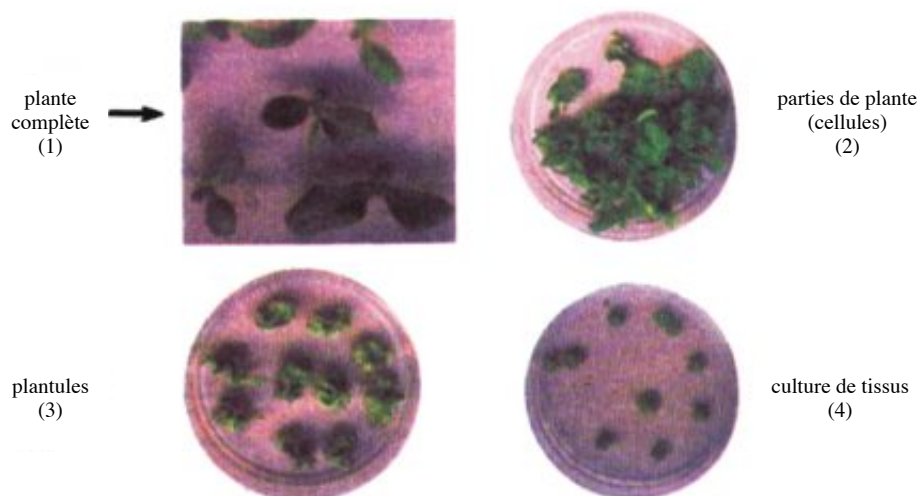


Fig. (9) la culture de tissus du tabac



les tissus de ces cultures en les refroidissant dans l'azote liquéfié tout en préservant leur activité future. Les chercheurs espèrent améliorer ces moyens pour trouver une solution aux problèmes de la nutrition et raccourcir ainsi le temps normalement nécessaire au développement des semences et leur production.

Deuxièmement : La reproduction sexuée

Elle est plus spécialisée, demande la présence de 2 parents (mâle et femelle) pour produire un grand nombre de gamètes sexués. Ces gamètes doivent fusionner par la fécondation. Cela dépend du hasard pour que le gamète mâle rencontre le gamète femelle et former le zygote. Ce zygote se divise et se développe en embryon, puis en individu développé, et finalement en adulte qui porte les caractères de ses parents.

Par contre, dans la multiplication asexuée, le fils reçoit sa matière nucléaire d'un seul parent, c'est pour cela qu'il lui est identique.

La reproduction sexuée est plus coûteuse en temps et en énergie que la multiplication asexuée car le développement doit être terminé, les parents doivent préparer le nid ou l'endroit convenable avant l'accouplement, certains parents surveillent et gardent les petits jusqu'à ce qu'ils grandissent, d'autres gardent les embryons dans leur utérus jusqu'à la naissance pour les protéger.

Les descendants peuvent mener une vie familiale sous la surveillance des parents et apprendre les bonnes attitudes.

On peut ajouter que cette reproduction dépend de la moitié des individus de l'espèce: les femelles. Mais dans le cas de la multiplication asexuée, les deux se reproduisent.

Malgré tout ce qui précède, la multiplication sexuée réalise tout de même des variations continues dans les générations obtenues, par rapport à leur composition héréditaire, ce qui les aide à s'adapter lors des changements du milieu.

La multiplication sexuée est basée sur la division cellulaire par méiose pour former les gamètes. Cette division réduit le nombre chromosomique à sa moitié (n). A la fécondation, le gamète mâle fusionne avec le gamète femelle et le nombre chromosomique devient ($2n$) le nombre $2n$ varie selon l'espèce de l'être vivant.



Les formes de la multiplication sexuée

Il y a 2 formes principales de multiplication sexuée.

1. La conjugaison

Certains êtres simples comme les protozoaires, les algues et les champignons se multiplient généralement par mitose dans les conditions favorables. Dans les conditions défavorables (sécheresse, changement de température ou de pureté de l'eau), ils se multiplient par conjugaison.

La coniugaison chez la spirogyre

La spirogyre (algue verte vivant dans de l'eau stagnante) est un ensemble de filaments, chacun d'eux étant formé par une seule rangée de cellules.

a) La Conjugaison scalariforme

Avant la conjugaison, deux filaments s'approchent longitudinalement (Fig. 10). Des saillies latérales se forment sur quelques couples de cellules correspondantes qui s'accolent. Le protoplasme d'une cellule s'enroule et migre vers l'autre cellule à travers le canal de conjugaison, formant ainsi le zygote qui s'entoure d'une paroi épaisse le protégeant des conditions défavorables. On obtient ainsi la zygospore qui reste à l'état latent jusqu'à l'amélioration des conditions. A ce moment, elle germe et forme un nouveau filament.

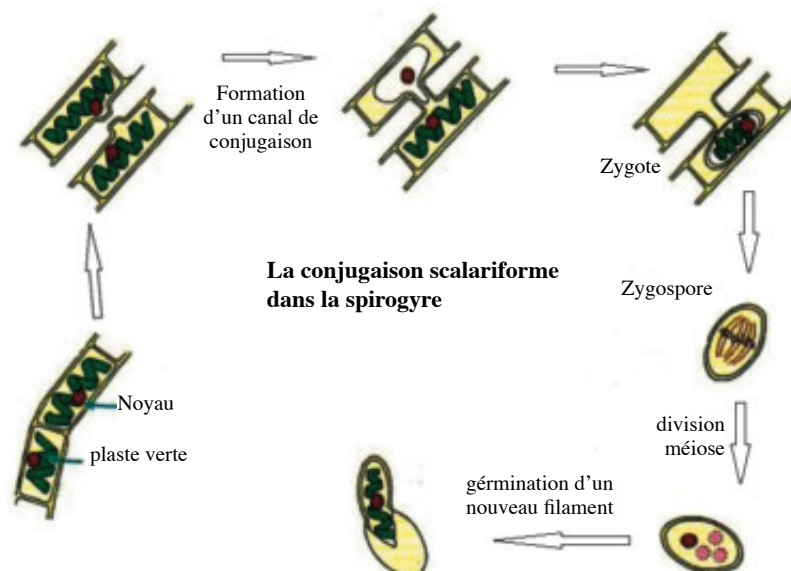


Fig. (10) La conjugaison de la spirogyre



b) La conjugaison latérale

Elle a lieu entre deux cellules voisines d'un même filament. Le contenu d'une cellule passe dans l'autre cellule à travers une ouverture dans la paroi qui les sépare.

Il est à remarquer que le filament de la spiroyre est haploïde (n). Après la conjugaison, la zygospore est diploïde ($2n$). Celui-ci son noyau passe par la méiose avant de germer en nouveau filament, les cellules reprennent alors leur caractère haploïde.



Fig. (11) Conjugaison latérale

2. La multiplication par les gamètes

Les végétaux et animaux évolués se reproduisent grâce à des gamètes sexués (mâle et femelle) obtenus par la méiose dans les gonades.

Les gamètes mâles sont caractérisés par leur pouvoir de mobilité (adaptation). Ils perdent la plupart du cytoplasme, deviennent minuscules. Ils ont des flagelles qui les aident à se déplacer pour accomplir leur rôle dans la transmission de la matière nucléaire des parents aux gamètes femelles, lors de la fécondation. C'est pour cela que chaque cellule mère produit 4 gamètes afin de compenser la perte durant leur trajet vers les gamètes femelles.

Le gamète femelle formé dans l'ovaire restent généralement fixe dans le corps de la femelle jusqu'à la fécondation. Il est sphérique, riche en matière nutritive. La cellule femelle mère produit un seul ovule avec 3 corps polaires atrophiés pour réduire son nombre chromosomique à la moitié et garder la plupart du cytoplasme nécessaire au développement de l'embryon après la fécondation.

Chez les poissons et les grenouilles, les gamètes des mâles et des femelles sont rejetés dans l'eau ou ils se rencontrent, se fécondent et forment le zygote. La fécondation des animaux terrestres est interne, car les spermatozoïdes rencontrent les ovules à l'intérieur du corps de la femelle comme chez les reptiles, les oiseaux, certains insectes, et même les vers, les mammifères.

La fécondation est donc la fusion entre le noyau du gamète mâle et celui du gamète femelle pour former le zygote diploïde, qui se développe en embryon par mitose.

Troisièmement: Le phénomène d'alternance de génération

Le cycle de vie de certains êtres vivants est représenté par l'alternance d'une génération qui se multiplie sexuellement, puis d'une ou plusieurs générations qui se multiplient asexuellement.

Ces êtres profitent des avantages des 2 multiplications en réalisant une reproduction rapide, et une variation héréditaire qui provoque une grande adaptation aux variations du milieu.

Ce phénomène est particulièrement visible dans les 2 exemples suivants:

1. Le cycle de vie du Plasmodium de la malaria

C'est un sporozoaire sporulé qui parasite l'homme et le moustique



Anophèle (Fig. 12)

Le cycle de vie commence par la piqure de la femelle anophèle contaminé par ce parasite. Elle introduit dans le sang de la personne des stades fusiformes; les sporozoïtes qui se dirigent vers le foie où ils passent une période d'incubation pendant laquelle ils accomplissent 2 multiplications asexuées par schizogonie (division du noyau).

Ils produisent les mérozoïtes qui se dirigent vers les globules rouges où ils font à nouveau plusieurs multiplications asexuées, toujours par schizogonie, pour former plusieurs mérozoïtes. Ils seront libérés par milliers tous les 2 jours après l'éclatement des globules rouges atteints. Les premiers symptômes apparaissent: élévation de la température, frisson du corps et sueur intense. Quelques gamétocytes sont formés dans le sang du malade. Ceux-ci sont transmis au moustique où ils fusionnent dans son estomac formant un zygote, le zygote se transforme en ookynette qui traversant les parois de l'estomac où il se développe en oocyte.

Son noyau se divise et il se forme le sporocyste qui produit plusieurs sporozoïtes.

Ceux-ci se dirigent vers les glandes salivaires du moustique qui peut alors injecter le parasite à une autre personne.

C'est ainsi que l'alternance des générations est réalisée chez le plasmodium où une génération se multiplie sexuellement grâce à des gamètes (chez le moustique) alternée avec plusieurs générations asexuées, soit par sporulation chez le moustique ou par schizogonie chez l'Homme.

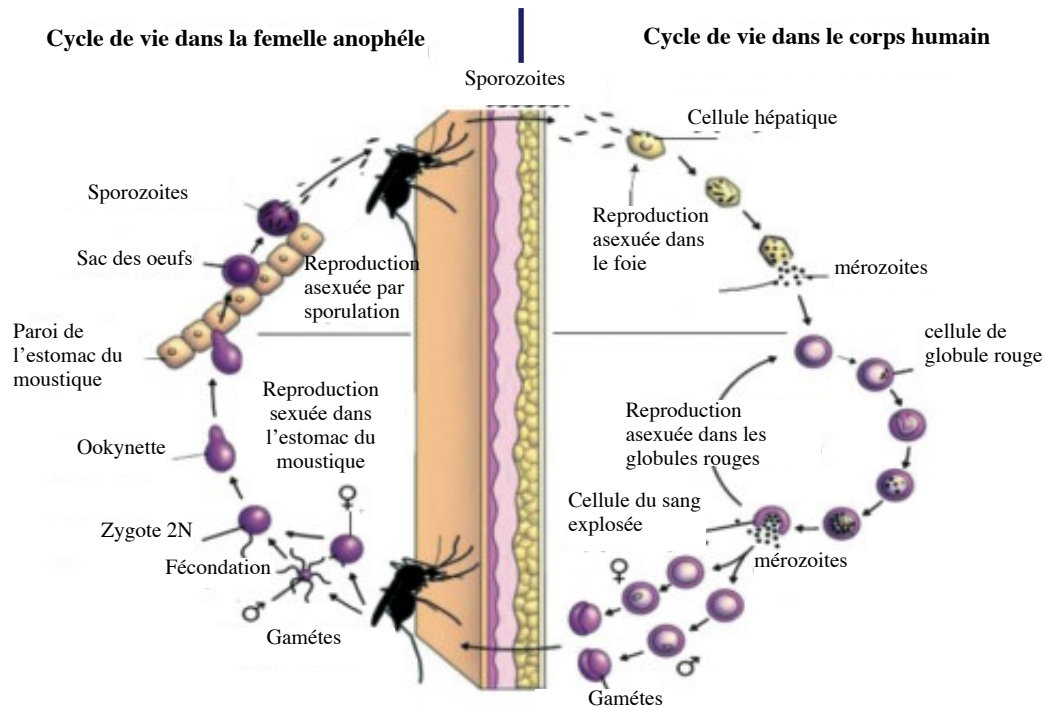


Fig. (12) cycle de vie du plasmodium malaria



2. Le cycle de vie des ptéridophytes:

Parmi les ptéridophytes les plus répandues il y a les “fougères” (utilisées comme plantes d’intérieur) et les capillaires qui se développent aux bords des puits et des canaux ombragés.

Le cycle de vie de fougère commence (Fig. 13) par le **sporophyte** qui porte, sur la face inférieure des feuilles, des **sporangies** renfermant des spores à $(2n)$ qui subissent une méiose et forment des spores à (n) chromosomes. Quand les spores sont mûres, elles sont libérées et portées par le vent sur de grandes distances. Si ces spores tombent sur une terre humide, elles germent et forment une masse cellulaire en forme de coeur à la surface de la terre humide: c’est le stade **gamétophyte**. Sur la face inférieure, des rhizoïdes se forment pour absorber l’eau et les sels. Sur cette même face se forme l’**anthéridie** qui est la gonade mâle et l’**archégone**, la gonade femelle.

Après le développement, les anthéridies libèrent les gamètes mâles (flagellés) qui nagent dans l’eau du sol pour attendre l’archégone et féconder l’ovule se trouvant à l’intérieur.

Le zygote $(2n)$ est formé. Il se divise et se différencie en sporophyte celui ci se développe sur le gamétophyte dont il dépend jusqu’à ce qu’il ait formé des racines; la tige et les feuilles. Puis le gamétophyte disparaît et le sporophyte se développe pour continuer le cycle de vie. Ainsi le sporophyte $(2n)$ se multiplie asexuellement par sporulation et alterne avec le gamétophyte (n) qui se multiplie sexuellement par les gamètes dans le cycle de vie des fougères.

Le cycle de vie des fougères est considéré comme un exemple pour l’alternance des générations des êtres vivants.

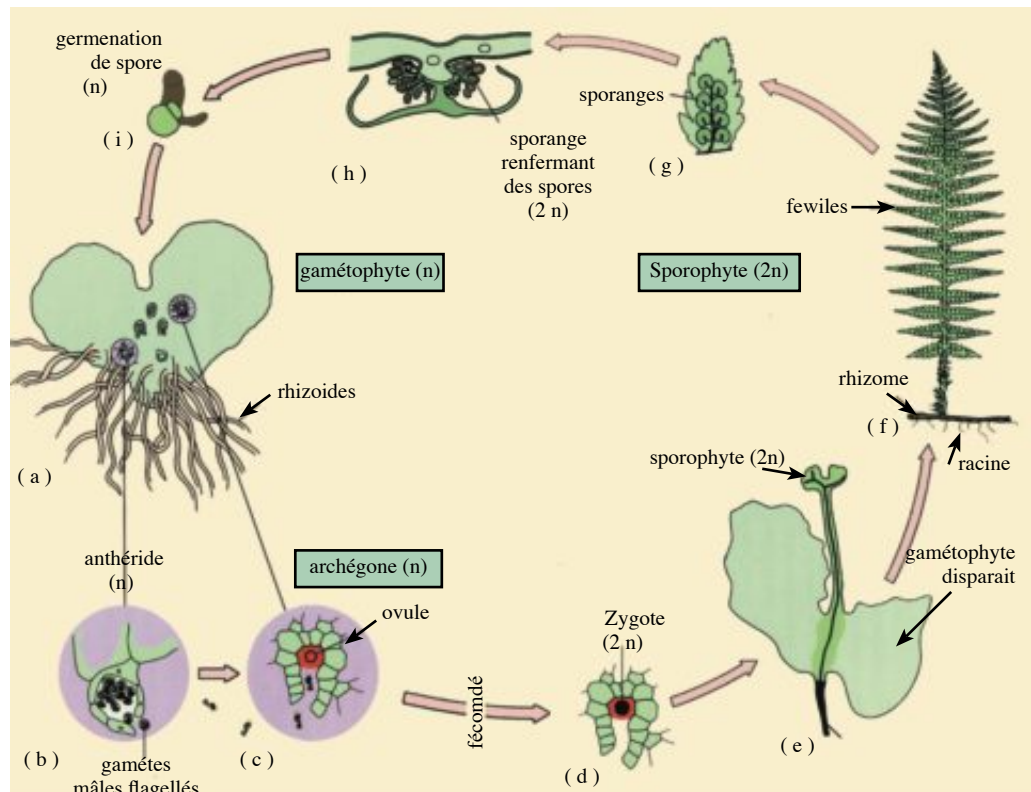


Fig. (13) cycle de vie de la fougère



La reproduction chez les angiospermes

Les angiospermes sont des plantes à graines, ces graines sont formées dans une enveloppe, elle sont appelées les plantes à graines enveloppées.

Elles sont répandues dans des différents milieux. La fleur est un organe spécialisé à la reproduction, elle est considérée comme une tige courte dont les feuilles sont modifiées pour former les différentes pièces florales. La fleur est formée à l'aisselle d'une feuille verte : la bractée. Dans quelques cas, la fleur peut être sans bractée.

La fleur peut être unique terminale comme la tulipe, elle arrête la croissance de la tige. Ou unique latérale comme le pétunia. Ou des fleurs rassemblées sur l'axe floral dans des arrangements variés appelés inflorescences comme pour la fève et le giroflier.

La composition de la fleur

La fleur est formée à l'aisselle d'une feuille appelée bractée qui diffère en forme et en couleur d'une plante à une autre. La fleur peut ne pas être portée par un pétiole, c'est la fleur sessile. La fleur complète hermaphrodite est formée de 4 niveaux floraux comme la fève, le pommier, l'oignon, le pétunia... les feuilles de chaque niveau alternent avec celles du niveau qui le suit:

- **Le calice** est le niveau externe, formé de feuilles appelées **sépales** qui ont pour rôle de protéger les pièces florales internes de la sécheresse, la pluie, le vent...
- **La corolle** est entourée par le calice, formée d'une ou plusieurs rangées de **pétales** qui protègent les pièces sexuelles de la fleur et attirent les insectes durant la pollinisation. Chez la plupart des monocotylédones, on a des difficultés à distinguer le calice de la corolle. Dans ce cas on les appelle: **enveloppe florale. ex. oignon et tulipe.**

la corolle est suivie par 2 niveaux sexuels principaux:

l'androcée organe mâle est représenté par l'ensemble des étamines. Chacune d'elles est formée d'un filament qui se termine par **l'anthère** formée de 4 sacs de grains de pollen. **Le pistil (gynécée) organe femelle** c'est le niveau central de la fleur. Il est formé d'un ou plusieurs **carpelles**. La base de ces carpelles est gonflée pour former **l'ovaire** qui porte les **ovules**. Les carpelles peuvent être soudés ou libres. l'ovaire est surmonté par un canal fin appelé le **style** qui se termine par un disque visqueux appelé le **stigmate**, sur lequel le pollen se colle.

Les fonctions de la fleur

Pour que la fleur puisse accomplir la reproduction pour perpétuer l'espèce, les étamines doivent former des grains de pollen et l'ovaire doit former des ovules. Ensuite, la pollinisation puis la fécondation donnera les fruits et les graines.



A. la formation des grains de pollen: (Fig. 14)

Si on examine une coupe transversale dans l'anthere de l'étamine mure du lys, on peut observer 4 sacs de grains de pollen. Avant la formation de la pollen, ces 4 sacs étaient remplis de grandes cellules qui possèdent des noyaux volumineux, appelées cellules mère des spores à $2n$ chromosomes. Après le développement de l'anthere, chaque cellule subit une méiose pour donner 4 cellules à (n) chromosomes appelées microspores. Chaque microspore se transforme en grain de pollen

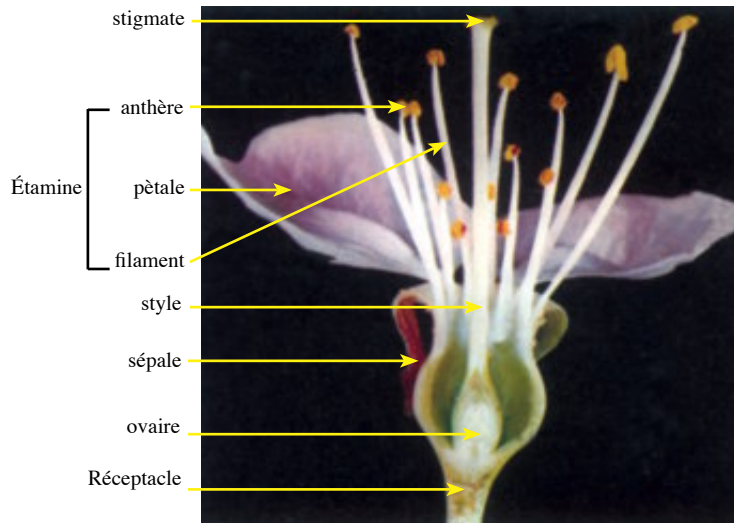


Fig. (14) C.L. d'une fleur hermaphrodite

par une mitose du noyau formant 2 autres noyaux: le noyau Pollinique et le noyau reproducteur. La paroi de la microspore s'épaissit et forme l'enveloppe du grain de pollen. La membrane qui sépare les sacs voisins disparaît, les sacs éclatent et libèrent les grains de pollen dans la nature.

B. la formation des ovules :

Pendant que les grains de pollen se forment dans l'anthere, l'ovaire subit aussi de changements.

- l'ovule commence à apparaître sous forme d'un renflement simple sur la paroi interne de l'ovaire. Ce renflement contient une grande cellule qui possède un noyau mère ($2n$) chromosomes. Durant la croissance, il se forme le funicule ou hile qui éloigne l'ovule de la paroi de l'ovaire et qui lui transmet les substances nutritives. Puis l'ovule est entouré par un ou 2 téguments (enveloppe) soudés, sauf vers le micropyle (Fig. 15), à travers lequel se produit la fécondation de l'ovule.

A l'intérieur de l'ovule, la cellule mère ($2n$) subit une méiose pour former

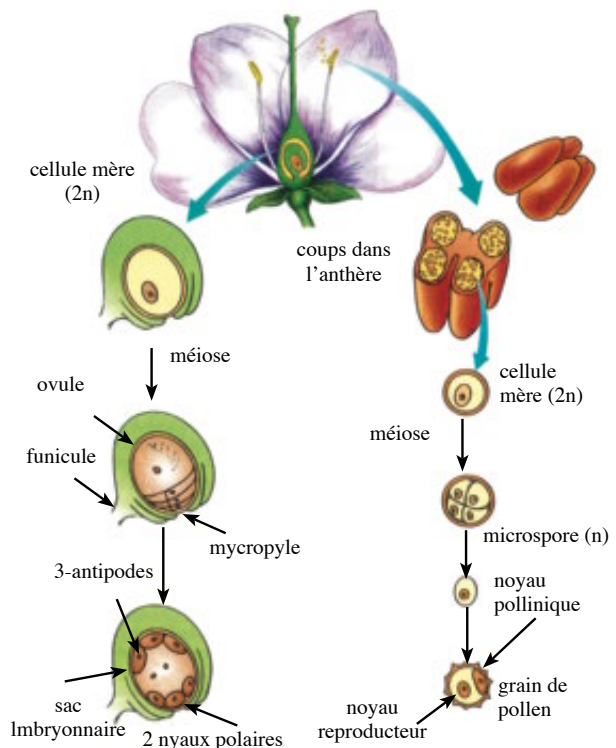


Fig. (15) formation des ovules et des grains de pollen



4 cellules, chacune á (n) chromosomes, Trois disparaissent et la quatrième se développe rapidement formant le sac embryonnaire qui est entouré par la nucelle.

- Puis les étapes suivantes ont lieu

1. Le noyau subit 3 divisions successives formant 8 noyaux. Parmi ces 8 noyaux, 4 migrent vers un pôle du sac embryonnaire et les 4 autres vers l'autre pôle.
2. Un noyau parmi les quatre de chaque pôle, va vers le milieu du sac: ce sont les 2 noyaux polaires.
3. Chacun des trois noyaux restant à chaque pôle est entouré par le cytoplasme et une membrane fine, pour former des cellules.
4. La cellule intermédiaire la plus proche du micropyle se développe et forme l'ovule ou oosphère, Les 2 autres cellules sont nommées synergides, tandis que les trois autres, loin du micropyle, sont appelées antipodes. L'ovule est prêt maintenant à être fécondé.

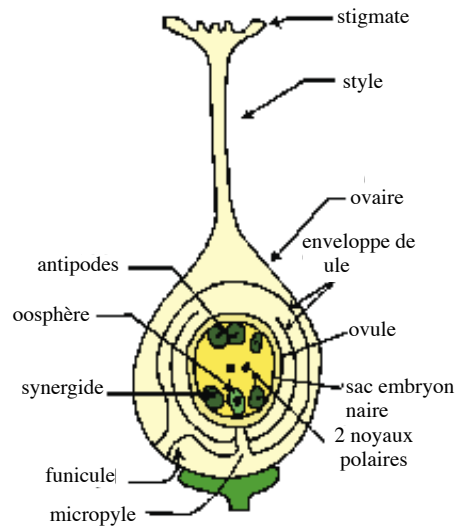


Fig. (16) l'ovaire mûr

C. La pollinisation et la fécondation

1. La pollinisation

C'est le transfert des grains de pollen, de l'anthère au stigmate. Chez certaines plantes, les pollens sont transférés d'une anthère vers le stigmate de la même fleur, ou d'une autre fleur sur la même plante. Ce phénomène est appelé la pollinisation directe. Les individus ressemblent aux parents.

La pollinisation croisée; les pollens sont transférés d'une anthère d'une fleur vers le stigmate d'une autre fleur sur une autre plante (la même espèce).

La pollinisation croisée entre les plantes est plus répandue:

- Si la fleur est unisexuée.
- Si les organes sexuels ne se développent pas en même temps, les fleurs mâles avant les fleurs femelles, ou inversement.
- Si le niveau des anthères est inférieur à celui du stigmate.

Les grains de pollen ont besoin d'un moyen de transport d'une fleur à une autre, comme le vent, les insectes, l'eau et parfois l'Homme.

2. La fécondation

a) germer les grains de pollens:

Quand le grain de pollen est posé sur le stigmate, il commence à former un tube pollinique qui



pénètre par la surface et grandit à travers le tissu du style pour atteindre le micropyle.

Généralement, le noyau végétatif disparaît tandis que le noyau reproducteur se divise en 2 anthérozoïdes (gamètes mâles) durant son passage à travers le tube pollinique (Fig. 17 et 18).

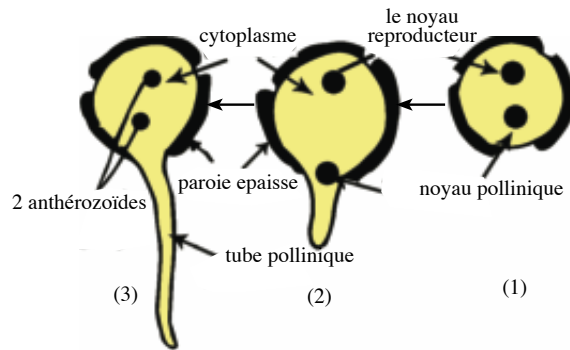


Fig. (17)
germination du grain de pollen



Fig. (18)
grain de pollen sous le microscope

La double fécondation :

- Un anthérozoïde (n) passe du tube pollinique vers le sac embryonnaire où il s'unit avec le noyau de l'oosphère (n) formant le zygote (2n) qui se divise formant l'embryon (Fig. 19).
- L'autre anthérozoïde (n) s'unit avec les 2 noyaux polaires [chacun à (n) chromosome] formant le noyau de l'endosperme (3n) cette étape est appelée: la fusion triple. Toute l'opération est appelée la double fécondation.

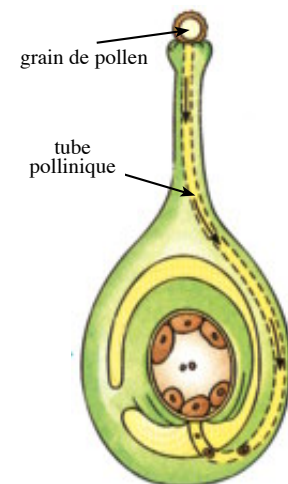
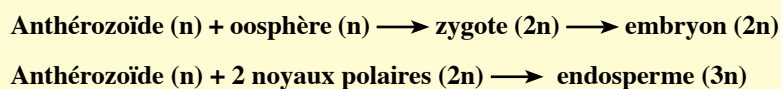


Fig. (19)
La fécondation

Remarque :

Le noyau de l'endosperme se divise par mitose pour former le tissu de l'endosperme qui nourrit l'embryon pendant son développement. Ce tissu reste à l'extérieur de l'embryon et occupe une région de la graine.

d. La formation des fruits et des graines:

L'embryon peut garder l'endosperme, dans ce cas on aura une graine à endosperme comme les graines monocotylédones ou les parois de l'ovaire sont soudées à celles de l'ovule pour former un fruit à une grain connu par le fruit grain comme le blé et le maïs.



L'embryon peut aussi se nourrir à partir de l'endosperme pendant son développement, la graine sera sans endosperme ce qui oblige la plante à réserver une autre nourriture dans ses cotylédons: ce sont les graines dicotylédones. Les parois de l'ovule se solidifient formant le tégument qui entoure la graine comme la fève et les petits pois.

Après la fécondation, le calice, la corolle, l'androcée, le style et le stigmate dépérissent. L'ovaire devient volumineux et se transforme en fruit grâce aux auxines secrétées par l'ovaire. La paroi de l'ovaire forme l'enveloppe du fruit.

Les synergides et les antipodes disparaissent, il ne reste que le micropyle qui permet le passage de l'eau pendant la germination de la graine.

Des variétés de fruits gardent quelques pièces florales:

Quelques plantes gardent les sépales et les étamines comme chez la grenade, le calice coopère à la formation du fruit comme chez l'aubergine et la datte.

Les pétales aussi peuvent servir à la formation des fruits comme chez la citrouille.

Les faux fruits:

Ce sont les fruits dont n'importe quelle région devient charnue par la nourriture sauf l'ovaire, comme les pommes dont nous mangeons le réceptacle floral qui s'est développé.

de ce qui précède on peut déduire que la pollinisation favorise la présence des anthérozoïdes pour la fécondation de l'ovule qui se transforme en graine ainsi que les auxines qui aident au développement de l'ovaire en fruit mûr même sans fécondation.

La parthénocarpie:

C'est la formation des fruits sans graines car il est formé sans fécondation.

Exemple: les bananes et l'ananas.

Cela peut avoir lieu artificiellement en aspergeant l'ovaire par l'extrait des grains de pollen broyés dans une solution d'éther alcoolique pour inciter l'ovaire à former le fruit Ainsi qu'on peut utiliser l'indole ou le naphthol de l'acide acétique.

Le mûrissement des fruit et des graines même généralement au retard du développement végétatif de la plante; parfois elle meurt, précisément pour les plantes saisonnières a cause de l'épuisement de la matière nutritive en réserve et l'inhibition des auxines. Si la pollinisation et la fécondation n'ont pas lieu, la fleur flétrit et tombe sans former de fruit.

La reproduction chez les êtres humains

Les êtres humains appartiennent à la classe des mammifères qui gardent l'embryon jusqu'à sa naissance. Les ovules sont petits et à vitellus réduit. La progéniture est aussi réduite, les parents s'occupant des enfants durant plusieurs années.

1. L'appareil reproducteur de l'Homme (Fig. 20)

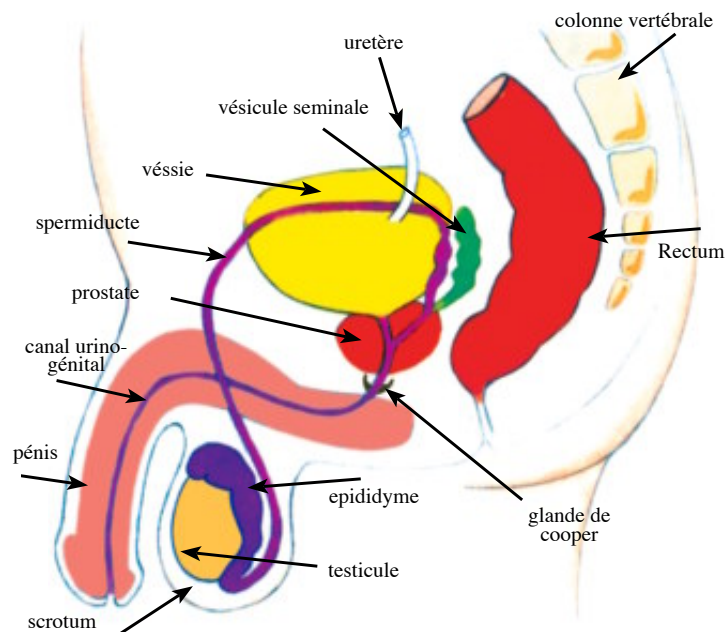


Fig. (20) L'appareil reproducteur de l'homme

Il comprend deux testicules d'où se détachent l'épididyme, la spermiducte et des glandes annexes. L'uretère est commun à l'appareil reproducteur et à l'appareil urinaire. L'appareil reproducteur produit les spermatozoïdes et les hormones mâles qui font apparaître les caractères sexuels secondaires tels que la voix grave, la puissance des muscles et le développement de la barbe.

A/ Les testicules

Les testicules sont dans le scrotum qui est rattaché à la cavité abdominale. Ils arrivent dans ce sac durant les derniers mois de la gestation embryonnaire. Cette position leur garantit une température inférieure à celle du corps ce qui convient à la formation des spermatozoïdes. Si la descente des testicules est retardée, la production du liquide spermatique s'arrête, c'est ce qui provoque la stérilité.



Le rôle du testicule:

1. Formation des spermatozoïdes.
2. Sécrétion de l'hormone testostérone qui mène à l'apparition des caractères secondaires masculins à l'âge de la puberté.

B/ Les 2 épididymes:

De chaque testicule sort un groupe de tubes repliés qui aboutissent au spermiducte.

C/ Les 2 spermiductes:

C'est un tube qui transmet les spermatozoïdes de l'épididyme vers le canal urino génital.

D/ Les vésicules seminales:

Sécrètent un liquide alcalin renferme du fructose pour nourrir les spermatozoïdes.

E/ La glande prostate et les glandes de Cooper:

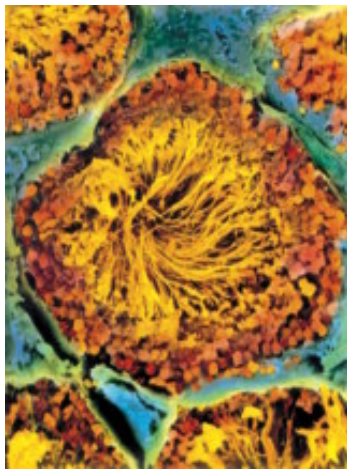
Sécrètent un liquide alcalin, l'alcalinité de ce liquide neutralise l'acidité dans le canal urinaire ce qui produit un milieu favorable au passage des spermatozoïdes, ce liquide passe à travers le canal urinaire juste avant le passage spermatozoïdes.

F/ Le pénis:

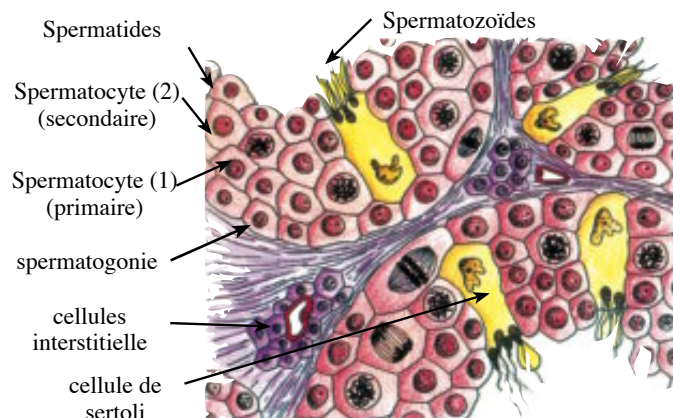
C'est un organe formé par un tissu spongieux où il y a le canal urinaire. Ce canal transporte l'urine et les spermatozoïdes indépendamment l'un de l'autre.

Etude d'une coupe transversale dans le testicule

- Chaque testicule est formé par un ensemble de tubules séminaux entre lesquels il y a des cellules interstitielles qui secrètent l'hormone testostérone qui mène à l'apparition des caractères secondaires masculins.



(a)



(b)

Fig. (21) C.T. du testicule

- Dans chaque tubule séminal il y a les cellules de Sertoli qui sécrètent un liquide pour nourrir les spermatozoïdes à l'intérieur des testicules, il a un rôle immunitaire aussi.
- Le tubule est tapissé par des cellules (2n) appelées spermatogonies. Ces cellules se divisent pour donner les spermatozoïdes (Fig.21, a, b).

Les étapes de la spermatogenèse (le fabrication des spermatozoïdes):

Elle a lieu en 4 étapes (Fig. 22):

A/ La multiplication:

Les spermatogonies subissent plusieurs mitoses produisant un grand nombre de cellules (2n).

B/ La croissance:

Dans cette étapes les spermatogonies mettent en réserve une quantité de matière nutritive, elles se transforment en spermatocytes primaires (2n).

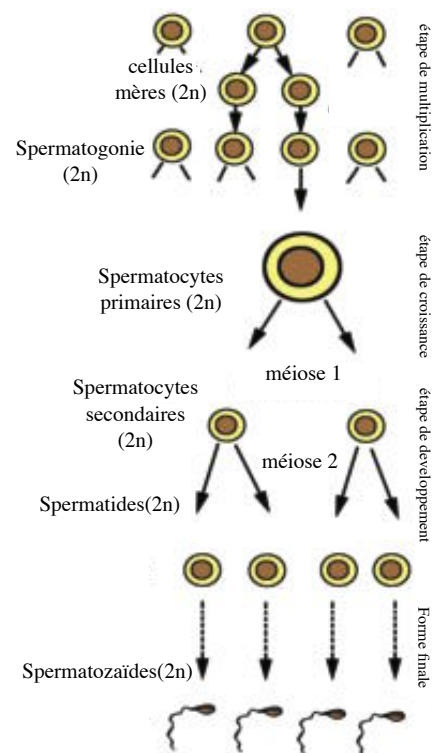


Fig. (22) Étapes du spermatogenese



C/ La maturité:

Le première méiose a lieu est accomplie par les spermatocytes primaires, formant ainsi les spermatocytes secondaires (n) qui continue sa division [deuxième méiose] forment les spermatides(n).

D/ La forme définitive:

Dans cette étape les spermatides se transforment en spermatozoïdes.

La composition du spermatozoïde : [Fig. 23]

A/ La tête:

Renferme 23 chromosomes. Au sommet il y a l'acrosome qui secrète l'enzyme hyaluronidase, Cette enzyme dissout une partie de la paroi de l'ovule pour faciliter la pénétration.

B/ Le cou:

Renferme 2 centrioles qui jouent un rôle dans la division de l'ovule fécondé.

C/ La zone intermédiaire:

Renferme les mitochondries qui produisent l'énergie suffisante au déplacement des spermatozoïdes.

D/ La queue: (Le flagelle)

Formée d'un axe qui se termine par la queue. Elle facilite le mouvement du spermatozoïde.



Fig. (23-a) Spermatozoïdes sous le microscope

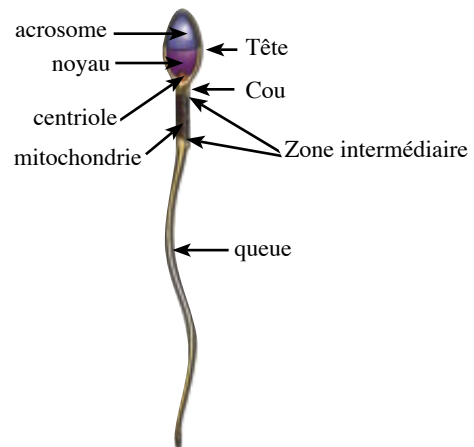


Fig. (23-b) Spermatozoïde

L'appareil reproducteur femelle: [Fig. 24]

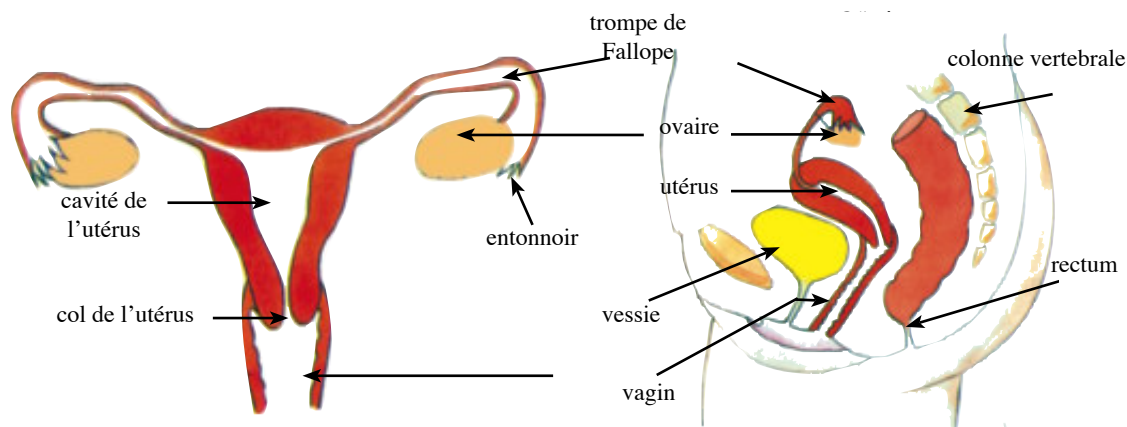


Fig. (24) appareil reproducteur de la femme

Il comprend deux ovaires, deux trompes de Fallope, un utérus et un vagin. Le rôle de cet appareil est de produire les ovules, les hormones femelles, et de présenter un endroit qui assure la fécondation de l'ovule et qui garde l'embryon jusqu'à l'accouchement (Fig. 24).

Les organes de cet appareil sont localisés dans la cavité pelvienne (région du bassin), derrière la vessie et ils sont fixés à leur place par des ligaments mous qui leur Permettent de se dilater pendant la grossesse.

A/ L'ovaire:

Se trouve sur un des cotés de la cavité pelvienne. Il a une forme ovoïde et le volume d'une amande. Pendant la période de l'enfance, l'ovaire renferme des milliers d'ovules à des stades de développement différents. A partir de l'âge de la puberté, environ 400 ovules seulement deviennent murs. Ces ovules vont apparaître, en une période de temps d'environ 30 ans, au taux d'un ovule par mois avec un fonctionnement des deux ovaires alterné. L'ovaire sécrète des hormones de la puberté et d'autres qui règlent la menstruation et le développement embryonnaire.

B/ Les trompes de Fallope:

Chaque trompe se termine par un entonnoir qui se trouve juste en face de l'ovaire pour assurer la chute des ovules, ainsi qu'il y a des appendices qui captent l'ovule. La trompe de Fallope est tapissée par des cils qui dirigent les ovules vers l'utérus.

C/ L'utérus:

C'est un sac musculaire souple qui se trouve entre les os du bassin. Ses parois musculaires sont fortes et épaisses. L'utérus est tapissé par une membrae glandulaire, il se termine par le col de l'utérus qui s'ouvre dans le vagin. Dans ce sac l'embryon se développe pendant neuf mois.

D/ L'utérus:

C'est un sac musculaire souple qui se trouve entre les os du bassin. Ses parois musculaires sont



fortes et épaisses. L'utérus est tapissé par une membrane glandulaire, il se termine par le col de l'utérus qui s'ouvre dans le vagin. Dans ce sac l'embryon se développe pendant neuf mois.

C/ Le vagin:

C'est un canal musculaire de 7 cm de longueur, qui commence par le col de l'utérus et se termine par l'ouverture génitale. Le vagin est tapissé de membranes qui secrètent un liquide visqueux qui cause l'humidification. Ces membranes portent des replis qui se relâchent pendant l'accouchement.

L'appareil génital change périodiquement d'aspect après la puberté (entre l'âge de 12 à 15 ans) selon l'activité de l'ovaire et de l'utérus, s'il y a fécondation et grossesse ou absence de grossesse avec une émission de sang connue sous le nom de menstruation ou règles.

A l'âge de 45 - 50 ans, l'activité de l'ovaire s'arrête, les hormones diminuent et les parois de l'utérus se contractent, c'est la ménopause.

L'étude d'une coupe transversale de l'ovaire:

Par l'étude d'une coupe transversale de l'ovaire (Fig. 25) on remarque qu'il est formé d'un ensemble de cellules à des différentes étapes de développement. L'ovule est entouré par le follicule de Graaf qui se transforme en corps jaune quand l'ovule est libéré.

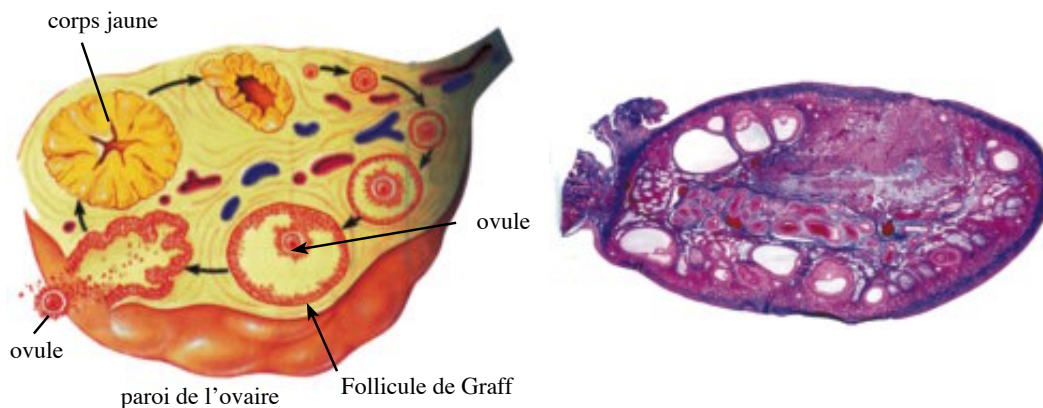


Fig. (25) c.t de L'ovaire

Les étapes de l'ovogenèse:

Cette opération a lieu en 3 étapes: (Fig. 26).

A/ La multiplication:

Les cellules mères ($2n$) subissent une mitose formant des cellules nommées ovogonies ont chacune ($2n$) [cela a lieu pendant le développement embryonnaire].

B/ La croissance:

Dans cette étape les ovogonies mettent en réserve une quantité de nourriture, elles deviennent volumineuses et se transforment en ovocytes primaires ($2n$) pendant le développement embryonnaire].

C/ Le développement: [ou maturité]

L'ovocyte primaire se divise par méiose 1 et produit l'ovocyte secondaire et un corps polaire (n). L'ovocyte est plus volumineux que le corps polaire. L'ovocyte secondaire passe par la méiose 2 et produit l'ovule et le corps polaire. Celui-ci passe par la méiose 2 et produit 2 corps polaires donc le résultat sera 3 corps polaires.

La méiose 2 a lieu au moment de la rentrée du spermatozoïde à l'intérieur de l'ovule pour accomplir la fécondation. L'ovule renferme un cytoplasme et un noyau, il est entouré par une couche mince cohérente grâce à l'acide hyaluronique. Les enzymes sécrétées par l'acrosome du spermatozoïde ont le rôle de dissoudre cette couche lors de la pénétration ce qui nécessite la présence des milliers de spermatozoïdes.

Le cycle de reproduction:

Chez les femelles des mammifères à placenta, il y a des périodes déterminées pendant lesquelles l'ovaire devient très actif pour former les ovules, vient ensuite la copulation, puis la fécondation: c'est le cycle de reproduction. Parmi les mammifères, il y en a qui ont un cycle de reproduction annuel comme le lion et le tigre. D'autres peuvent l'accomplir 2 fois par an comme les chats et les chiens. Et mensuel comme chez les lapins et les souris.

Chez L'être humain les femmes ce cycle nommé est un cycle menstruel ou les 2 ovaires s'alternent pour la production des ovules) Il dure chez la femelle adulte environ 28 jours.

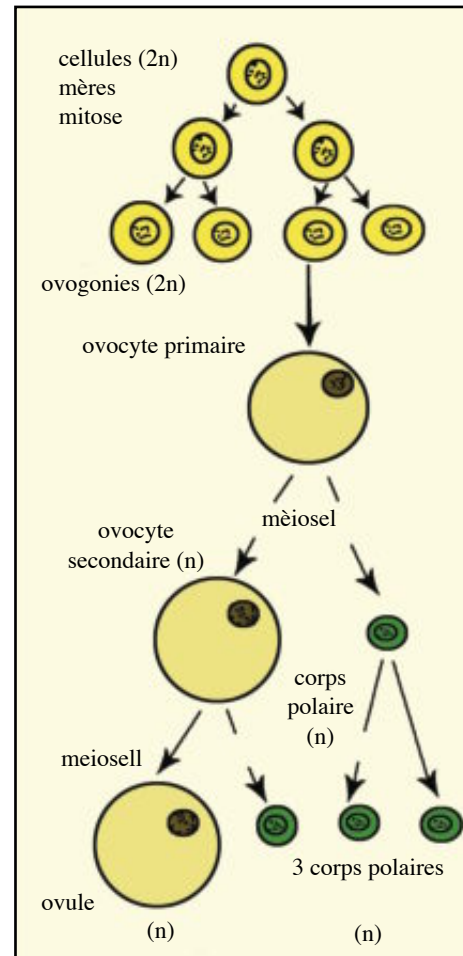


Fig. (26) ovogenèse



Le cycle menstruel se déroule en 3 étapes: (Fig. 27)

a) Etape de la maturité de l'ovule:

Le lobe antérieur de la glande hypophyse sécrète l'hormone F.S.H. qui stimule l'ovaire pour faire mûrir le follicule de Graff qui contient l'ovule. En même temps, le follicule développé sécrète hormone appelée œstrogène qui active l'émission sanguine dans le revêtement de l'utérus pour le préparer à un nouveau cycle reproducteur et nourrir l'utérus après le cycle précédent. Cette étape dure environ 10 jours.

b) Etape de l'ovulation:

Démarre lorsque le lobe antérieur de l'hypophyse sécrète l'hormone LH au 14^{ème} jour du commencement de la menstruation qui provoque l'explosion du follicule de Graff puis la libération de l'ovule mûr ensuite sa chute dans la trompe de Fallope. Le follicule se transforme en un corps jaune qui sécrète l'hormone progestérone. Cette hormone entraîne l'augmentation de l'épaisseur du revêtement de l'utérus et la prépare à recevoir l'embryon.

Cette étape dure environ 14 jours.

c) Etape de l'émission sanguine ou menstruation:

Si l'ovule n'est pas fécondé (un ou deux jours après l'ovulation), le corps jaune dégénère. La sécrétion de la progestérone diminue. La membrane interne de l'utérus se déchire et l'émission sanguine périodique commence et dure 3 à 5 jours.

Mais si la fécondation a lieu durant la deuxième étape du cycle, la grossesse commence.

Le corps jaune continue à sécréter la progestérone ce qui empêche l'ovulation et arrête l'émission sanguine jusqu'à l'accouchement.

Le corps jaune atteint le maximum de son volume à la fin du troisième mois. Puis il commence à se réduire au quatrième mois et ceci quand le placenta atteint un état avancé dans l'utérus, pour supporter la présence de l'embryon.

Le placenta remplace le corps jaune pour la sécrétion de la progestérone qui garde le revêtement de l'utérus et qui incite les glandes mammaires à se développer pour allaiter le nouveau né, Ainsi la destruction du corps jaune avant le quatrième mois conduit à une fausse couche (avortement).

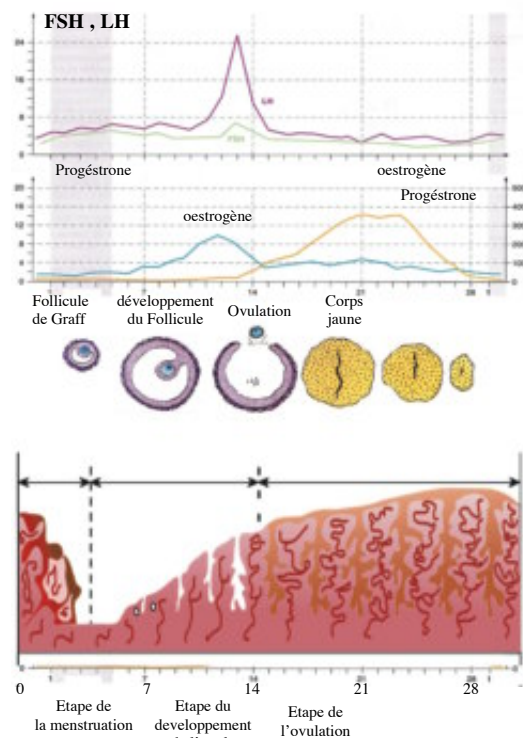


Fig. (27) diagramme de la menstruation



La fécondation:

C'est l'union du spermatozoïde avec l'ovule pour former le zygote qui se divise pour former l'embryon.

- 14^{ème} jour après le commencement de la menstruation, l'ovule sera prêt à la fécondation pendant 1-2 jours.

La fécondation a lieu dans le premier tiers de la trompe de Fallope.

- Le nombre de spermatozoïdes rejeté par l'homme est de 300 à 500 millions à chaque copulation.
- L'homme est considéré comme stérile si le nombre de spermatozoïdes rejeté est de moins de 20 millions car il y a un grand nombre qui se perd pendant leur trajet vers l'ovule.

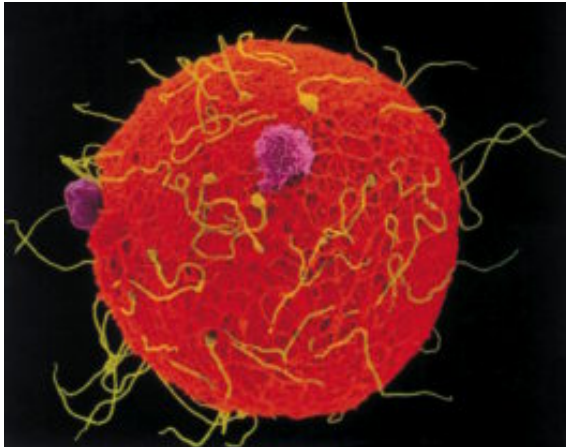


Fig. (28) La fécondation de l'ovule

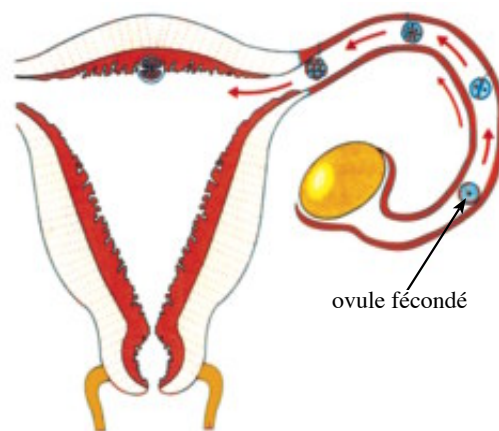


Fig. (29) la division de l'ovule fécondé

- Le spermatozoïde garde son activité dans l'appareil reproducteur de la femme entre 2-3 jours.
- Après la fécondation, l'ovule forme une enveloppe qui empêche la pénétration d'un autre spermatozoïde.

La conception et le développement embryonnaire:

Après un jour de fécondation, l'ovule fécondé subit une mitose et se transforme, au début du canal de Fallope, en deux cellules. Puis le nombre de cellules double au jour suivant.

Les divisions se poursuivent et il se forme une masse de cellules connue sous le nom de morula, qui est repoussée par les cils de l'oviducte jusqu'à l'utérus. Elle s'implante alors dans les replis du revêtement épais. Ceci a lieu à la fin de la première semaine.

Les membranes embryonnaires

Le développement de l'embryon augmente, les tissus et les organes se différencient graduellement et il se forme autour de l'embryon deux enveloppes, l'une d'elles est externe: le chorion et l'autre interne l'amnios.



a/ L'amnios:

C'est une membrane qui entoure l'embryon et renferme un liquide qui le protège de la déshydratation et des chocs.

- L'embryon est lié au placenta par le cordon ombilical qui peut atteindre 70 cm.

pour permettre à l'embryon un mouvement libre. Le cordon ombilical est un tissu riche en vaisseaux sanguins qui laissent passer les aliments digérés les vitamines, les sels, l'eau et l'oxygène du placenta vers la circulation du sang de l'embryon et qui éliminent les déchets et le dioxyde de carbone de la circulation du sang de l'embryon vers le placenta.

b/ Le chorion:

Il entoure l'amnios. Son rôle est de protéger l'embryon. Cette membrane est munie par des saillies ou villosités renforcées dans le revêtement de l'utérus, c'est là où les capillaires sanguins de l'embryon sont en contact avec ceux de la mère: c'est le placenta. (Fig. 30).

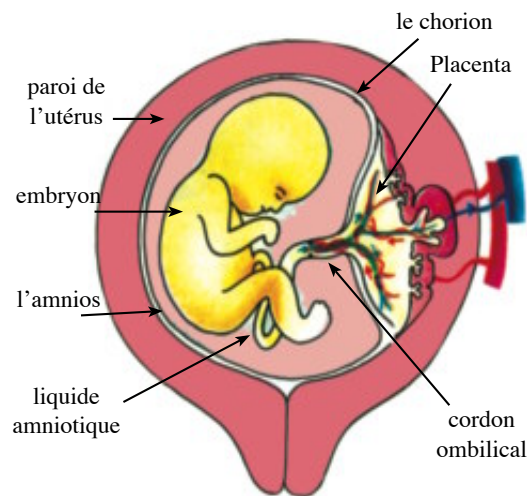


Fig. (30) l'embryon et les membranes

L'importance du placenta:

1. Transporter les aliments digérés, l'eau, l'oxygène et les vitamines du sang de la mère vers le sang de l'embryon par diffusion de même qu'il élimine les déchets de l'embryon sans que le sang de l'embryon ne se mélange à celui de la mère.
2. A partir du 4^{ème} moi de la grossesse, le placenta sécrète la progestérone à la place du corps jaune qui s'atrophie.
3. Il laisse passer aussi les médicaments, les matières nuisibles comme l'alcool ou la nicotine et les virus du sang de la mère à l'embryon ce qui peut lui causer de grands dangers et des malformations de l'embryon.

Le développement embryonnaire a lieu en 3 étapes:

A/ Première étape:

Elle représente les 3 premiers mois de la grossesse où il y a la formation du système nerveux et du cœur [au premier mois] les yeux, les mains et le sexe se distinguent [les testicules sont formés à la 6^{ème} semaine, les ovaires sont formés à la 12^{ème} semaine]. L'embryon devient capable de réagir à certaines stimulation.

B/ Deuxième étape:

Elle représente les trois autres mois où le développement du cœur est complété, L'embryon entend nettement. Le système osseux se développe ainsi que les organes de sens. L'embryon grandit (Fig. 31).

C/ Troisième étape:

Elle représente les 3 derniers mois où le développement de l'encéphale ainsi que les autres appareils internes sont achevés, la croissance en volume se ralentit. Au 9ème mois le placenta commence à se séparer, la progestérone diminue, l'embryon devient moins retenu dans l'utérus et s'apprête à l'accouchement.

Durant l'accouchement, les parois de l'utérus commencent à se contracter d'une façon rythmique, pour pousser l'embryon dans le col de l'utérus vers le milieu extérieur. Il pousse alors un cri caractéristique qui indique un bon fonctionnement de son l'appareil respiratoire.

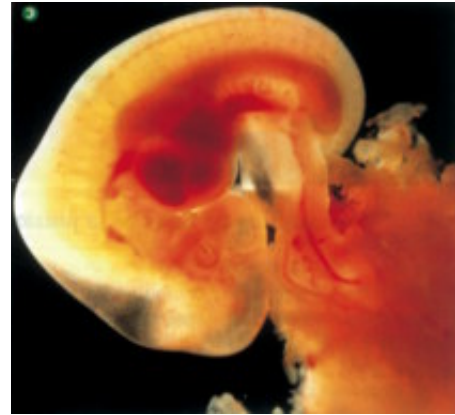
Le placenta se détache ensuite de la paroi de l'utérus et il est chassé vers l'extérieur. L'arrivée du sang au cordon ombilical s'arrête car ce dernier est noué puis coupé du côté de l'embryon.

Le bébé se nourrit avec le lait maternel. Le lait est un aliment naturel qui va protéger le bébé dans l'avenir contre certains troubles organiques et psychiques.

Il a été remarqué que l'âge convenable de la conception chez la femme varie entre 18 et 35ans. Si l'âge de la mère est inférieur ou supérieur à ces limites, elle et son bébé seront exposés à de grands troubles ce qui va augmenter la possibilité de malformations. Il en est de même si le mari est âgé.

Remarque:

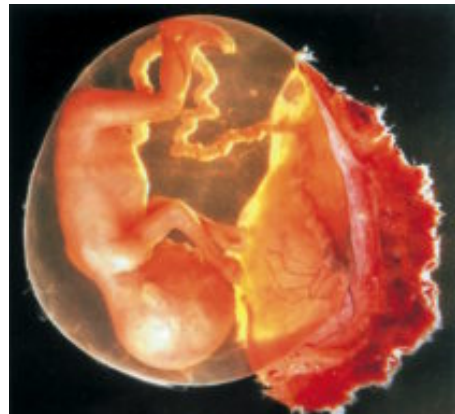
La durée de la grossesse varie d'après l'espèce, elle est de 21 jours chez les souris, 150 jours pour les moutons, 270 jours pour la femme, 330 jours pour la vache, 900 jours pour l'éléphant.



(A)



(B)



(C)

Fig. (31) le développement embryonnaire



Les moyens contraceptiques

1. **Les pilules:** renferment des hormones de synthèse qui ressemblent à l'œstrogène et la progestérone. Leur utilisation commence après la menstruation et pour 3 semaines. Ces pilules empêchent l'ovulation.
2. **Le stérilet:** fixée dans la cavité de l'utérus pour empêcher l'enfoncement de l'ovule fécondé dans le revêtement de l'utérus.
3. **Le préservateur masculin:** empêche l'arrivée des spermatozoïdes au vagin.
4. **La stérilisation chirurgicale:** consiste en une ligature ou en une section des trompes de Fallope ce qui empêche la fécondation de l'ovule. Ou la stérilisation de l'homme peut se faire par une ligature ou une section des tubes spermatiques pour empêcher la sortie des spermatozoïdes.

Les différentes sortes d'embryons:

Généralement, il y a un seul bébé qui naît à chaque conception, mais parfois les embryons sont multiples et peuvent atteindre le nombre de six en même temps.

Les cas qui se présentent le plus souvent est celui des jumeaux. Le rapport entre les cas de jumeaux et les cas normaux est 1 : 86.

Il y a deux sortes de jumeaux (Fig. 32).



Fig. (32) deux sortes de jumeaux

1. Les faux jumeaux ou hétérozygotes:

Ce cas se présente quand deux ovules sont libérés (d'un ou des deux ovaires) et sont fécondés ensemble (par deux spermatozoïdes). (Fig. 33 - a).

Les deux embryons différents génétiquement. Chacun d'eux a un placenta indépendant dans l'utérus. Ils peuvent être de même sexe ou de sexe et de groupe sanguin différents. Ils ne sont que deux enfants (frères et ou sœurs) qui ont le même âge, car ils naissent ensemble.

2. Les vrais jumeaux ou monozygotes:

Ce cas se présente quand les cellules provenant d'un ovule fécondé (par un seul spermatozoïde) se séparent en deux masses, chacune d'elles formant un embryon. Les deux embryons se ressemblent génétiquement et ont généralement un même placenta. (Fig. 33 - b).

Les jumeaux peuvent naître en étant soudés par le ventre, le dos ou la tête. Ils sont alors appelés jumeaux "siamois" et peuvent être parfois séparés chirurgicalement.

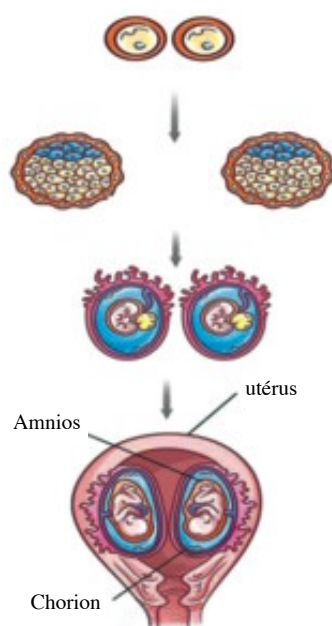


Fig. (33 - a) Faux jumeaux

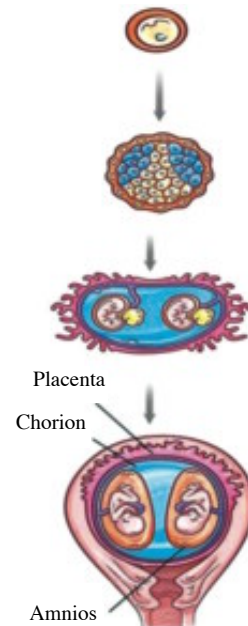


Fig. (33 - b) Vrais jumeaux

Le bébé éprouvette:

(la fécondation hors de l'utérus) (Fig. 34) obtenu à partir d'un ovule mur d'une femme fécondé extérieurement avec les spermatozoïdes de son mari. Le tout a été déposé dans un milieu nourrissant ou une petite masse cellulaire s'est développée, qui a été implantée dans l'utérus de la mère.

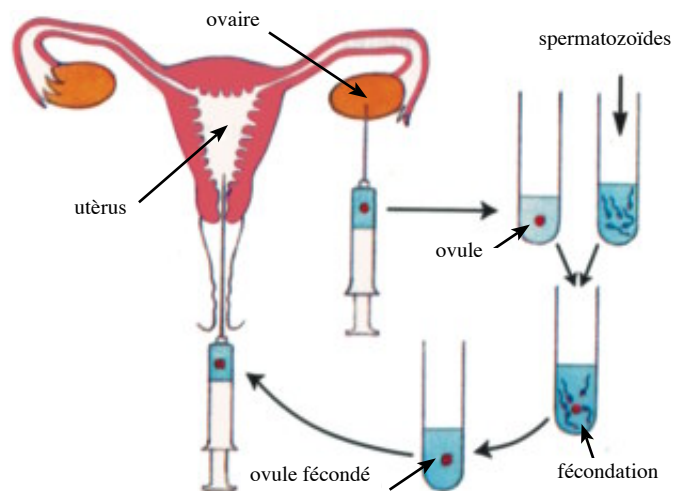


Fig. (34) bébé éprouvette



La culture des Noyaux (Renucléation)

Les études avancées de la culture des embryons ont mené à la découverte de la renucléation qui consiste à éliminer les noyaux des cellules embryonnaires de la grenouille dans des étapes différentes à l'aide des instruments chirurgicaux précis et les réimplanter dans les ovules non fécondés dont on a éliminé ou détruit les noyaux par les radiations.

Ces ovules se développent en individus qui portent les caractères des noyaux implantés.

Il a été prouvé que les noyaux implantés ne diffèrent pas du noyau de la cellule œuf par rapport à son pouvoir de contrôler le développement embryonnaire.

Les banques de gamètes

Dans certains pays d'Europe et d'Amérique, il y a ce qu'on appelle les banques de gamètes (bétail, chevaux), où ce dernier est gardé à une température très basse (-120°C) pendant de longues années (20 ans). Ces gamètes appartiennent soit à des espèces animales sélectionnées (on les garde pour la reproduction de ces espèces), soit à des animaux qui sont en voie de disparition. On a pu contrôler le sexe des animaux obtenus par fécondation artificielle, après avoir séparé les différents types de gamètes (les chromosomes X ou Y) par des méthodes scientifiques comme la centrifugation ou l'exposition à un champ électrique limité. Grâce aux succès de ces méthodes, on a pu sélectionner des mâles pour produire la viande et des femelles pour la reproduction et la production du lait.

Est-ce que cette procédure peut réussir dans le cas des êtres humains?



Activités

1. L'observation microscopique du bourgeonnement de la levure.
2. L'observation microscopique de la moisissure du pain.
3. L'observation de l'agaric.
4. L'observation microscopique de la conjugaison de la spyrogine.
5. L'observation du sporophyte et du gamétophyte des fougères.
6. L'observation d'une fleur complète.
7. L'observation microscopique d'une coupe dans l'anthère.
8. L'observation microscopique d'une coupe d'ovaire d'une fleur.
9. L'observation de quelques fruits. Ex: les tomates, l'aubergine, les pommes et la courgette.
10. L'observation d'une coupe dans l'ovaire d'une souris ou d'une lapine.
11. L'observation d'une coupe dans le testicule d'un souris ou d'un lapin.
12. Passer des films qui montrent le développement embryonnaire dans l'utérus.



Questions

Question 1 : Choisissez la réponse la plus précise aux questions suivantes:

1. La durée moyenne pendant laquelle l'ovule garde son activité à l'intérieur de la trompe de Fallope
 - a) une heure
 - b) un jour
 - c) 1 à 2 jours
 - d) 3 jours.
2. La durée moyenne pendant laquelle le spermatozoïde continue à vivre à l'intérieur de l'appareil reproducteur de la femme
 - a) une heure
 - b) un jour
 - c) 1 à 2 jours
 - d) 2 à 3 jours.
3. La fécondation de l'ovule a lieu dans
 - a) L'utérus.
 - b) A la fin de la trompe de Fallope.
 - c) Au début de la trompe.
 - d) L'ovaire.
4. Chez la femme adulte, le cycle ovarien dure 28 jours, et l'ovulation a lieu
 - a) le 9ème jours après son commencement.
 - b) le 14ème jour après son commencement.
 - c) le 9ème jour après sa fin.
 - d) le 12ème jour après son commencement.
5. L'enfoncement de l'ovule fécondé dans le revêtement de l'utérus a lieu
 - a) un jour après la fécondation.
 - b) quatre jours après la fécondation.
 - c) sept jours après la fécondation.
 - d) cinq heures après la fécondation.
6. Les hormones F.S.H et L.H. sont sécrétées par
 - a) le follicule de Graff.
 - b) le corps jaune.
 - c) le revêtement de l'utérus.
 - d) l'hypophyse.
7. Parmi les rôles de l'hormone L.H
 - a) l'ovulation.
 - b) le développement du follicule de Graff.
 - c) le développement du corps jaune.
 - d) le développement des glandes récrétrices de lait.



Question 2 :

1. D'après la liste suivante quelles sont les matières transférées du sang de la mère à celui de l'embryon à travers le placenta?

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| a) glucose. | b) alcools. |
| c) l'oestrogène. | d) les anticorps. |
| e) les virus. | f) les globules rouges. |
| g) les acides aminés. | h) l'oxygène. |

2. Les spermatozoïdes sont incapables de vivre ailleurs que dans un milieu nutritif car ils sont incapables de faire des réserves nutritives.

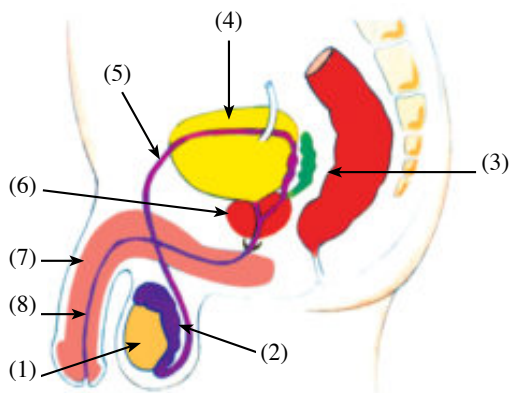
- les 2 expressions sont correctes et il y a une relation entre elle.
- les 2 expressions sont correctes mais il n'y a aucune relation entre elles.
- les 2 expressions sont fausses.
- la première est correcte, la deuxième est fausse.
- la première est fausse, la deuxième est correcte.

3. La sécrétion de la progestérone commence après le 3ème mois de la conception car c'est l'ovaire seul qui la sécrète.

- les 2 expressions sont correctes et il y a une relation entre elles.
- les 2 expressions sont correctes mais il n'y a aucune relation entre elles.
- les 2 expressions sont fausses.
- la première est correcte, la deuxième est fausse.
- la première est fausse, la deuxième est correcte.

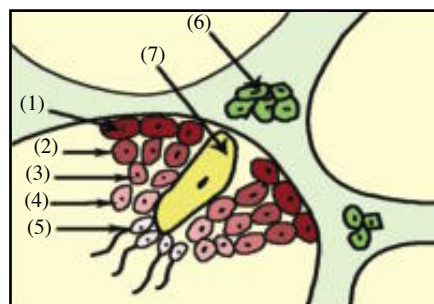
Question 3 : D'après le schéma ci-contre:

- Légendez le schéma.
- Quelles sont les régions qui participent?
- Citez le rôle de (3) et (6).
- Qu'arrive-t-il si l'organe (1) se trouve à l'intérieur du corps? Pourquoi?
- Qu'arrive-t-il si on élimine l'organe (1) ?



Question 4 : D'après le schéma ci-contre:

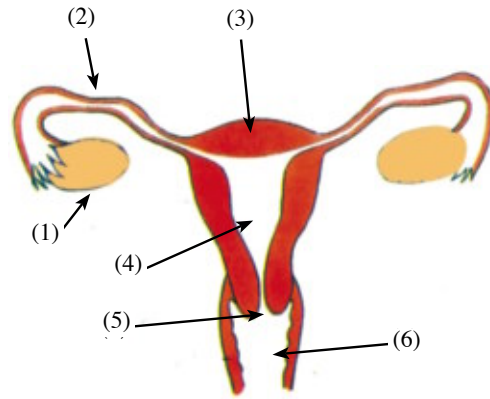
- Légendez le schéma.
- les étapes de la spermatogenèse.
- L'importance des cellules (6) et (7).
- Faites un schéma annoté du spermatozoïde.





Question 5 : D'après le schéma ci-contre:

- Légendez le schéma.
- quel est le rôle de (1) et (4).
- où a lieu la fécondation?
- quels sont les changements subis par la région (3) pendant la menstruation?
- qu'arrive-t-il si on élimine les deux ovaires d'une femme enceinte? Pourquoi?



Question 6 : Commentez:

- Les spermatozoïdes du mâle de l'abeille sont formés par mitose et non pas par méiose.
- La spirogyre applique parfois la conjugaison latérale.
- La régénération chez l'hydre diffère de celle des crustacées.
- La conjugaison de la spirogyre est suivie par la méiose.
- On asperge les ovaires des fleurs par l'extrait des grains de pollen.
- Le noyau de l'endosperme est triploïde.
- Les spermatozoïdes des bétails sont traités par centrifugation.
- L'importance de la région intermédiaire du spermatozoïde par rapport à la fécondation.
- Le corps jaune s'atrophie au 4ème mois de la grossesse sans que la femme ne subisse de fausse couche.
- Pour accomplir la fécondation le nombre de spermatozoïdes doit être très grand.
- Après la fécondation de l'ovule le revêtement de l'utérus s'épaissit et devient glandulaire.
- Les testicules se trouvent hors du corps chez la plupart des mammifères.

Question 7 : Commentez:

- L'atrophie du corps jaune au second mois de la grossesse.
- La présence des testicules à l'intérieur du corps de l'homme.
- La fécondation de 2 ovules par 2 spermatozoïdes en même temps.

Question 8 : Commentez:

- Le sporophyte et le gamétophyte chez les fougères.
- La parthénogenèse et la parthénocarpie.
- La culture des tissus et la culture des embryons.
- L'hormone L.H et F.S.H.
- Les faux jumeaux et les vrais jumeaux.



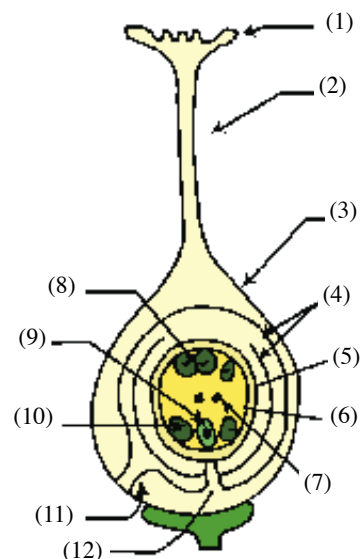
Question 9 : Quelques êtres vivants se multiplient sexuellement puis asexuellement dans le même cycle de vie:

1. Citez le terme scientifique de cette expression et comment tirer profit de ce phénomène.
2. Pourquoi ce cycle est-il répandu parmi les parasites?

Question 10 : Dans l'utérus l'embryon est entouré par 2 membranes. Quelles sont ces membranes? Quelle est leur importance?

Question 11 : D'après le schéma ci-contre:

- a) Légendez le schéma.
- b) Comment se forme la graine? Comment peut-on savoir si elle est mono ou dicotylédone?
- c) Qu'arrive-t-il si la fleur n'est pas pollinisée?
- d) Qu'arrive-t-il si la fleur est pollinisée mais sans fécondation?
- e) Comment peut-on obtenir des fruits sans graines artificiellement?



Question 12 : Citez le nom de l'hormone :

1. Qui développe la follicule de Graaf dans l'ovaire.
2. Qui est-ce qui fait éclater la follicule de Graaf et libère l'ovule.
3. L'apparition des caractères secondaires masculins.
4. L'arrêt de l'ovulation et le développement de la paroi de l'utérus.

Question 13 : Que savez-vous de ce qui suit:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| - Le cycle de la reproduction. | - La parthénogenèse. |
| - La parthenocarpe. | - La double fécondation. |
| - Le corps jaune. | - La fusion triple. |
| - Le faux fruit. | - L'amnios. |

Question 14 : Faites un schéma annoté qui montre les étapes de la maturité de l'ovule chez une plante à fleur jusqu'à ce qu'elle devienne prête à la fécondation.



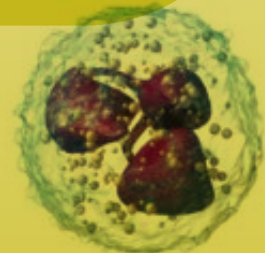
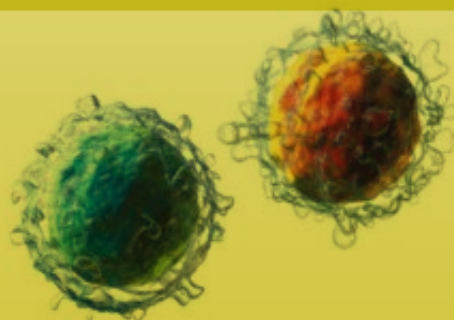
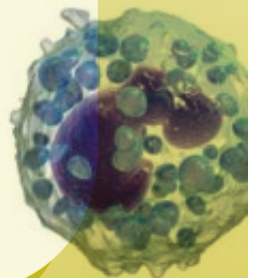
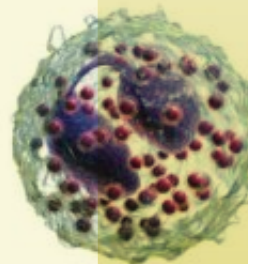
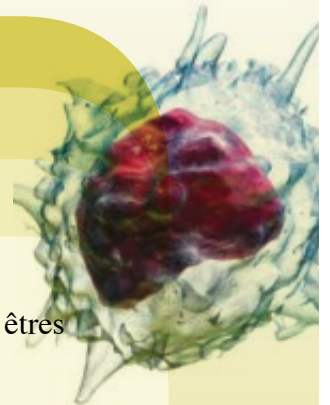
La Structure et la fonction chez les êtres vivants

Chapitre 4

L'immunité chez les êtres vivants

A la fin de ce chapitre l'élève doit être capable de :

- Connaître le concept de l'immunité et son importance chez les êtres vivants .
- Comparer entre l'immunité naturelle et l'immunité acquise .
- Conclure les causes les pathogènes chez les plantes
- Expliquer comment fonctionne le système immunitaire chez la plante.
- Connaître l'immunité structurale et l'immunité biochimique chez la plante.
- Déterminer les composants du système immunitaire chez l'homme.
- Connaître les organes lymphatiques chez l'homme.
- Déterminer les types des cellules lymphatiques.
- Connaître les anticorps et leur fonctionnement.
- Expliquer le mécanisme de la fonction du système immunitaire chez l'homme.
- Déterminer certains moyens de l'immunité naturelle.
- Apprécier les efforts des savants dans le progrès étonnant à l'immunologie.
- Estimer la grandeur du Créateur dans le rôle de quelques organes du corps pour le protéger contre les microbes.





L'immunité chez les êtres vivants

Introduction :

La vie de l'être vivant est exposée à une menace continue soit des sources vitales comme les pathogènes comme quelques insectes, les protozoaires, les champignons, les bactéries et les virus ou des sources non vitales comme les accidents, les catastrophes naturelles, et le déséquilibre des éléments de l'environnement et en revanche, chacune des espèces des êtres vivants développe ses mécanismes d'auto-défense pour survivre.

Parmi ces mécanismes le changement de couleur pour le camouflage et la sécrétion des toxines pour tuer l'autre être vivant ou courir pour s'échapper.

Ainsi les êtres vivants sont dans un conflit permanent avec les dangers qui menacent leurs vies. Ainsi Dieu a donné à ces êtres vivants des moyens de défense parfaits, qui changent pour affronter les différentes méthodes de l'ennemi et ces méthodes sont connues en intégralité par **le système immunitaire**.

De ce qui précède, on peut définir **l'immunité** : c'est la capacité du corps à résister à l'infection des maladies ou la capacité du corps à travers le système immunitaire à résister contre les pathogènes soit par interdire de l'entrée des pathogènes dans le corps de l'être vivant ou par attaquer les pathogènes et les corps étrangers les éliminer au moment de leur entrée dans le corps de l'être vivant.

L'appareil immunitaire fonctionne selon deux systèmes, qui sont: **l'immunité innée** ou **l'immunité acquise ou adaptative**, ces deux systèmes immunitaires fonctionnent en coopération et coordination ensemble, vu que l'immunité innée est essentielle pour que l'immunité acquise effectue son travail avec succès et vice versa.

Cette interdépendance permet au corps de traiter les pathogènes .



L'immunité chez la plante

On peut limiter les causes de la maladie et de la mort chez les plantes en trois raisons principales qui sont :

1. **Les ennemis dangereux :** à y inclure les animaux de pâturage, les insectes, les champignons, les bactéries, les virusetc.
2. **Les conditions non appropriées :** comme la température élevée, l'excès du froid, le manque ou l'excès de l'eau, le manque des éléments nutritifs et le sol non approprié etc.
- 3 **Les substances toxiques comme :** la fumée, les vapeurs toxiques, les insecticides, les eaux de drainage non traitées et leurs semblables provenant des usines et autres vers les fleuves et l'eau d'irrigation .

Souvent le premier facteur cause de graves dommages qui peuvent détruire la vie de la plante ou causer des maladies graves tandis que le deuxième et le troisième facteur causent des dommages qui peuvent être évités ou traités par la disparition de la raison, bien que certains éléments du troisième facteur peuvent être fatals à la plante .

Les méthodes immunitaire chez la plante :

Les plantes se protègent contre les pathogènes à travers deux méthodes :

La première par l'accomplissement de quelques mécanismes à travers des structures qu'elles possèdent, connues par **l'immunité synthétique** et la deuxième à travers la sécrétion des matières chimiques connues par **l'immunité biochimique**

En raison de l'importance de la plante pour l'homme, alors l'homme utilise des méthodes et invente des moyens qui fonctionnent à la protection et la prévention des plantes contre les maladies ces moyens comme : l'utilisation des pesticides nuisibles et lutter contre les insectes par de différentes méthodes ou par l'incitation des plantes à la lutte contre les maladies et cela est connu par l'immunité acquise et par la production des espèces végétales résistantes aux maladies ou par des insectes à travers le sol agricole **élevage** ou l'utilisation de la génie génétique .les composés activateurs de défense et de protection qui peuvent se déplacer d'une cellule à l'autre d'une manière régulière à travers le système vasculaire de la plante qui ressemble aux vaisseaux sanguins chez les animaux.

Premièrement : L'immunité synthétique :

Elle représente la première ligne de défense pour empêcher l'entrée des pathogènes dans la plante et leur propagation à l'intérieur . Elle est considérée comme des barrières naturelles et comprend deux types :-

- Moyens synthétiques immunitaires qui existent déjà dans la plante.
- Moyens synthétiques immunitaires qui se forment comme réponse à l'infection .



A) Les méthodes de l'immunité synthétique préexistante chez la plante :
est représentée par ce qui suit :

1. L'épiderme supérieure de la surface de la plante :

Elle représente la première ligne de défense .Elle peut être recouverte par une couche cireuse sur laquelle l'eau ne peut pas s'installer, ainsi le bon environnement pour la croissance de champignons et la production des bactéries n'est pas disponible. ou l'épiderme est recouvert par des poils ou des épines qui empêchent le rassemblement de l'eau ou elle est mangée par les animaux de pâturage, ainsi les chances des maladies diminuent l'infection.

2. La paroi cellulaire :

La paroi cellulaire représente le défensif extérieur des cellules surtout la couche de l'épiderme extérieure qui se compose principalement de cellulose et après son épaissement la lignine entre dans sa composition et la rend solide et difficile à pénétrer par les pathogènes.

B) Les méthodes de l'immunité synthétique résultante de la réponse de la contagion par les pathogènes:
est représentée par ce qui suit :

1. La formation de liège :

La liège se forme pour isoler les régions qui avaient été coupées ou déchirées à cause de la croissance de l'épaisseur de la plante ou à cause de la collection des fruits ou la chute des feuilles en automne ou l'empiétement de l'homme et l'animal, et cela empêche la pénétration du pathogène dans la plante .

2. La formation des Tyloses :

Ce sont des croissances excessives qui se forment à cause de la dilatation des cellules parenchymes voisines des trachéides et s'y étendent à travers les pores, et elles se forment à cause de l'exposition du système vasculaire aux coupures ou l'invasion des pathogènes afin de bloquer le mouvement de ces êtres vers les autres parties de la plante .

3. La précipitation des gommages :

Les plantes infectées par des blessures ou des coupures secrètent la gomme autour des lieux infectés pour empêcher la pénétration des microbes à l'intérieur de la plante .

4. Des structures cellulaires immunitaires :

L'invasions cause quelques modifications morphologiques dans certaines structures cellulaires par exemple :

Le renflement des parois cellulaires des cellules de l'épiderme et sous l'épiderme pendant la pénétration directe du pathogène ce qui entraîne à l'inhibition de sa pénétration de ces cellules

- Entourer le mycélium du champignon qui attaque la plante par une enveloppe isolante qui empêche sa transmission d'une cellule à l'autre.



5. Le débarassement du tissu infecté connu par la sensibilité excessive :

La plante tue quelques uns de ses tissus pour empêcher la propagation du pathogène dans ses tissus sains, ainsi la plante se débarrasse du pathogène par la mort du tissu infecté.

Deuxièmement : l'immunité biochimique

Elle comprend les mécanismes immunologiques suivants :

1. Les récepteurs qui reconnaissent la présence du microbe et activent les défenses de la plante

Ces composés se trouvent dans les plantes saines et infectées, tandis que sa concentration augmente dans les plantes après l'infection et le rôle de ces composés est de stimuler les moyens hérités du système immunitaire chez la plante .

2. Des matières chimiques anti micro-organismes :

Quelques plantes sécrètent des composés chimiques pour résister contre les pathogènes, et ces composés peuvent exister dans la plante avant l'infection ou se forment après l'infection - parmi ces composés :

- **Les phénols et les glucocides** : ce sont des composés chimiques toxiques qui tuent les pathogènes comme les bactéries ou inhibent sa croissance . Quelques composés n'existent pas dans les plantes saines, mais ils se forment seulement quand le pathogène attaque la plante .

- **La production des acides aminés non-protéine**: ces acides n'entrent pas dans la construction des protéines dans la plante mais ils fonctionnent comme des matières protectrices de la plante et comprennent des composés chimiques toxiques pour les pathogènes, exemples : le Canavanine et le Céphalosporine .

3. Des protéines anti micro-organismes :

Quelques plantes produisent des protéines qui n'existent pas déjà dans la plante mais leur production est induit après l'infection et réagissent avec les toxines secrétés par les pathogènes et les transforment en composés non-toxines à la plante. Parfois les plantes produisent des enzymes comme les enzymes détoxifiantes ,ces enzymes réagissent avec les toxines secrétés par les pathogènes et arrêtent sa toxicité .

4. Renforcer les défenses de la plante après l'infection :

Quelques plantes renforcent leurs défenses après l'infection pour se protéger de toute nouvelle infection.

L'immunité chez l'homme

Le système immunitaire chez l'homme

C'est un système à parties dispersées, c'est à dire que ses parties ne sont pas reliées ensemble d'une manière anatomique consécutive. Comme l'appareil digestif, respiratoire ou circulaire.

Il se compose des parties dispersées dans toutes les parties du corps, mais elles réagissent et coopèrent ensemble d'une façon conformément harmonieuse, ainsi il est considéré une seule unité fonctionnellement.

Les organes du système immunitaire sont appelés les organes lymphatiques car ils sont l'origine des lymphocytes et forment les composants principaux du système lymphatique et parmi les composants les plus importants, ce qui suit :

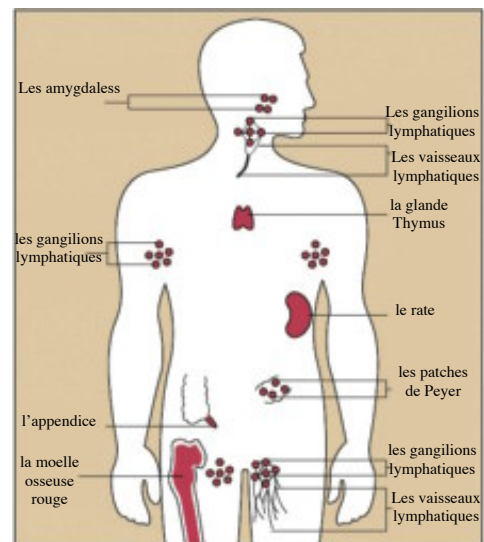


Fig. (1) Le système immunitaire chez l'homme

Premièrement : les organes lymphatiques :

Ces organes renferment un grand nombre de lymphocytes dans lesquels a lieu la maturité et la différenciation des lymphocytes, et parmi ces organes :

A) La moelle osseuse :

C'est un tissu qui se trouve à l'intérieur des os plats comme la clavicule, le sternum, le crâne, la colonne vertébrale, les côtes, l'épaule, le bassin et les têtes des longs os comme le fémur,

la jambe et l'humérus et elle est responsable de la production des globules rouges, blancs et les plaquettes sanguines.

B) La glande Thymus :

Elle se trouve sur la trachée artère en haut du cœur derrière le sternum.

Elle sécrète l'hormone Thymosine qui stimule la maturité des lymphocytes souches vers les lymphocytes T et sa différenciation en différents types à l'intérieur de la glande Thymus.

C) Le rate :

C'est un petit organe lymphatique, son volume ne dépasse

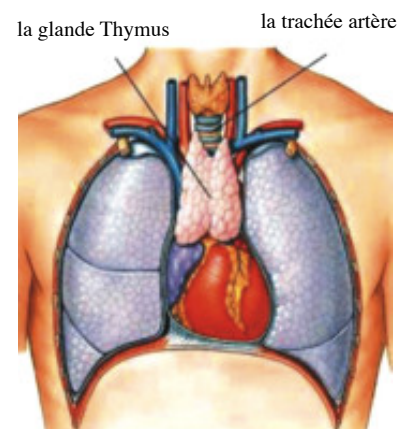


Fig. (2) la glande Thymus



pas “la poignée”, sa couleur est rouge foncé ,il se trouve dans le côté supérieur de la cavité abdominale (figure 3) et il joue un rôle important dans l’immunité du corps, il renferme beaucoup de globules blancs spécialistes nommés les macrophages qui captent tout ce qui est étranger au corps même des microbes ou des corps étrangers ou cellules somatiques âgées comme les globules rouges âgés et les décomposent en ses composants initiaux pour que le corps s’en débarrassent . il renferme d’autres globules blancs nommés les lymphocytes qui lancent des protéines spéciales dans le sang appelés les anticorps qui s’occupent de la défense du corps contre les microbes et les virus .

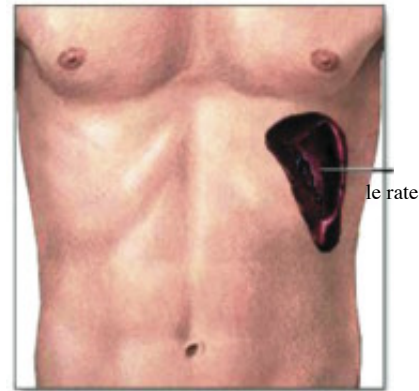


Fig. (3) Le rate

D) Les amygdales

Ce sont des glandes lymphatiques spéciales, situées sur les deux côtés de la partie postérieure de la bouche. les amygdales captent tout microbe ou corps étranger qui entre avec la nourriture ou l’air et empêche son entrée dans le corps ainsi elles fonctionnent pour protéger le corps (figure 4).

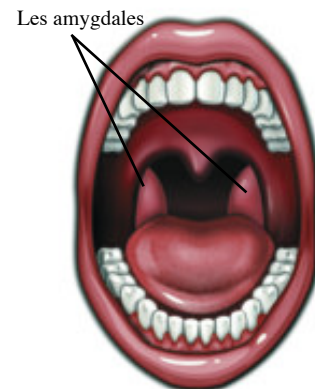


Fig. (4) Les amygdales

E) Les patches de Peyer :

Ce sont des petits nœuds des lymphocytes qui s’accumulent sous forme des kraurosos ou des patches répandus dans la membrane muqueuse tapissant la partie inférieure des intestins grêles et sa fonction complète est inconnue, mais elles jouent un rôle dans la réponse immunitaire contre les êtres vivants microscopiques causant des maladies qui entrent dans les intestins .

F) Les ganglions lymphatiques :

Ils filtrent la lymphe de n’importe quelle substance nocives ou des microbes et emmagasinent les globules blancs (les lymphocytes) qui aident à lutter contre toute maladie ou infection .

Les ganglions lymphatiques se trouvent sur le long du réseau des vaisseaux lymphatiques existants dans toutes les parties du corps (sous les aisselles – les deux côtés du cou – en haut et la graine de fève, le ganglion se divise à l’intérieur en des poches remplies des lymphocytes B et des lymphocytes T et les cellules phagocytoses qui débarrassent la lymphe des microbes et les débris des cellules. Chaque ganglion est relié par plusieurs vaisseaux lymphatiques qui transmettent la lymphe des tissus vers lui pour la filtrer et la débarrasser des pathogènes étrangers du corps .

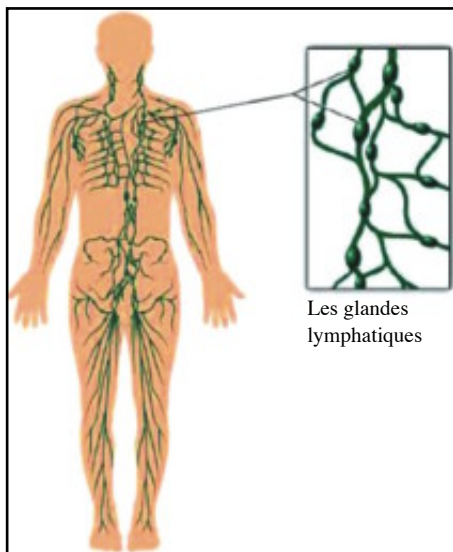


Fig. (5) Les ganglions et les vaisseaux lymphatique

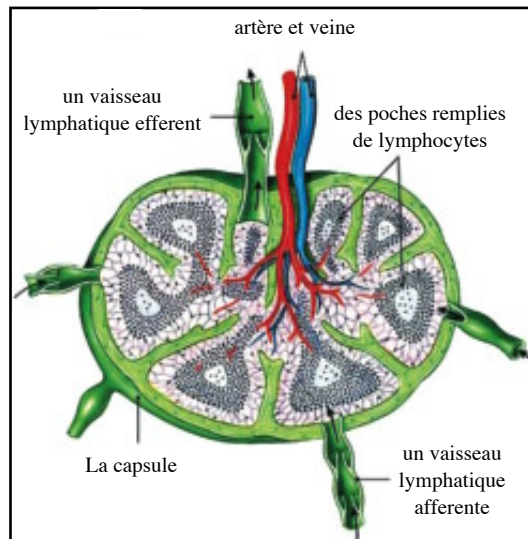


Fig. (6) Le dissection du ganglion lymphatique

Deuxièmement : Les lymphocytes

Représentent environ 20 - 30 % des globules blancs dans le sang, les lymphocytes se forment dans la moelle osseuse rouge, au début ils n'ont pas de capacité immunitaire, mais ils passent par l'opération de maturation et différenciation dans les organes lymphatiques. puis ils se transforment en cellules qui ont une capacité immunitaire (figure 7) et ils tournent dans le sang cherchant tout microbe ou un corps étranger, alors il met en fonction ses mécanismes défensives et immunitaire pour débarrasser le corps de mal des microbes pathogènes qui essaient d'envahir le corps, de s'y reproduire et s'y propager de saboter ses tissus et désactiver ses fonctions vitales physiologiques, il se trouve trois types des lymphocytes dans le sang :

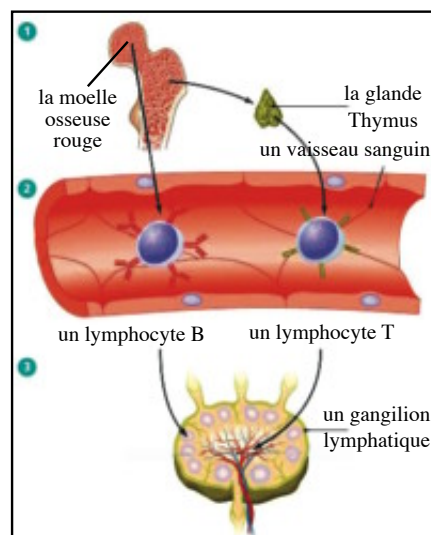


Fig. (7) Les lieux de la formation et la maturité de lymphocytes

A) Les lymphocytes B

Ils sont fabriqués à l'intérieur de la moelle osseuse et y complètent leur croissance et y deviennent mûrs leur rôle est la reconnaissance de tous les microbes ou les corps étrangers du corps (comme les bactéries et les virus) ils se collent à ce corps étranger et produisent des anticorps pour le détruire.

B) Les lymphocytes T

Ils représentent environ 80% des lymphocytes, ils mûrissent dans la glande Thymus et se distinguent en plusieurs types :



1. Les lymphocytes T auxiliaires (T_H)

Activent les autres types des cellules T et les stimulent pour faire leurs réponses et stimulent les cellules B pour produire les anticorps.

2. Les lymphocytes T cytotoxiques (mortels) (T_C)

Attaquent les cellules étrangères, comme les cellules cancéreuses et les organes transplantés et les cellules du corps atténuées par les virus .

3. Les lymphocytes T régulateurs (T_S)

Règlent le degré de réponse immunitaire jusqu'à la limite voulue et inhibent le fonctionnement des cellules T et les cellules B après l'élimination de l'être pathogène .

C) Les cellules tueuses naturelles :

Représentent de 5 – 10 % des lymphocytes dans le sang, elles sont produites et mûrissent dans la moelle osseuse (figure 8) ces cellules ont la capacité d'attaquer les cellules du corps atténuées par les virus et les cellules cancéreuses et les détruisent à travers des enzymes secrétées par ces cellules.

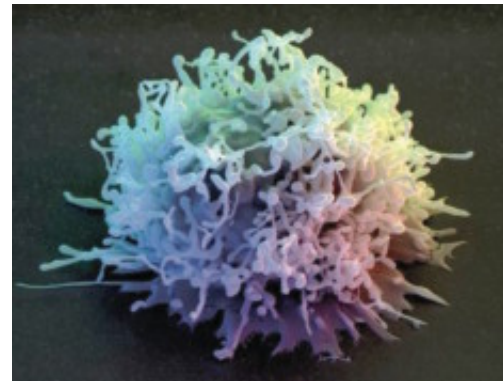


Fig. (8) une cellule tueuse naturelle

Troisièmement : les autres globules blancs :

Sont les cellules basiques (**les Basophiles**) et les cellules acides (**les éosinophiles**) et les cellules neutres (**les Neutrophiles**) (figure 9) On peut distinguer entre elles par leur volume et la couleur des granules qu'ils contiennent par le microscope.

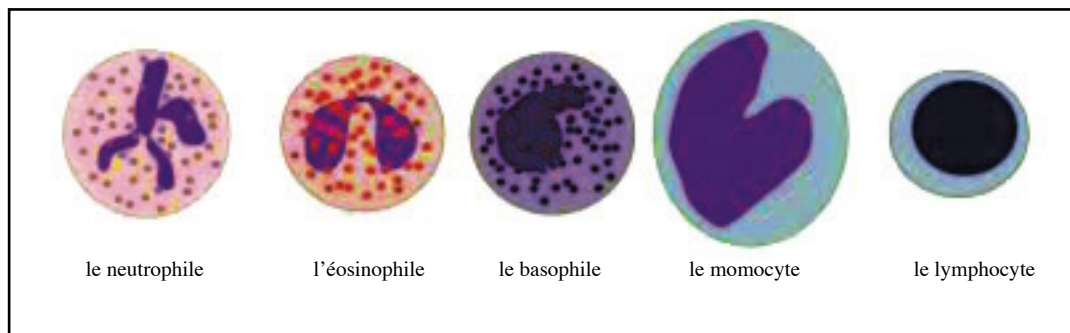


Fig. (9) Les types de globules blancs



Ces granules ont un rôle principal dans l'effritement des pathogènes qui attaquent le corps, et ils peuvent phagocyter (avaler et digérer) les pathogènes ainsi ils luttent contre l'infection surtout l'infection bactérienne et les inflammations, ils restent dans la circulation sanguine une durée relativement courte qui varie de quelques heures à quelques jours.

En plus des cellules d'un seul noyau (les Monocytes) qui détruisent les corps étrangers et se transforment en cellules phagocytaires selon le besoin et qui phagocytent les êtres étrangers.

Quatrièmement : Les Macrophages

Sont deux types

1. Les Macrophages fixés :

Ils portent différents noms selon le tissu où ils se trouvent .Ils existent dans la plupart des tissus du corps ,disposés pour phagocyter de tout corps étranger qui réside près d'eux .

2. Les Macrophages rotatifs ou itinérants:

Ce sont des cellules qui portent les informations recueillies sur les microbes en plus leur capacité à phagocyter les corps étrangers et les fournissent aux cellules immunitaires spéciales existantes dans les glandes lymphatiques répandues dans le corps. Ces cellules immunitaires spéciales jouent des rôles défensifs et immunologiques après l'obtention des informations adéquates sur les corps étrangers et les microbes qui entrent dans le corps.

Ils préparent donc les moyens de défense correspondants comme : les anticorps et ils déterminent les cytotoxiques qui vont les traiter.

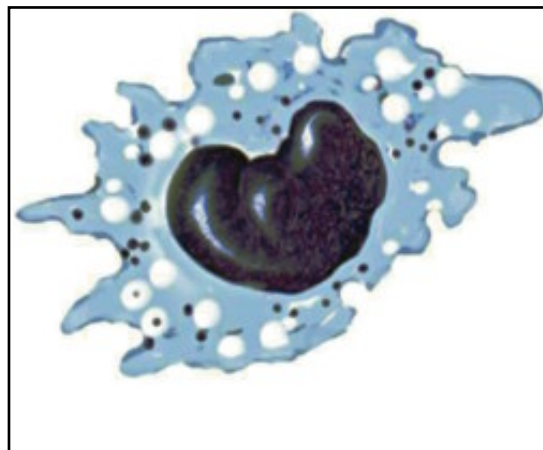


Fig. (10) Un Macrophage

Cinquièmement : Les substances chimiques aides :

Elles coopèrent et aident les mécanismes spéciaux de l'appareil immunitaire et elles sont nombreuses, parmi lesquelles :

A) Les chimiokines :

Ce sont des facteurs qui attirent les lymphocytes mobiles avec le sang en grand nombre vers l'endroit où existent les microbes ou les corps étrangers pour limiter la reproduction et la propagation du microbe pathogène .

B) Les interleukines :

Ils fonctionnent comme un moyen de communication ou un lien entre les différentes cellules du



système immunitaire et d'autre part entre le système immunitaire et les autres cellules du corps et en plus ;ils aident le système immunitaire à accomplir son rôle défensif .

C) La chaîne des suppléments ou des compléments :

C'est une collection variée des protéines et des enzymes qui détruisent les microbes existant dans le sang ,après leur liaison avec les anticorps par la décomposition des antigènes se trouvant sur leur surface et la dissolution de ses constituants pour que les globules blancs les phagocytent et les détruisent .

D) Les interférons :

Ils sont formés de plusieurs types de protéines produites par les lymphocytes activés et les Macrophages et les cellules atteintes par les virus . Ils sont non spécialisés d'un virus déterminé

Les interférons se relient avec les cellules vivantes voisines des cellules atteintes et qui ne sont pas contaminées par les virus et les stimulent à la production d'un genre des enzymes et des substances qui inhibent le fonctionnement de l'enzyme de transcription du virus ,ainsi ils empêchent la multiplication du virus et sa propagation dans le corps .

Sixièmement : les anticorps :

Sur la surface des bactéries qui envahissent les tissus se trouvent des composés appelés "les antigènes", les lymphocytes B les reconnaissent et les composants étrangers (les antigènes) à travers le lien qui relie les composés existant sur leur surface nommés "les récepteurs" avec les antigènes ,puis produisent des matières protéiques appelées les anticorps ou **Immunoglobulines (Ig)** qui sont conçus à l'antagonisme des corps étrangers du corps .

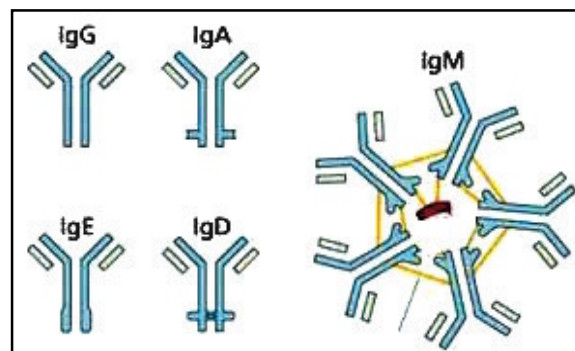


Fig. (11) Les types de anticorps

les anticorps et les molécules des compléments se collent avec les bactéries pour que les autres globules blancs les phagocytent et les détruisent - il se trouve cinq types: **IgG, IgM, IgD, IgE, IgA**

Les lymphocytes B rencontrant les antigènes pour la première fois, ils se divisent successivement pour former des groupes, chaque groupe se spécialise à la production d'un genre d'anticorps, se spécialise à l'antagonisme d'un seul genre des antigènes.

Ainsi les lymphocytes B attaquent les antigènes sur la surface des micro-organismes et les autres molécules étrangères du corps à travers la production des anticorps qui circulent avec le courant sanguin ou lymphatique.

La forme et la structure des anticorps

Les anticorps sont des immunoglobulines qui apparaissent sous forme de lettre Y, ils se trouvent dans le sang et les autres liquides du corps dans les vertèbres et l'être humain, ils se forment à travers les cellules plasmiques B.

L'anticorps se forme de deux paires de chaînes polypeptidiques; deux sont longues appelées chaînes lourdes et les deux autres sont courtes appelées chaînes légères, les chaînes se lient ensemble par des liaisons sulfureuses doubles, chaque anticorps a deux sites identiques pour lier l'antigène (figure 12), la forme des sites diffère d'un anticorps à l'autre, ces sites aident au lien déterminé entre l'antigène et l'anticorps approprié pour lui, et par une méthode qui ressemble à la serrure et la clé, cette liaison conduit à la formation d'un composé complexe de l'antigène et l'anticorps, le site de liaison à l'antigène est appelé la zone variable car sa forme varie d'un anticorps à un autre, mais la partie restante de l'anticorps est appelée la zone stable où elle est constante en forme et structure dans tous les types des anticorps .

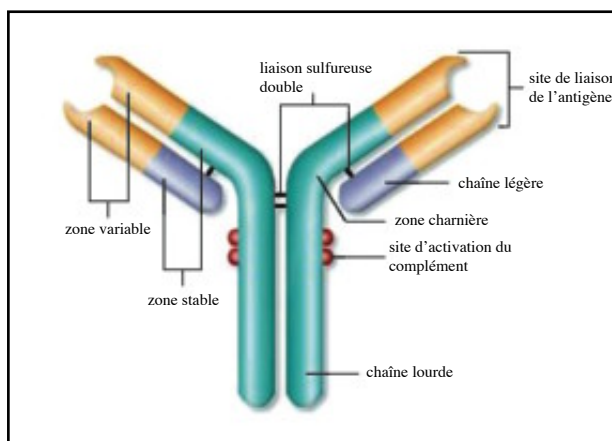


Fig. (12) La structure de l'anticorps

La spécialisation de chaque anticorps est déterminée par la composition des acides aminés formant la chaîne polypeptidique (la séquence des acides aminés, ses sortes et la forme vacante...etc.) ceci est dans la partie structurale responsable de la liaison entre l'antigène et l'anticorps dans des sites déterminés dans la zone variable qui est conformable avec l'antigène comme l'image du miroir .

Les méthodes de fonctionnement des anticorps :

Les anticorps ont des liaisons bilatérales ,mais les antigènes ont plusieurs sites de liaison, ce qui rend la liaison entre les anticorps et les antigènes une certitude, les anticorps arrêtent le fonctionnement des antigènes par une des méthodes suivantes :

1. La neutralisation :

Le rôle le plus important des anticorps dans la lutte contre les virus est la neutralisation des virus et l'arrêt de leur activité, cela se fait par les anticorps qui se lient avec les enveloppes extérieures des virus et les empêchent de coller avec les membranes cellulaires, de pénétrer ou de se propager à l'intérieur. Si le virus pénètre la membrane cellulaire, les anticorps empêchent l'acide nucléique de sortir et de se reproduire en gardant l'enveloppe fermée.



2. L'agglutination :

Quelques anticorps comme l'anticorps **IgM** renferment plusieurs sites de liaison à l'antigène, alors chaque anticorps se relie avec plusieurs microbes, ce qui cause le rassemblement des microbes sur le même anticorps et les rendent plus faibles et exposés à être avalés par les phagocytes

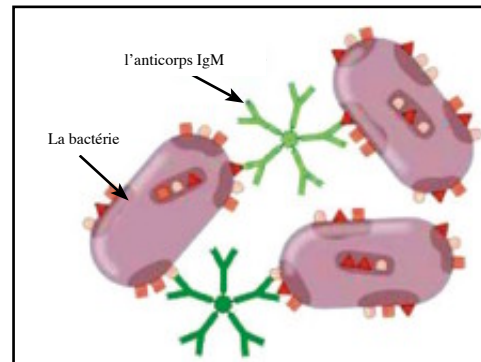


Fig. (13) L'agglutination

3. La précipitation :

Elle se passe habituellement dans les antigènes solubles, la liaison des anticorps avec les antigènes entraîne la formation des composés insolubles de l'antigène et de l'anticorps et ces composés forment un précipité, ce qui facilite aux phagocytes d'avalier ce précipité (Figure 14)

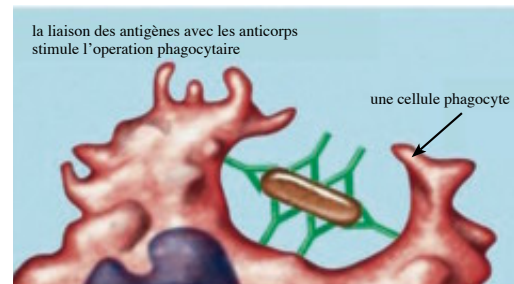


Fig. (14) La précipitation

4. La décomposition :

La liaison entre les anticorps et les antigènes active les protéines et les enzymes spéciales qui sont les compléments qui décomposent les enveloppes des antigènes et dissolvent ces contenants, ce qui facilite leur débarassement par les phagocytes.

5- L'antitoxine :

Les anticorps se relient avec les toxines et forment des composés des anticorps et des toxines qui stimulent les compléments et réagissent avec eux par une réaction en chaîne, ce qui entraîne son abolition, et aident les phagocytes à les avaler. (figure 15).

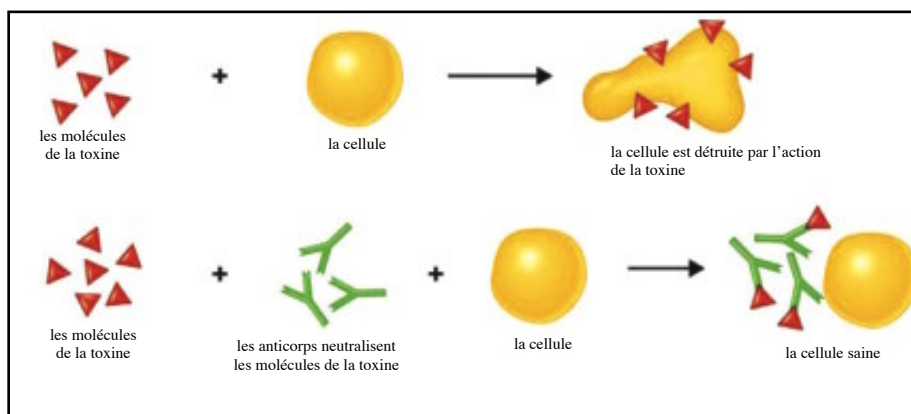


Fig. (15) L'antitoxine



Le mécanisme du fonctionnement du système immunitaire chez l'homme

Comment le système immunitaire protège – t - il le corps contre les pathogènes?

Le système immunitaire fonctionne selon deux systèmes immunitaires:

- L'immunité naturelle (non spécialisée ou innée)
- L'immunité acquise (spécialisée ou adaptative)

Bien que ces deux systèmes immunitaires soient différents, ils fonctionnent ensemble en coopération et coordination, chacun d'eux fonctionne avec des mécanismes différents, ce qui active la réaction de l'autre .

Ce qui permet au corps de traiter les pathogènes avec succès.

Premièrement : L'immunité naturelle (non spécialisée ou innée)

C'est le groupe des moyens de défense qui protège le corps, ils se caractérisent par une réponse rapide et efficace pour résister, combattre et effriter tout microbe ou tout corps étranger essayant d'entrer dans le corps .

Ces moyens de défense sont non-spécifiques contre un certain type de microbes ou d'antigènes, l'opération de l'immunité naturelle passe par deux lignes de défenses consécutives qui sont :

1. La première ligne de défense :

Elle est représentée par un groupe de barrières mécaniques ou naturelles dans le corps comme la peau, la mucus ,les larmes, la sueur et l'acide chlorhydrique de l'estomac, le rôle principal de cette ligne est l'empêchement des pathogènes de pénétrer dans le corps .

A) La peau :

Se caractérise par une couche cornée solide sur sa surface qui forme une barrière imprenable difficile à pénétrer.

Ceci en plus de la sueur sécrétée par la glande sudoripare sur la surface de la peau et qui est considérée mortelle pour la plupart des microbes à cause de sa salinité.

B) Le cérumen :

Une matière sécrétée par l'oreille et sert à tuer les microbes ,ainsi elle protège l'oreille .

C) Les larmes :

Protègent l'œil contre les microbes car elles contiennent des antimicrobiens fatales .

D) Le mucus dans les voies respiratoires :

C'est un liquide visqueux qui tapisse les parois des voies respiratoires où se collent les microbes



et les corps étrangers entrant avec l'air, puis les cils qui existent dans le revêtement de ces voies respiratoires chassent ce mucus avec ce qu'il renferme de microbes et de corps étrangers vers l'extérieur du corps .

E) La salive :

Renferme certaines substances mortelles, en surplus elle contient certaines enzymes solvants.

F) Les sécrétions acides de l'estomac :

Les cellules tapissant l'estomac produisent et secrètent l'acide chlorhydrique fort qui cause la mort des microbes entrant avec la nourriture .

2. La deuxième ligne de défense

Ce système fonctionne si les pathogènes ont réussi à surmonter les moyens de défenses de la première ligne et ont envahi les tissus du corps à travers une blessure de la peau comme exemple. Elle diffère de son précédent qui est un système de défense interne dans lequel le corps utilise des méthodes et des opérations non-spéciales successives qui entourent les microbes pendant quelques secondes ou minutes pour empêcher la propagation des microbes . Ces opérations commencent par une inflammation intense **La réponse inflammatoire** .

Est une réaction défensive non spécifique autour du lieu de l'infection due aux lésions tissulaires causées par une blessure ou une infection, l'inflammation est une réponse immédiate des tissus du corps infectés .par un corps étranger comme les bactéries, ceci est fait par l'apparition de quelques changements dans le lieu de l'infection ,où les vaisseaux sanguins se dilatent jusqu'à la limite maximum à cause de la sécrétion des quantités de substances génératrices d'inflammation et le plus important est l'histamine sécrétée par une sorte de cellules spécialisées telles que les mastocytes et les éosinophiles et les lymphocytes T, ces matières augmentent la perméabilité des petits vaisseaux sanguins et des capillaires pour les fluides de la circulation sanguine, ce qui entraîne le gonflement des tissus au lieu de l'infection et également la perméabilité des matières chimiques dissoutes et mortelles pour les bactéries en se dirigeant vers le lieu d'infection et l'augmentation de la perméabilité des parois des vaisseaux sanguins ce qui permet aux Neutrophiles, aux monocytes et aux Macrophages de combattre et tuer les corps étrangers et les microbes .

En plus de ce qui précède, il se trouve deux autres composants comme deuxième ligne de défense qui se trouvent dans la plupart des tissus: ce sont les interférons et les cellules tueuses naturelles.

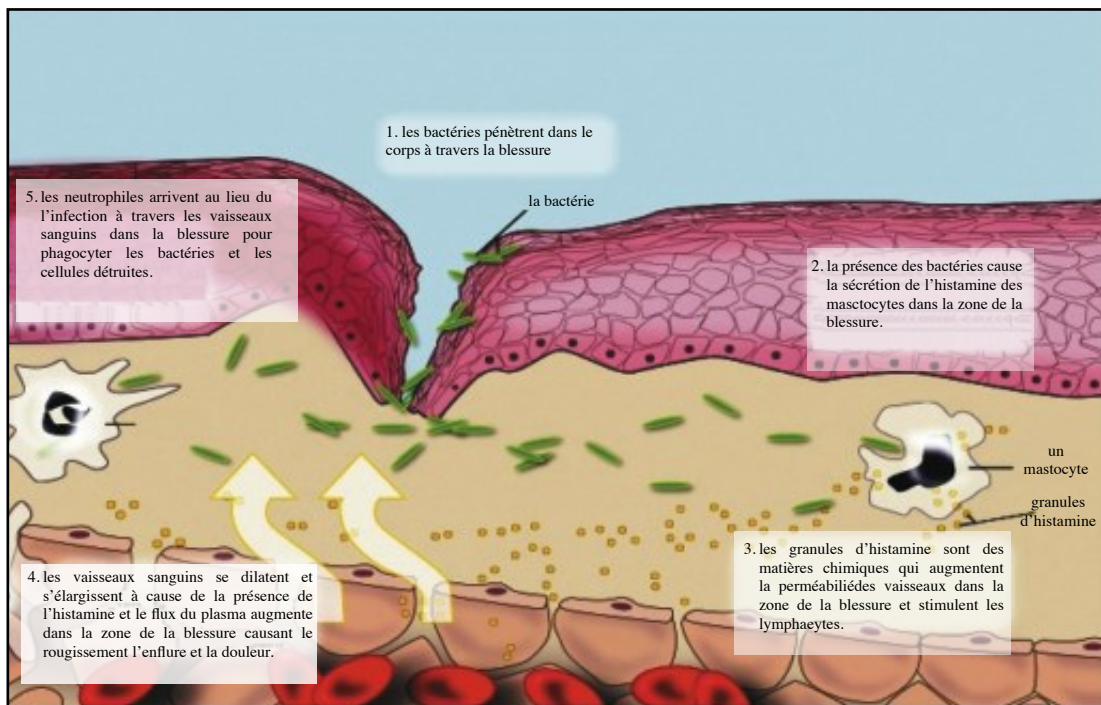


Fig. (16) La réponse par l'inflammation (non spécialisée)

Deuxièmement : l'immunité acquise (spécifique – ou adaptative)

Si la deuxième ligne de défense a échoué à se débarrasser du corps étranger, le corps a recours à une troisième ligne de défense représentée dans les lymphocytes qui répondent à cela par une chaîne de moyens de défense spécifiques qui résistent à ce pathogène .

Ces moyens défensifs collectifs sont appelés **la réponse immunitaire**.

L'immunité acquise spécifique ou adaptative se fait à travers deux mécanismes apparemment séparés mais ils sont entrelacés l'un avec l'autre, ce sont :

A) L'immunité humorale ou l'immunité par les anticorps

spécialisée dans la défense du corps contre les antigènes et les pathogènes (comme les bactéries, les virus et les toxines) existant dans les liquides du corps (le plasma du sang, la lymphe) par les anticorps, elle se résume dans les étapes suivantes :

1. Dès l'entrée du pathogène portant sur sa surface des antigènes précis dans le corps, les lymphocytes B reconnaissent cet antigène étranger du corps (chaque lymphocyte B de haute spécialisation – répond d'un seul antigène déterminé) quand le lymphocyte B reconnaît son antigène, il se colle avec lui par les récepteurs immunitaires (CD19, CD20, CD21) qui existent sur sa surface.
2. En même temps, les Macrophages avalent l'antigène et le décompose par les enzymes de lysosome en petites parties, puis ces parties se relient à l'intérieur des Macrophages avec une protéine appelée **le complexe majeur d'histocompatibilité CMH II** Puis le composé formé de



l'union entre l'antigène et le CMH II se transmet à la surface de la membrane plasmique des Macrophages de façon à l'exposer sur sa surface extérieure .

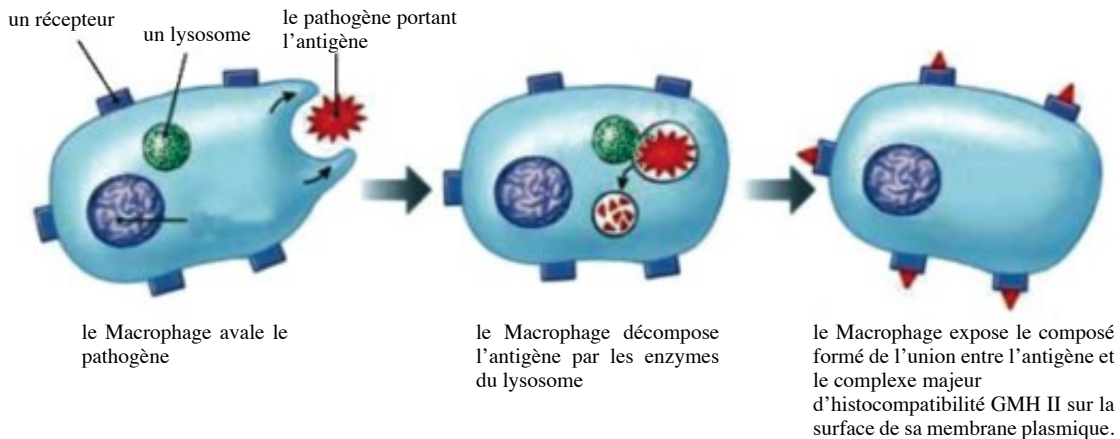


Fig. (17) L'immunité humorale

3. Les lymphocytes T reconnaissent cet antigène à travers le complexe majeur d'histocompatibilité CMH II existé qui se trouve sur la surface du Macrophage puis ils se relient avec ce composé et deviennent actifs et libèrent des matières protéiques appelées les interleukines qui stimulent les lymphocytes B qui portent sur leur surface des antigènes reliés avec le complexe majeur d'histocompatibilité CMH II.

(Remarque :les lymphocytes T ne peuvent pas reconnaître l'antigène qu'après le traitement par les Macrophages et l'exposer à sa membrane plasmique qui est reliée avec les molécules CMH II).

4. Les lymphocytes B activés commencent leur travail par la division et la multiplication et se distinguent à la fin en lymphocytes B de mémoire et plusieurs plasmocytes qui produisent des grandes quantités des anticorps qui tournent à travers les vaisseaux lymphatiques et le courant sanguin pour lutter contre l'infection .Les cellules de mémoire restent une longue durée (20-30 ans) dans le sang pour se familiariser avec le type de l'antigène précédent, s'il entre de nouveau dans le corps, où elles se divisent et se distinguent en plasmocytes qui secrètent des anticorps et donc la réponse est rapide.

5. Les anticorps formés par les plasmocytes arrivent à la circulation sanguine à travers la lymphe ,puis se relient avec les antigènes existant sur la surface des pathogènes, ceci stimule les Macrophages qui phagocytent ces antigènes de nouveau et cette opération continue pendant plusieurs jours ou semaines. (figure 18)

Les anticorps formés par les plasmocytes sont assez inefficaces pour détruire les cellules étrangères comme les cellules infectées par des virus. Les anticorps sont incapables de passer à travers les membranes cellulaires à cause de leurs molécules relativement grosses et ainsi ils ne peuvent pas arriver au virus qui se reproduit à l'intérieur de la cellule.

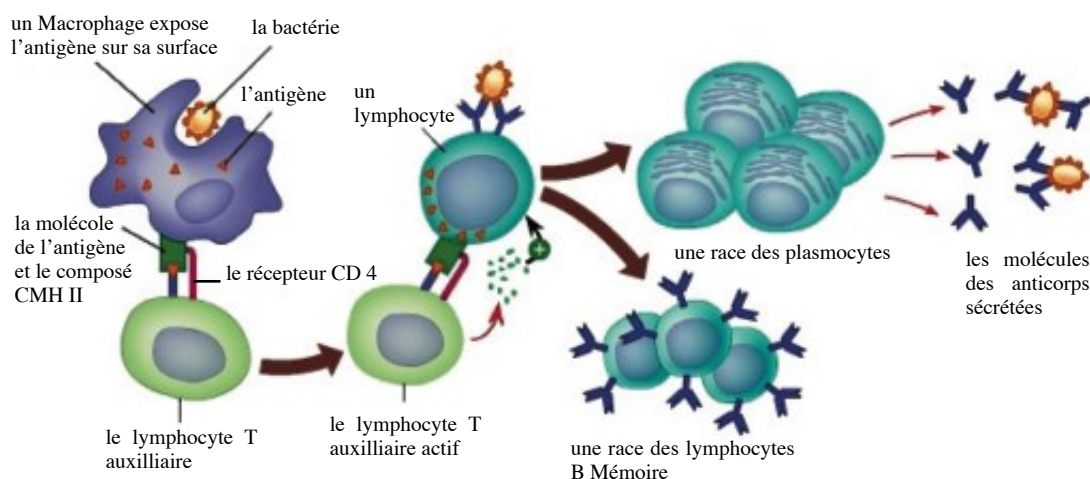


Fig. (18) L'immunité humorale par les anticorps

Dans ce cas, ceux-ci résistent aux cellules étrangères par les lymphocytes T.

B) L'immunité à médiation cellulaire :

C'est la réponse immunitaire des lymphocytes T par les récepteurs existants sur ses membranes qui lui acquissent la réponse quantitative des antigènes, chaque lymphocyte T produit pendant la maturation un genre spécial de récepteurs de sa membrane, ainsi chaque genre de ces récepteurs peut se rejoindre avec un seul genre d'antigènes.

Ce mécanisme peut être résumé comme ce qui suit :

1. A l'entrée du pathogène (bactéries ou virus) dans le corps ,les Macrophages l'avalent et le décomposent en petites parties, puis ces parties se relient avec le complexe majeur d'histocompatibilité CMH II à l'intérieur des Macrophages. Puis le composé formé de l'union entre l'antigène et le CMH II se transmet vers la surface plasmique des Macrophages (il est exposé à sa surface extérieure).

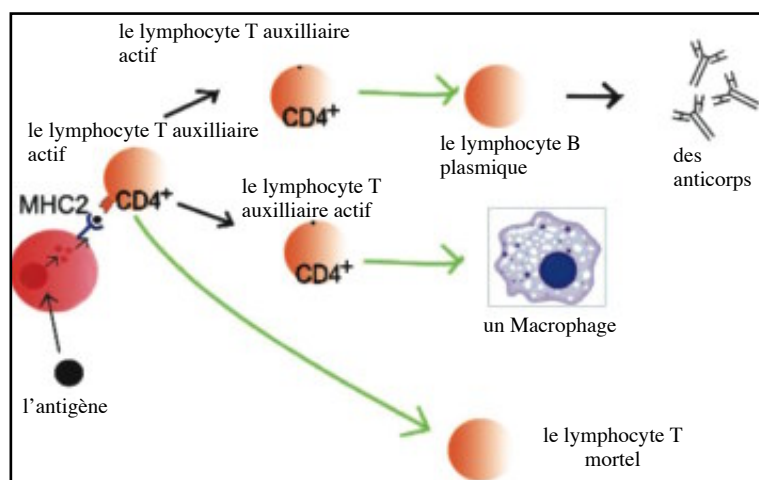


Fig. (19) L'immunité cellulaire



2. Les lymphocytes T auxiliaires T_H sont caractérisés par la présence du récepteur CD4 sur sa membrane se relie avec le composé formé de l'union entre l'antigène et le CMH II qui apparaît sur la surface des Macrophages quand ils se rencontrent et leur récepteur CD4 avec ce composé.

Puis les lymphocytes T auxiliaires T_H actifs libèrent des matières protéiques nommées les interleukines qui stimulent les lymphocytes T auxiliaires T_H reliés avec eux pour se diviser et former une race des lymphocytes auxiliaires actifs et les cellules de mémoire qui restent une longue durée dans le sang pour se familiariser avec le type de l'antigène précédent, s'il entre de nouveau dans le corps.

Les lymphocytes T auxiliaires T_H actifs sécrètent plusieurs types de protéines **Cytochine** s'opèrent sur :

- Attirer les Macrophages vers l'endroit de l'infection en grand nombre.
 - Activer les Macrophages et les autres types de lymphocytes T et de lymphocytes B et ainsi activer les mécanismes d'immunité à médiation humorale .
 - Activer les cellules tueuses naturelles à attaquer les cellules anormales du corps comme les cellules cancéreuses ou les cellules infectées par les pathogènes .
 - Connaître l'antigène étranger du corps et ce qui est relié avec la protéine CMH II .
3. Les lymphocytes T cytotoxiques ou mortels identifient avec l'aide du récepteur CD8 qui existe sur sa surface les corps étrangers, soit les tissus plantés dans le corps ou les antigènes des microbes qui entrent dans le corps ou les cellules cancéreuses et les détruisent.

Lorsque ces cellules se relient avec l'antigène, elles percent la membrane du corps étranger (comme le microbe ou les cellules cancéreuses) par la sécrétion d'une protéine spécifique appelée **Perforine** ou (la protéine fabricant les trous) ou par la sécrétion des poisons lymphatiques qui

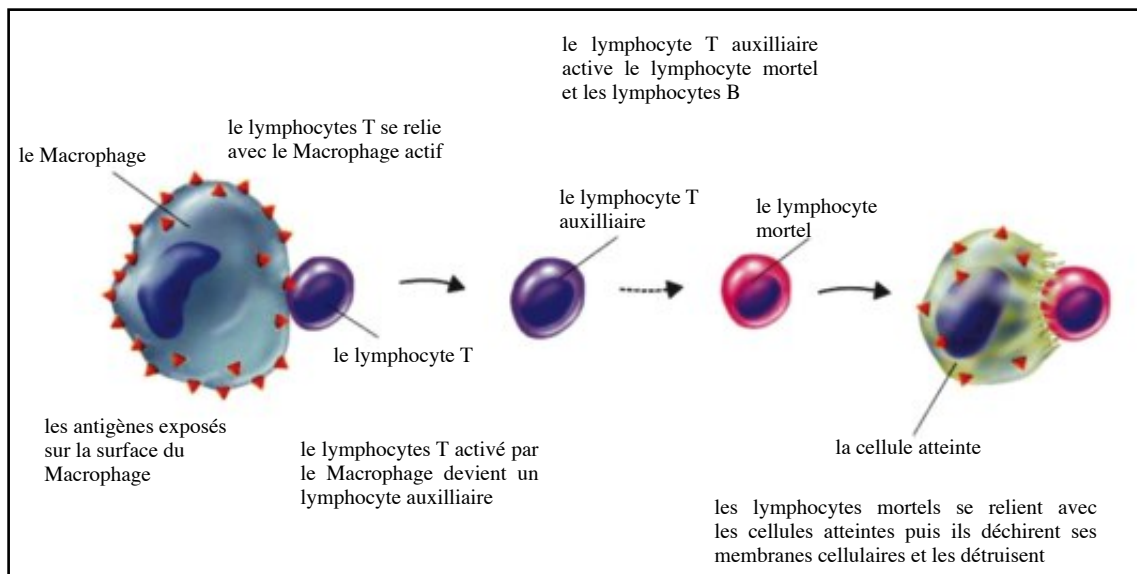


Fig. (20) L'immunité à médiation cellulaire

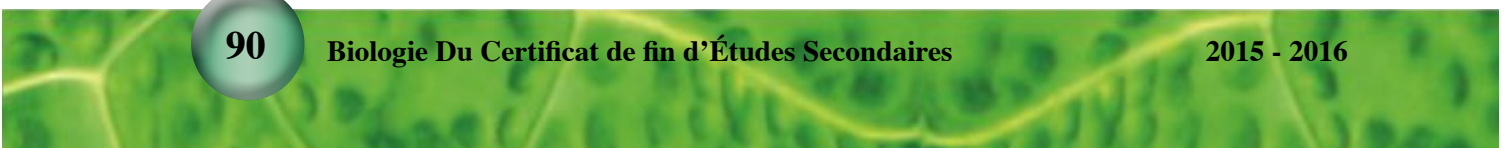


activent certains gènes dans le noyau des cellules infectées, ce qui entraîne à la fragmentation du noyau de la cellule et sa mort.

L'inhibition de la réponse immunitaire

Après l'élimination des antigènes étrangers, les lymphocytes T régulateurs (TS) se relient à l'aide du récepteur CD8 sur sa surface avec les cellules plasmiques et les lymphocytes T auxiliaires et les mortelles, ce lien les stimule à la sécrétion des protéines lymphokines qui inhibent ou arrêtent la réponse immunitaire .

Ainsi les cellules arrêtent de produire les anticorps et ainsi la mort des lymphocytes T auxiliaires et les mortelles actifs mais certains sont stockés dans les organes lymphatiques, là où ils restent à lutter contre toute infection similaire en cas de besoin .





Les étapes de l'immunité acquise

Quand un individu est infecté par une maladie précise comme la rougeole, il ne peut pas être infecté une autre fois par cette maladie.

Est - ce que tu sais pourquoi ?

C'est parce qu'il a acquis une immunité à cette maladie, donc l'immunité acquise est la résistance du corps aux nouveaux êtres pathogènes ou contre ceux qui l'ont déjà infecté.

Elle se déroule en deux étapes :

La première étape : La réponse immunitaire primaire :

Lorsque le système immunitaire rencontre un nouveau pathogène, les lymphocytes B et T répondent à des antigènes du pathogène et l'attaquent même l'éliminent et cela prend du temps, les lymphocytes ont besoin du temps pour se multiplier, donc la réponse primaire prend entre cinq et dix jours pour atteindre le maximum de productivité des lymphocytes B et T ,pendant ce temps l'infection peut se répandre et les symptômes de la maladie apparaissent .

La deuxième étape : La réponse immunitaire secondaire :

Si l'individu a été infecté une deuxième fois par le même pathogène, la réponse immunitaire est si rapide que l'être pathogène est détruit avant l'apparition des symptômes de la maladie.

Les cellules responsables de la réponse immunitaire secondaire sont connues par les cellules de mémoire, elles emmagasinent les informations des antigènes qui ont été combattus par le système immunitaire dans le passé .

Ton corps renferme les cellules de mémoire B et T et les deux types se composent pendant la réponse immunitaire primaire .Tandis que les lymphocytes B et T ne vivent que quelques jours seulement, les cellules de mémoire vivent des décennies d'années ou tout le long de la vie .

Pendant le deuxième affrontement avec le même être pathogène, les cellules de mémoire répondent à cet être pathogène lorsqu'il pénètre dans le corps, elles se divisent rapidement et leur activité rapide produit de nombreux anticorps et de nombreux lymphocytes T actifs pendant une courte durée.

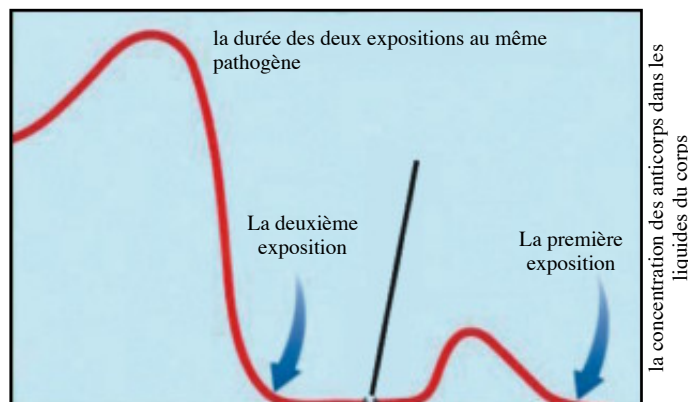


Fig. (21) La réponse immunitaire primaire et secondaire



Questions

Question 1 : Choisis la bonne réponse de ce qui suit :

1. Parmi les exemples d'immunité biochimique chez les plantes :
a) la formation du liège
b) la production des phénols
c) la précipitation des gommages
d) la formation des Tyloses
2. La maturation des cellules lymphatiques souches en cellules T et sa différenciation en différents types dans :
a) La moelle osseuse
b) La glande Thymus
c) Le rate
d) Les amygdales
3. Les cellules B se forment et se murissent dans :
a) La glande Thymus
b) La moelle osseuse
c) Le rate
d) Les amygdales
4. Les lymphocytes qui se trouvent dans le sang sont
a) Les cellules B
b) Les cellules T
c) Les cellules tueuses naturelles
d) tout ce qui précède
5. Les lymphocytes qui attaquent les cellules cancéreuses et les organes transplantés sont
a) Les lymphocytes T auxiliaires
b) Les lymphocytes T cytotoxiques
c) Les lymphocytes T régulateurs
d) tout ce qui précède
6. Parmi les cellules qui ont le pouvoir d'avaler les microbes et les corps étrangers
a) Les Macrophages
b) Les globules blancs multi nucléaires
c) Les globules blancs mononucléaires
d) tout ce qui précède

Question 2 : Commentez ce qui suit :

- L'épaississement de la paroi cellulaire de la plante par la cellulose et la lignine .
- Des croissances excessives s'étendent des cellules parenchymes voisines des trachéides et entrent à travers les pores quand le système vasculaire est attaqué par l'invasion des êtres pathogènes ou d'une coupure .
- Certaines plantes sécrètent des composés toxiques comme les phénols .
- L'hormone Thymosine joue un rôle dans le fonctionnement du système immunitaire.
- Le nombre des lymphocytes T régulateurs augmente après l'élimination des microbes
- La sécrétion des interférons augmente dans les cellules infectées par les virus .



- La pluralité des types des anticorps .
- Les larmes et la salive sont considérés comme des types de l'immunité naturelle .
- L'homme est infecté par la rougeole une seule fois de sa vie .
- La plante tue certains de ses tissus infectés par le microbe.

Question 3 : Que se passe t-il dans les cas suivants :

1. L'entrée du microbe portant sur sa surface un antigène spécifique dans le corps .
2. Une coupure a eu lieu dans une partie de la plante .
3. Des plantes sont atteintes par des bactéries toxiques .
4. L'hyposécrétion de l'hormone Thymosine chez l'homme .
5. La manque des interférons dans les cellules infectées par les virus.

Question 4 : Comparer entre :

1. L'immunité naturelle et l'immunité acquise chez l'homme .
2. L'immunité synthétique et l'immunité biochimique chez la plante.
3. Les lymphocytes B et Les lymphocytes T
4. Les lymphocytes T cytotoxiques et les lymphocytes T régulateurs .
5. Les chimiokines et les interleukines .
6. Les compléments et les interférons.
7. L'immunité primaire et l'immunité secondaire .
8. L'immunité humorale et l'immunité à médiation cellulaire .

Question 5 : Que veut – on dire par ce qui suit :

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. L'immunité biochimique chez la plante. | 3. Les ganglions lymphatiques |
| 2. Les Tyloses | 5. Les Macrophages |
| 4. Les lymphocytes T | 7. Les interférons |
| 6. Les chimiokines | 9. La réponse inflammatoire |
| 8. La chaine des suppléments | |

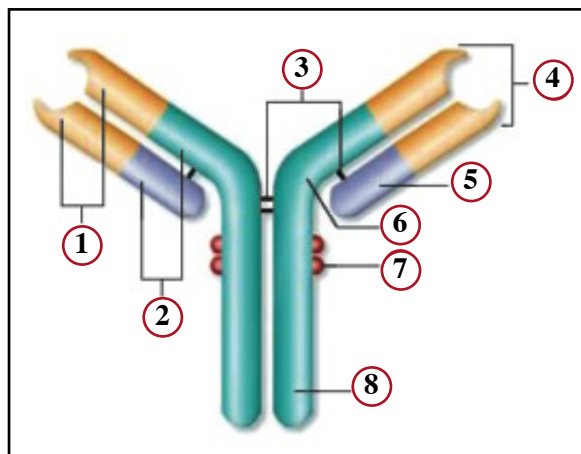
Question 6 : Cite la position et le rôle de ce qui suit :

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1. La glande Thymus | 2. Le rate |
| 3. Les amygdales | 4. Les patches de Peyer |
| 5. Les cellules tueuses naturelles | 6. Le cérumen |



Question 7 : La figure ci-contre représente la structure de l'anticorps à travers cette figure, répond à ce qui suit :

1. Ecris les légendes qui sont indiquées par les chiffres.
2. Quelles sont les chaînes lourdes et les chaînes légères? et comment se relient-elles ensemble?
3. Comment se diffèrent les anticorps l'un de l'autre?
4. Que veut dire la zone stable et la zone variable de l'anticorps ?
5. Comment se forme le complexe de l'antigène et de l'anticorps?



Question 8 : La réponse inflammatoire est provoquée par l'infection de la cellule.

- Quel est le rôle de l'histamine dans la réponse inflammatoire ?
- Quel est l'intérêt de la réponse de plusieurs types des globules blancs dans la réponse inflammatoire ?

Question 9 : Détermine le rôle joué par les cellules de mémoire dans la protection du corps contre l'infection par les maladies .

Question 10 : Cite certains moyens de l'immunité naturelle qui représente la première ligne de défense chez l'homme .

Question 11 : Montre les changements morphologiques qui ont lieu dans les cellules de la plante lorsqu'elles sont infectées par les microbes .

Question 12 : Cite trois organes lymphatiques qui jouent un rôle important dans le système immunitaire de l'homme ... puis montre le rôle de chaque organe dans la protection du corps .

Question 13 : Montre par un schéma les différents types des globules blancs .

Question 14 : Montre le mécanisme des anticorps .

Question 15 : Décrit comment les lymphocytes reconnaissent les pathogènes et comment ils se relient avec eux ?

PARTIE II

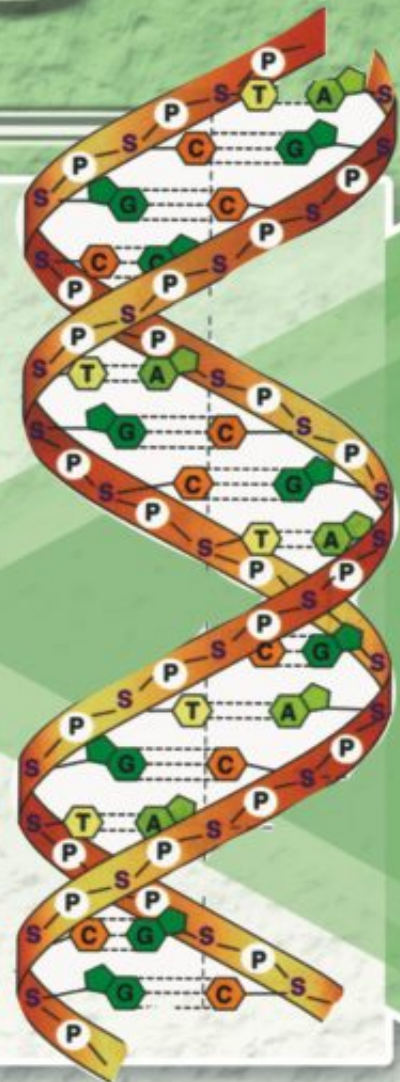
BIOLOGIE MOLECULAIRE

Chapitre 1

L'acide nucléique ADN et les informations héréditaires.

A la fin l'élève doit savoir ce qui suit :

- Le rôle des savants dans la connaissance de la matière héréditaire.
- L'importance de la duplication de L'ADN par rapport a la cellule.
- Respecter le rôle des savants qui ont fait commaitre la composition de l'ADN.
- Les différences entre l'ADN et l'ARN.
- La longueur de l'ADN et son raccourcissement.
- Le génome.
- Les mutations et leurs genres.
- Les mutagènes et leurs résultats.





L'ADN et les informations héréditaires

Qu'est ce qui pousse l'ovule fécondé de tout être humain à se diviser et à se développer en donnant à chaque individu ses caractères particuliers?

Qu'est ce qui distingue un individu d'un autre?

Pourtant il existe en général des traits communs à tous les êtres humains.

La réponse à ces questions se trouve dans les gènes qui contiennent les informations héréditaires et qui contrôlent les caractères héréditaires.

Les biologistes ont découvert que durant la division cellulaire, les chromosomes se séparent de façon qu'à la fin de la division, chaque cellule fille aura le même nombre de chromosomes que la cellule mère. ce qui prouve que les chromosomes portent les informations héréditaires.

Les principaux constituants des chromosomes sont: l'ADN et les protéines.

Lequel porte l'information héréditaire.

Il est évident que les gènes portent de nombreuses informations diversifiées.

- On savait que les protéines sont formées à partir d'un groupe de molécules différentes. En effet, il existe 20 acides aminés différents. Qui entrent dans leur composition. Ces acides aminés s'assemblent dans un ordre caractéristique de la protéine. A chaque ordre différent correspond une protéine différente.
- Tandis que l'ADN n'est formé que de 4 types différents de nucléotides. C'est la raison pour laquelle les biologistes ont cru tout d'abord que les protéines portaient l'information génétique.
- Vers les années 40, on a démontré que cette hypothèse était fautive. On découvrit que c'était l'ADN qui portait les informations héréditaires. Une nouvelle discipline vit le jour: la Biologie moléculaire.
- C'est une science moderne qui évolue sensiblement.
- Dans les pages suivantes, on énoncera les preuves que l'ADN est le support des caractères héréditaires, la structure de l'ADN et la duplication de l'ADN. Puis nous aborderons les différentes méthodes d'études de l'ADN et leurs applications et l'utilisation de l'information héréditaire contenue dans l'ADN pour former les protéines cellulaires [synthèse des protéines].



Preuves que l'ADN est le support de l'information héréditaire

1. La transformation bactérienne:

En 1928, le savant Griffith entreprenait des expériences sur des bactéries causant la pneumonie. Il appliquait ses études sur les souris [Fig. 1] utilisant deux variété des bactéries - variété mortelle (s): cause la mort des souris a cause de la forte pneumonie.

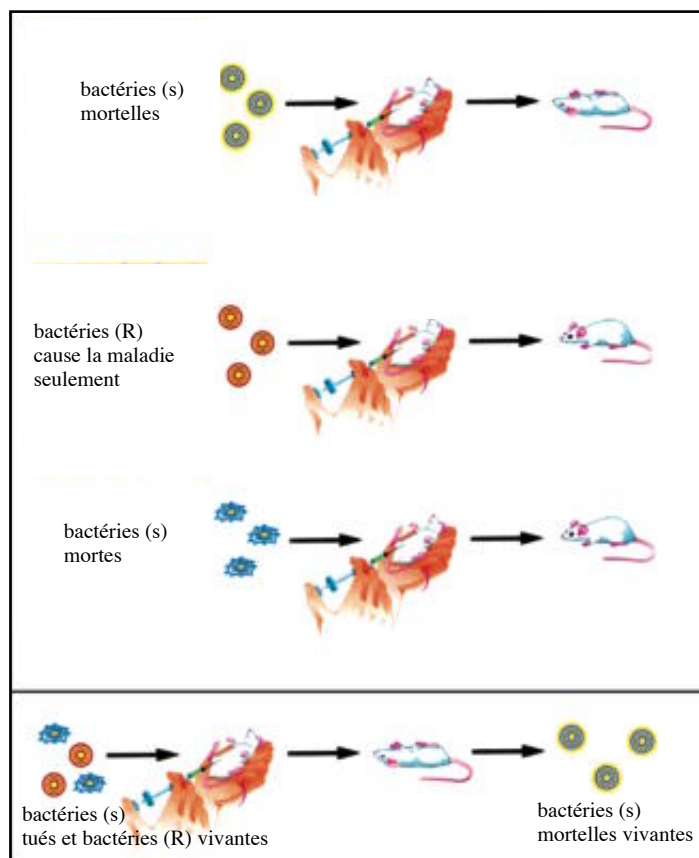


Fig. (1) Experience de Griffith

- variété non-mortelle (R): cause l'atteinte des souris d'une pneumonie mais ne meurent pas - Il a pu s'assurer de cela en injectant à des souris des bactéries [S]: les souris meurent. Puis il a injecté des autres.
- par bactéries [R], à des souris qui survivent.
- Il a tué les bactéries [S] par la chaleur et il les a injecté à des souris, elles survivent.
- Mais en injectant des souris par un mélange de ces dernières bactéries [S] tuées et des bactéries



[R] vivantes. Griffith a remarqué que les souris meurent. En examinant les souris mortes Il a trouve que les bactéries [S] sont vivantes.

- Cette expérience prouve qu'une partie de l'information génétique caractéristique des bactéries [S] a pénétré dans les bactéries [R] et les a transformées en bactéries mortelles.
- Ce phénomène se nomme: transformation bactérienne.

Il n'a pas pu expliquer comment la matière héréditaire [S] s'est transmise en [R].

Avery et ses collègues parviennent à isoler la substance active responsable de la transformation bactérienne de la variété [S]. Les analyses chimiques et physiques ont prouvé ensuite que cette substance est l'ADN.

On peut déduire des résultats des expériences précédentes, qu'une des variétés bactériennes a intégré de l'ADN de l'autre variété et acquis certains de ces caractères.

Cette transformation bactérienne peut être transmise à la descendance.

On contesta l'hypothèse selon laquelle l'ADN était responsable de la transformation bactérienne, sous prétexte que la substance contenant l'ADN était impure et contenait des protéines qui peuvent être responsables de la transformation.

*** L'expérience Cruciale:**

L'affaire dut réglée lorsque on découvrit une enzyme [la désoxyribonuclease] capable de détruire totalement la molécule d'ADN. Cette enzyme n'a pas d'effet sur les protéines ou l'ARN.

Lorsqu'on ajoute cette enzyme à la matière responsable de la transformation bactérienne, la transformation n'a pas lieu. Ceci prouve que l'ADN est la matière héréditaire.

2. Les virus bactériophages:

Les expériences faites sur les bactériophages confirment que l'ADN est la matière héréditaire.

On savait que les phages utilisés dans ces expériences contenaient de l'ADN entouré d'une enveloppe [capside] protéique qui prolonge en formant une queue. L'extrémité de cette queue se fixe sur la paroi bactérienne.

Après 32 minutes de contact entre le virus et la bactérie, celle-ci éclate et libère environ cent de nouveaux virus complètement formés.

Donc la substance qui a pénétré dans la bactérie renferme une information génétique appartenant au virus.

on sait que l'ADN contient du phosphore et la protéine ne renferme pas de phosphore, par contre la protéine contient le soufre et l'ADN ne le contient pas.

Les deux biologistes HERSCHEY ET CHASE ont profité de ces observations pour accomplir une expérience importante [Fig. 2].

Ils ont marqué : l'ADN du virus avec du phosphore radioactif et les protéines du virus avec du soufre radioactif.

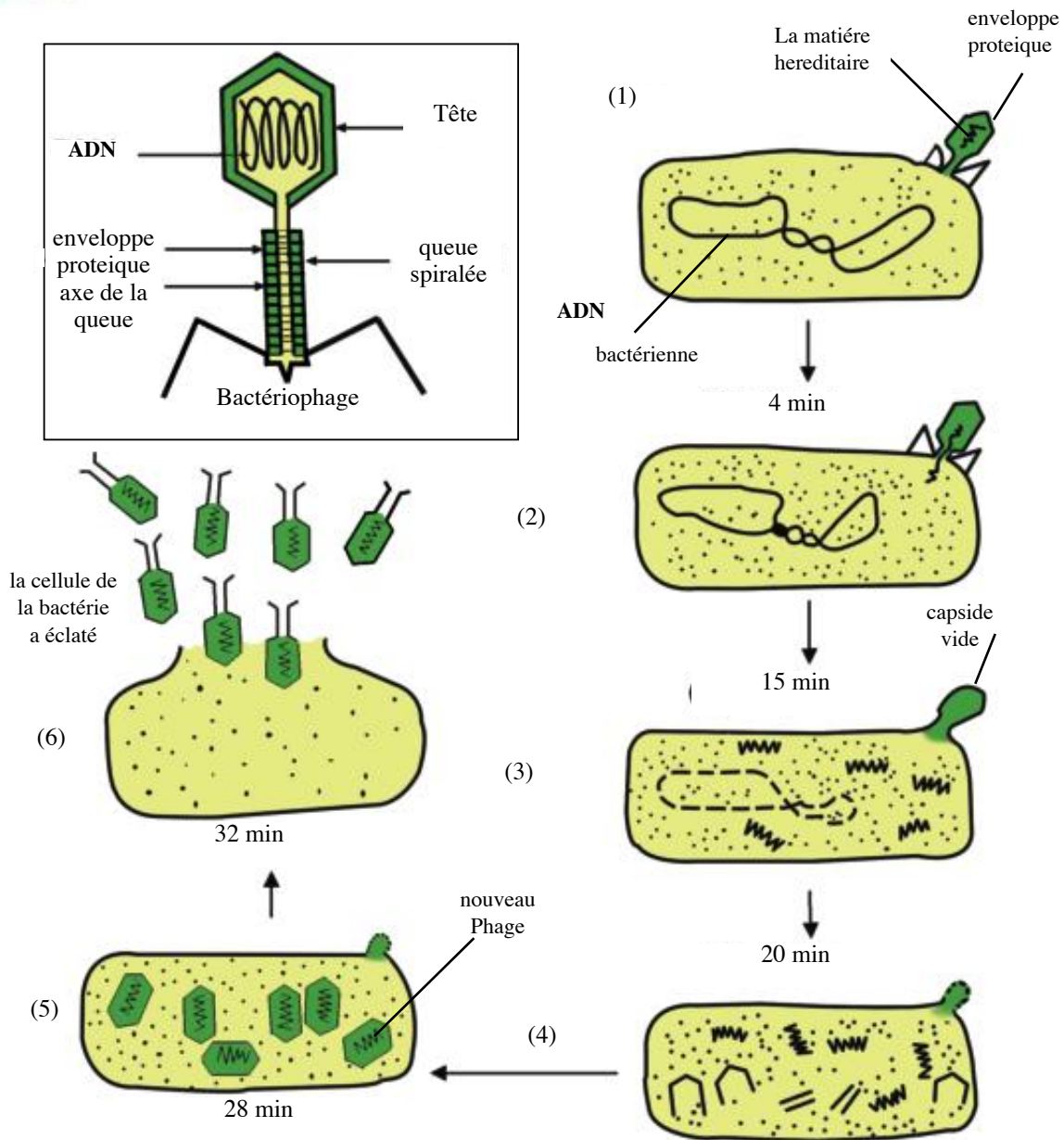


Fig. (2) Réproduction du Bacteriophage

Ils ont ensuite permis à ce virus d'attaquer les bactéries.

On constata qu'on retrouve la radioactivité du soufre et du phosphore à l'intérieur et à l'extérieur de la bactérie.

On a démontré que presque tout l'ADN viral a pénétré dans la bactérie alors que 3% des protéines virales ont pénétré.

C'est donc l'ADN viral qui a pénétré dans la bactérie et qui a provoqué la fabrication de nouveaux virus.



Conclusion: les expériences sur la transformation bactérienne et les virus aboutissent à la conclusion suivante:

Les gènes au moyen ceux des bactéries de la pneumonie et ceux des virus bactériophages sont formés d'ADN.

Cette conclusion est valable seulement pour les organismes sur les quels on a fait ces expériences.

La question suivante est: est-ce que tous les gènes sont formés d'ADN?

La réponse est négative, il existe certaines variétés de virus qui ne contiennent pas d'ADN mais dont la matière héréditaire est constituée par l'ARN [ces virus à ARN sont rares].

Grâce aux nombreuses études qui ont été faites jusqu'à maintenant, on peut affirmer que:

Dans toutes les formes de vie l'ADN constitue la matière héréditaire.

3. La quantité d'ADN dans la cellule:

Il existe une autre preuve que l'ADN constitue la matière héréditaire chez les eucaryotes.

On détermine la quantité d'ADN dans divers types de cellules somatiques de la poule:

- les cellules du foie, des reins et d'autres organes de la poule possèdent la même quantité d'ADN.
- Par contre les spermatozoïdes et les ovules ne contiennent que la moitié de cette quantité d'ADN.

Etant donné que chaque individu est formé par l'union d'un spermatozoïde et d'un ovule, il faudra que chaque cellule reproductrice contienne la moitié de l'information héréditaire contenu dans la cellule somatique, si non l'information héréditaire doublera à chaque génération.

Cela ne s'applique pas à la protéine ce qui prouve qu'elle n'est pas la matière héréditaire. D'autre part les protéines et les molécules d'ARN se détruisent et se reconstruisent continuellement dans la cellule, mais l'ADN est constant.

La structure de l'ADN

Dès le début des années 50, on a eu suffisamment de preuves que l'ADN était le support de l'information héréditaire dans la cellule. De nombreux chercheurs désiraient découvrir la structure de la molécule d'ADN et proposer un modèle. Tous les modèles proposés devaient prendre en considération les informations suivantes tirées de l'expérimentation:

1. l'ADN se compose de nucléotides:

Chaque nucléotide est formé de trois constituants:

- un sucre pentose [désoxyribose dans le cas de l'ADN].
- Un groupe phosphate [lié au carbone numéro 5 du sucre par une liaison covalente].



- Une des 4 bases azotées [reliée par une liaison covalente au premier atome de carbone du sucre pentose].

* La base azotée peut être:

Soit une base pyrimidique [possédant chacune un cycle]. La thymine [T] ou la cytosine [C]

Soit une base purique [possédant 2 cycles] L'adénine [A] ou la guanine [G].

2. Dans la chaîne d'ADN [brin d'ADN]:

- le groupe phosphate est lié avec le carbone n°3 de sucre du nucléotide précédent.

- Est lié avec le carbone n°5 du sucre du nucléotide suivant.

- La chaîne où se succèdent le sucre et le phosphate est nommée: squelette sucre phosphate.

- Les deux extrémités de ce squelette ne sont pas identiques:

- il possède à une extrémité un groupe phosphate libre lié à l'atome de carbone n°5 du sucre [c'est l'extrémité 5'].
- Tandis qu'à l'autre extrémité il y a un groupe hydroxyle, lié à l'atome de carbone n°3 du sucre pentose qui termine la chaîne [c'est l'extrémité 3'].

Les bases puriques et pyrimidiques n'apparaissent que d'un seul côté du squelette sucre phosphate.

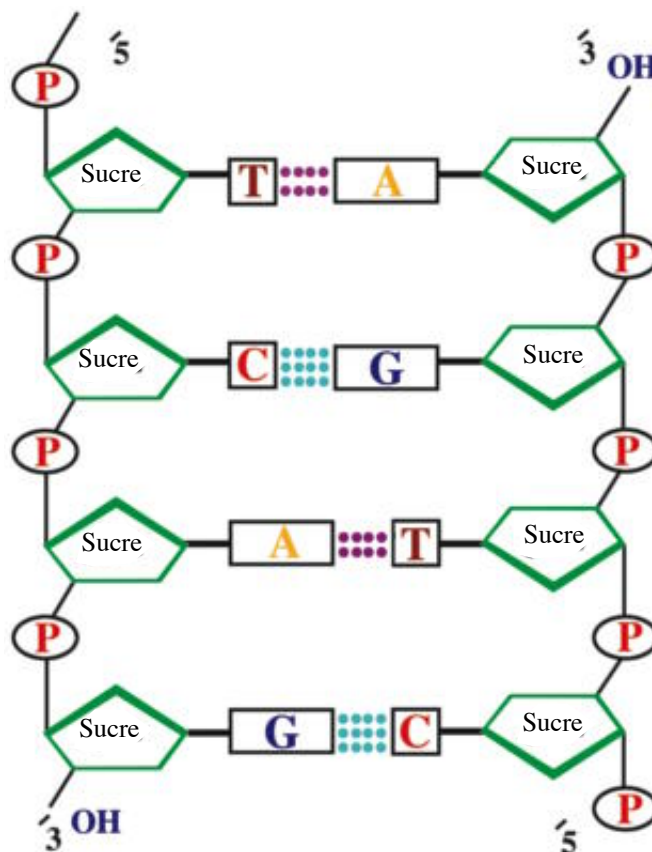


Fig. (3) Composition de l'ADN

3. Dans chaque molécule d'ADN:

• Le nombre de nucléotides contenant de la thymine est égal au nombre de nucléotides contenant de l'adénine.

• il en va de même pour la guanine et la cytosine.

On écrit $A = T$ et $C = G$



4. Franklin [1952] a démontré la structure de l'ADN en utilisant la technique de diffraction des rayons [X] sur des molécules d'ADN pur cristallisé.

Dans cette technique, les rayons [X] traversent les cristaux dont les molécules sont disposées régulièrement dans l'espace, ce qui cause la diffraction de ces rayons. Il apparaît un spectre de diffraction dont l'analyse donne des informations sur la forme de la molécule.

Ses expériences ont montré que:

- La molécule d'ADN a une forme spiralee et que les bases azotées sont disposées perpendiculairement au squelette et reliés avec le sucre et la phosphate.
- Le squelette sucre phosphate se trouve à l'extérieur de la spirale, tandis que les bases azotées sont à l'intérieur.
- Le diamètre de la spirale est important, ce qui prouve que la spirale se compose de plus d'une chaîne d'ADN.

Après la publication des résultats des expériences de FRANKLIN, différents chercheurs proposèrent des modèles de la constitution de la molécule d'ADN, en accord avec les informations disponibles.

Le modèle de l'ADN proposé par Watson et Crick:

- Ce sont deux chercheurs: WATSON et CRICK qui ont été les premiers à proposer un modèle acceptable.
- Ce modèle se compose de deux chaînes d'ADN parallèles forment un escalier: (Fig. 2)
 - les squelettes sucre et phosphate forment les bords.
 - Les bases azotées représentent les marches.
- chaque marche de l'escalier se compose d'adénine liée à une thymine ou de guanine liée à une cytosine.
- Dans chaque paire, les bases azotées sont liées entre elles par des liaisons hydrogène [Fig. 4]. Deux liaisons hydrogène entre A et T, et trois liaisons entre C et G.
- Chaque marche de l'escalier est constituée par une base pyrimidique [1 cycle] liée à une base purique [2 cycles]. Donc chaque marche aura la même largeur et les deux squelettes sucre et phosphate resteront parfaitement parallèles tout le long de la molécule.
- Comme WATSON et CRICK l'ont démontré, pour que les liaisons hydrogène puissent s'installer entre les

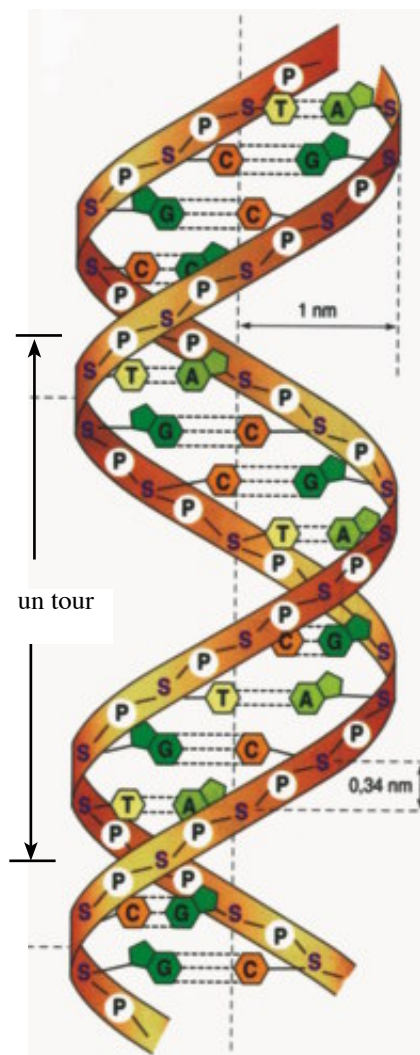


Fig. (4) Double helice de l'ADN





bases azotées, il faut que les deux chaînes soient d'orientation inverse [direction opposée]. C'est-à-dire que les extrémités 5' des deux chaînes se trouvent aux extrémités opposées de la molécule d'ADN.

- FRANFLIN a découvert, grâce aux spectres de diffraction de rayons X qu'un tour de spirale fait 10 nucléotides.
- Enfin, la molécule d'ADN est formée de deux chaînes spiralées, tournant l'une autour de l'autre. (Fig. 4).

La duplication de l'ADN

Avant que la cellule commence sa division, l'ADN subit une duplication pour que chaque cellule fille ait une copie de l'information héréditaire contenue dans la cellule mère.

WATSON et CRICK ont montré que la structure en double hélice de l'ADN avec ses bases azotées complémentaires permet de dupliquer les informations nécessaires pour produire la chaîne complémentaire.

Par exemple: si la succession des bases azotées dans une chaîne est:

'5... A - A - T - C - C... '3

Alors la série des bases azotées qui la complète dans la chaîne opposée sera:

'3... T - T - A - G - G... '5

Lorsque les deux chaînes sont séparées, chacune peut servir de moule pour former une chaîne complémentaire.

Les chercheurs ont effectué de nombreuses expériences pour confirmer ces hypothèses.

Les enzymes et la duplication de l'ADN

Certaines enzymes et protéines sont nécessaires à la duplication de l'ADN.

* Les différentes étapes de la duplication de l'ADN sont:

1. déroulement de la double hélice de l'ADN.
2. Séparation des deux chaînes par rupture des liaisons hydrogène qui existent entre les bases azotées conjuguées grâce aux enzymes ADN hélicase.
3. L'enzyme ADN polymérase forme le nouveau brin d'ADN en accrochant les nucléotides l'un après l'autre jusqu'à l'extrémité 3' du nouveau brin. Pour ajouter un nucléotide à la nouvelle chaîne il faut que sa base azotée se conjugue à la base azotée du nucléotide existant sur la chaîne d'ADN servant comme moule. [Fig. 5].

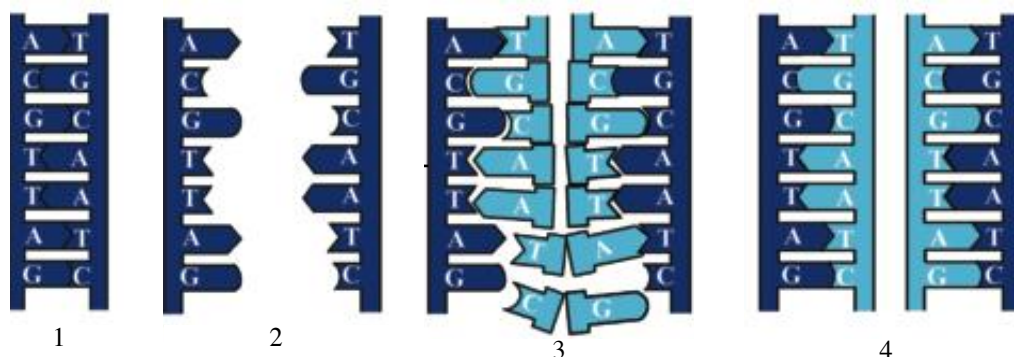


Fig. (5) Duplication de l'ADN

On sait que l'enzyme "ADN polymérase" ne fonctionne que dans une seule direction: de l'extrémité 5' vers l'extrémité 3' sur la nouvelle chaîne.

On a déjà vu que les deux chaînes de la double hélice de l'ADN sont anti-parallèles, c.a.d. que l'une d'elles a la direction 5' _ 3' tandis que l'autre chaîne est dans la direction 3' _ 5'. Donc l'ADN hélicase sépare l'extrémité 3' d'une chaîne et l'extrémité 5' de l'autre.

- Sur la chaîne servant de moule [3' _ 5'], il n'y a pas de problème. L'ADN polymérase suit directement l'ADN hélicase et ajoute de nouveaux nucléotides jusqu'à l'extrémité 3'.
- Ceci est impossible sur l'autre chaîne car l'ADN polymérase ne fonctionne pas dans la direction 3' _ 5'. C'est pour cela que, sur cette chaîne, la nouvelle chaîne se construit par petits segments dans la direction 5' _ 3'.
- Puis ces petits segments se relient entre eux grâce à une enzyme de liaison: l'ADN ligase. [Fig. 6].

Chez les eucaryotes, l'ADN s'organise sous la forme de chromosomes. Chaque chromosome contient une seule molécule d'ADN [d'un bout à l'autre du chromosome]. La duplication de l'ADN commence n'importe où, sur n'importe quel chromosome.

Chez les procaryotes la double hélice d'ADN a une forme de boucle fermée. Cette boucle est en contact avec la membrane plasmique en un point à partir duquel débutera la duplication de l'ADN.

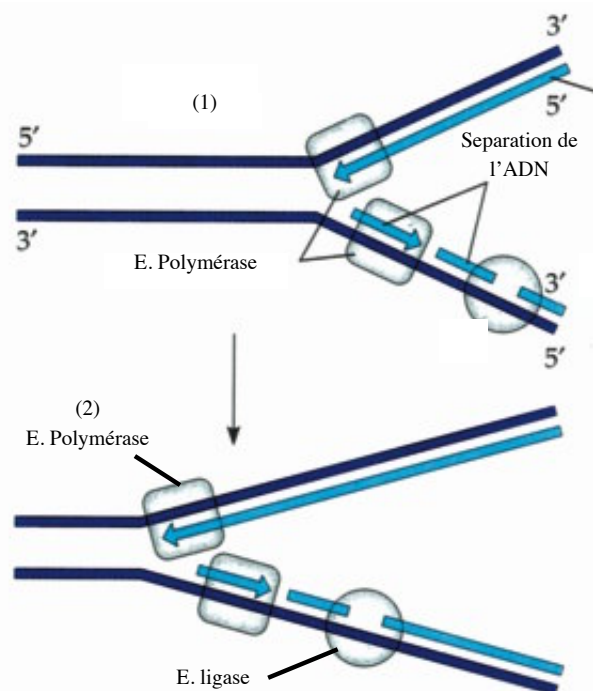


Fig. (6) Duplication de l'ADN



Réparation des erreurs de l'ADN

L'ADN est comme tous les composés biologiques qui existent sous forme de polymères (polysaccharides, protéines et les acides nucléiques) peuvent avoir certains dommages sous l'effet de la température et par le milieu intercellulaire.

L'ADN existant dans la cellule humaine perd à peu près 5000 bases puriques [adénine et guanine] par jour, car la température cause la rupture des liaisons covalentes qui lient les sucres pentoses aux bases azotées.

L'ADN peut être détruit par certains composés chimiques et par des radiations.

N'importe quelle perturbation dans la molécule de l'ADN peut changer les informations héréditaires et peut ainsi provoquer de dangereux changements dans les protéines fabriquées par la cellule.

Chaque jour, il y a des milliers de changements dans la molécule d'ADN mais ils ne se maintiennent pas. Dans l'ADN de la cellule, on estime que, chaque année, 2 à 3 changements sont durables.

La plupart des changements disparaissent grâce à un groupe de 20 enzymes ligases dont le rôle est de réparer les erreurs qui se sont glissées dans l'ADN.

Ce sont les enzymes de liaison ou ADN ligases.

Elles reconnaissent les parties atteintes [possédant une erreur] de la molécule d'ADN, puis échangent les mauvais nucléotides par des nucléotides qui se conjuguent avec ceux de la chaîne opposée non détériorée.

Cette réparation est possible car l'information héréditaire existe sur les deux chaînes de la double hélice. Si une des deux chaînes est détériorée.

Les enzymes peuvent utiliser l'autre chaîne comme moule pour réparer la détérioration.

Si la détérioration a lieu sur les deux chaînes, dans la même région et en même temps, il est impossible de réparer.

La matière héréditaire de certains virus se trouve sous la forme d'une chaîne unique d'ARN. Pour ces virus, la probabilité de voir apparaître un changement héréditaire dû à une détérioration durable de l'ARN est assez grande [l'ARN de ces virus ne possédant pas de deuxième chaîne qui pourrait servir pour la réparation].

Donc la structure en double hélice de l'ADN est importante pour la stabilité des caractères de êtres vivants.

l'ADN Chez les procaryotes

- On a déjà vu que chez les procaryotes, l'ADN est constituée d'une double hélice en forme de boucle. (Les deux extrémités sont soudées).
- Si on déroule la boucle d'ADN de la bactérie *Escherichia coli* (en abrégé: *E.coli*), elle mesure 1.4mm alors que la bactérie ne mesure que 2 microns de longueur.
- La molécule annulaire d'ADN (en forme d'anneau), s'enroule sur elle-même plusieurs fois afin d'occuper à peu près 10% du volume de la cellule. La molécule d'ADN se lie à la membrane plasmique en un point ou plus. (Fig. 7)
- Certaines bactéries contiennent une ou plusieurs petites molécules circulaires d'ADN (indépendantes). Ce sont des plasmides. Ces plasmides se dupliquent durant la duplication de l'ADN principale pour cela ils sont très utiles pour le génie génétique.



Fig. (7) Photo d'un protoplyto vue par le microscope électronique

Les chercheurs exploitent ce fait en introduisant des plasmides artificiels à l'intérieur d'une bactérie en vue d'obtenir de nombreuses duplications de ces plasmides.

- Les molécules circulaires d'ADN qui se trouvent dans la mitochondrie et dans le chloroplaste ressemblent à celles des bactéries.

De même, on a prouvé l'existence de plasmides chez la levure (eucaryote)

(Ce sont des molécules circulaires d'ADN non liées à des protéins).



Structure des chromosomes chez les eucaryotes

Les chromosomes sont visibles dans les cellules des eucaryotes pendant la division.

- Chaque chromosome est formé de:
 - Une molécule d'ADN (que s'étend d'une extrémité à l'autre du chromosome).
 - De protéines et qui sont divisées en 2 groupes :
 - * Les protéines histones
 - * Les protéines non histones.
- La molécule d'ADN s'enroule et se replie sur elle - même plusieurs fois. Elle est liée à des protéines. Elle forme la chromatine (qui contient un mélange de protéines constitutives, d'enzymes et d'ADN en quantités égales).
- **Les protéines histones** sont des protéines constitutives. Ce sont de petites protéines qui contiennent beaucoup d'acides aminés basiques (arginine, lysine). Le radical (R) de ces deux acides aminés (voir synthèse des protéines) porte des charges positives (au pH naturel du milieu) pour cela se lie fortement avec les groupes phosphate qui contiennent des charges négatives. Les protéines histones sont très abondantes dans la chromatine (de toutes les cellules).
- **Les protéines non histones** forment un group hétérogène de protéines qui possèdent diverses fonctions:
 - Il y a des protéines constitutives qui entrent dans la formation de certaines structures et qui jouent un rôle important pour l'arrangement dans l'espace de la molécule d'ADN dans le noyau.
 - Il y a quelques protéines régulatrices qui contrôlent si une zone d'ADN est utilisée (ou non) pour la fabrication d'ARN, ou de protéines (enzymes ou autres).
 - La cellule somatique humaine contient 46 chromosomes. En supposant qu'on puisse séparer les deux chaînes de la double hélice de chaque chromosome, et que l'on puisse les mettre bout à bout, on obtiendrait un finalement mesurant deux mètres.
 - Les histones et les autres protéines sont responsables de la cohésion des chromosomes à l'intérieur du noyau (dont le diamètre varie entre 2 et 3 microns).
 - L'analyse biochimique et les images obtenues au microscope électronique ont prouvé que la molécule d'ADN d'un chromosome s'enroule autour de groupes d'histones,
 - Ces groupes d'histones en forme d'anneau forment un nucléosome. (Fig. 8). Cest enroulement cause un raccourcissement de 10 fois de la molécule d'ADN (pour que la molécule d'ADN puisse être contenue dans le noyau sous forme d'un chromosome, il faut que sa longueur diminue de 100000 fois grâce aux replis).



- Les nucléosomes s'enroulent sur eux-mêmes. (Tout ce qui précède ne suffit pas pour raccourcir la molécule d'ADN à la longueur voulue).
- Les chaînes de nucléosomes s'enroulent sur elles-même et forment de grands anneaux (grâce aux protéines constitutives non histones de la chromatine). L'ensemble est empilé et condensé.
- Lorsque l'ADN a cette forme, les enzymes ne peuvent pas l'atteindre. Un déroulement partiel est nécessaire pour que l'ADN puisse "travailler" (duplication de l'ADN ou synthèse de l'ARN).

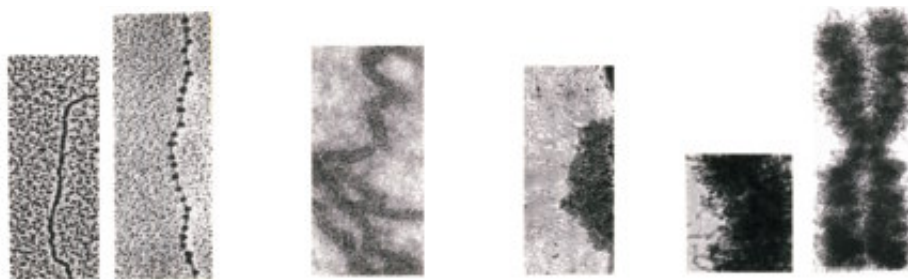


Fig. (8 - a) La Condensation l'ARN Sous le microscope

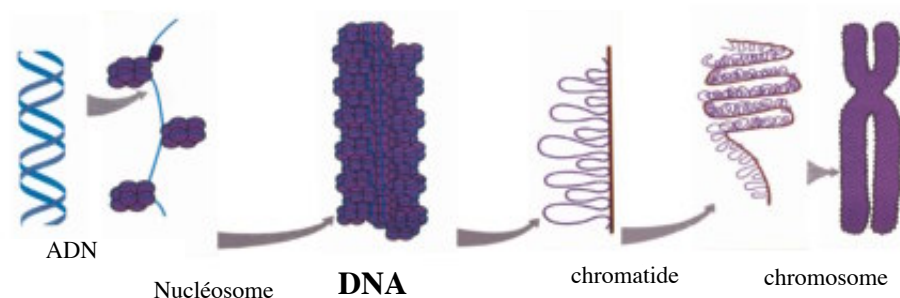


Fig. (8 - b) condensation de l'ADN

Le génome

1. Structure de l'information génétique

- L'ensemble des gènes (et par conséquent de l'ADN) qui se trouvent dans la cellule forment le génome (ou patrimoine héréditaire) de l'individu.
- En 1977, des chercheurs ont découvert des méthodes de détermination de la succession des nucléotides dans les molécules d'ADN et d'ARN. Ces méthodes ont permis de décrire l'arrangement des gènes sur les molécules d'ADN de la cellule.



- Nous avons déjà vu la construction du génome. Nous savons que la plupart des gènes portent les informations nécessaires à la synthèse de protéines. D'autres portent les informations nécessaires à la fabrication de molécules d'ARN ribosomal (ARNr qui entre dans la constitution du ribosome) et des ARN de transfert (ARNt qui transporte les acides aminés durant la synthèse des protéines).
- Chez les procaryotes, les gènes responsables de la fabrication des ARN et de la synthèse des protéines occupent la plupart du génome.
- Chez les eucaryotes ces gènes occupent moins de 70% du génome, le reste à une fonction inconnue.

Les chercheurs ont découvert certaines parties de l'ADN qui ne permettent pas de coder la synthèse d'une protéine ou d'une molécule d'ARN de transfert ou ribosomal. On ne connaît pas encore la fonction de ces zones.

2. l'ADN répété

- La plupart des gènes du génome se trouvent en un seul exemplaire dans la cellule. Mais les cellules eucaryotes possèdent de centaines copies de gènes spéciaux pour la formation d'ARN ribosomal et d'histones dont la cellule a besoin: ce procédé permet d'accélérer la production des ribosomes et des histones.
- L'étude de la séquence des bases azotées dans l'ADN a montré de même qu'il existe des répétitions de certaines successions de nucléotides. On ne connaît pas le rôle de ces séries. Par exemple, il existe chez la Drosophile une succession de nucléotides: **A-G-A-A-G** qui se répète environ 100000 fois au milieu d'un de ses chromosomes. Cette série (et il en a d'autres) ne code rien.

3. Autres zones qui ne codent pas

Pas seulement les granules qui existent aux bords de certains chromosomes, mais il existe d'autres zones qui ne codent pas chez les eucaryotes.

- Déjà avant de connaître la technique pour déterminer la succession des nucléotides de l'ADN, les généticiens avaient constaté que la quantité d'ADN contenue dans la cellule ne correspondait pas au nombre de protéines formées par l'être vivant. En fait, une petite quantité d'ADN de la cellule animale ou végétale porte un code responsable de la construction des protéines. Par exemple: la salamandre est l'animal dont les cellules contiennent le plus d'ADN (30 fois plus que dans une cellule humaine), pourtant les cellules de cet animal contiennent, sans doute, une quantité beaucoup moins importante de protéines différentes.
- Certaines portions de l'ADN qui ne codent pas
 - Permettent de maintenir la structure des chromosomes.
 - Ou représentent des "signaux" qui indiquent le début de la synthèse d'un ARNm.

Ce sont des zones importantes pour la synthèse des protéines.



La mutation

La mutation peut être définie comme étant une variation spontanée dans la nature des facteurs héréditaires qui sont responsables de caractères déterminés. Cette variation provoque un changement dans les caractères de l'être vivant. La mutation est réelle si elle se transmet à travers les différentes générations. Il faut différencier la mutation qui a lieu comme résultat d'un changement dans la composition du facteur héréditaire et celle résultant d'un changement dans le milieu, ou de la ségrégation des gènes et leur recombinaison. Les mutations, en dehors de l'évolution, entraînent toujours l'apparition des caractères indésirables, comme par exemple certaines malformations chez les êtres humains. La mutation peut entraîner la stérilité des plantes, ce qui conduit à une baisse dans la production.

Rarement, il arrive que les mutations provoquent des changements souhaités comme exemple celle qui a eu lieu dans un troupeau chez un éleveur anglais.

Ce paysan avait remarqué l'apparition dans son troupeau d'un mouton qui avait des pattes courtes et courbées. Le paysan a considéré ce caractère comme utile, car ce mouton ne pouvait pas sauter au dessus des barrières de la ferme et par suite nuire aux plantes cultivées. Le paysan a essayé de reproduire cette mutation ce qui a donné une variété complète connue sous le nom d'Ancon.

Parmi les mutations utiles, citons aussi celle provoquées par l'Homme pour augmenter la productivité de certaines plantes.

Les différentes sortes de mutations

Les mutations sont classées en deux groupes principaux: les mutations géniques et les mutations chromosomiques.

1. Les mutations géniques:

Elles sont le résultat d'une modification dans la composition chimique du gène et précisément dans l'ordre des bases azotées dans les molécules d'ADN. Ceci entraîne finalement la formation d'une enzyme différente qui fait paraître un nouveau caractère. Le gène qui a subi ce changement passe souvent de l'état dominant à l'état récessif, parfois c'est le contraire qui a lieu, mais rarement.

2. Les mutations chromosomiques:

Elles proviennent d'une modification, soit dans le nombre des chromosomes, soit dans la composition des chromosomes.

A. Modification dans le nombre des chromosomes

Ceci veut dire qu'il y a diminution ou augmentation d'un chromosome ou plus, dans les gamètes, comme résultat de la méiose. Nous avons déjà étudié deux exemples chez les êtres humains qui sont le cas de Klinefelter et celui de Turner.



Dans le premier cas, il y a un chromosome en moins. Il se produit parfois un dédoublement dans le nombre des chromosomes dans la cellule. Ce cas vient du fait que les chromatides ne se séparent pas après la division du centromère et que la membrane équatoriale ne se forme pas entre les 2 cellules filles. Ces cas sont connus sous le nom de polyploïdies.

Ce phénomène peut avoir lieu chez n'importe quel être vivant, mais il est très répandu chez les plantes.

Un taux élevé de plantes connues subissent des cas de polyploïdies ($3n$, $4n$, 6 , 8 jusqu'à $16n$). Quand les chromosomes se dédoublent dans les gamètes, ils donnent naissance à des êtres qui portent de nouveaux caractères, car le gène est présent en plus grand nombre et par suite son effet est plus remarquable. Ces plantes sont plus grandes et leurs organes sont plus volumineux, surtout les fruits et leurs fleurs. Actuellement, il existe plusieurs cultures et fruits tétraploïdes comme par exemple, le coton, le blé, les pommes, le raisin, les poires, les fraises, etc....

Chez les animaux, ce phénomène est moins répandu, car la détermination du sexe chez les animaux, exige un équilibre précis entre les chromosomes somatiques et sexuels. Ce phénomène existe chez certains coquillages et vers hermaphrodites qui n'ont pas le problème de la détermination du sexe.

Chez les êtres humains, on a remarqué que les cas de triploïdies sont mortels et provoquent l'avortement des embryons. Les cas de polyploïdies existent dans quelques cellules du foie et du pancréas chez les êtres humains.

B. Modification dans la composition des chromosomes:

L'ordre des gènes sur un même chromosome peut être modifié car une partie du chromosome se détache et s'enroule autour d'elle même à 180° . Puis cette partie inversée se soude de nouveau sur le même chromosome. Il y a parfois un échange entre les parties de deux chromosomes non homologues, ou bien une petite partie du chromosome diminue ou augmente.

Toutes ces mutations peuvent avoir lieu dans les cellules génitales, ainsi le gène obtenu laisse paraître le nouveau caractère. Ce genre de mutation est nommé mutation gamétique et elle a lieu chez les êtres qui se reproduisent sexuellement. Les mutations peuvent avoir lieu sur les cellules du corps qui font paraître des symptômes spontanés sur l'organe. Ce genre de mutation est nommé mutation somatique. Il est plus répandu chez les plantes qui se reproduisent végétativement, car la nouvelle branche portée par la plante ordinaire contient des caractères qui diffèrent de ceux de la plante mère. Cette branche peut être détachée, cultivée et reproduite végétativement si le nouveau caractère est désirable.

Origine des mutations

Les mutations peuvent être naturelles ou provoquées (artificielles). Les mutations naturelles ont lieu sans que l'Homme n'intervienne, leur taux est très bas chez la plupart des êtres vivants. Ce genre de mutations provient des effets du milieu qui entourent l'être vivant comme les radiations

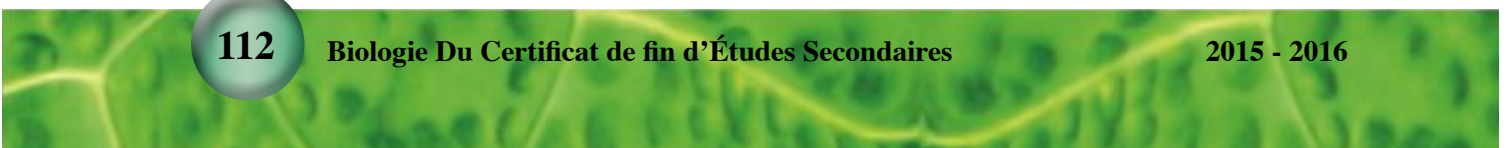


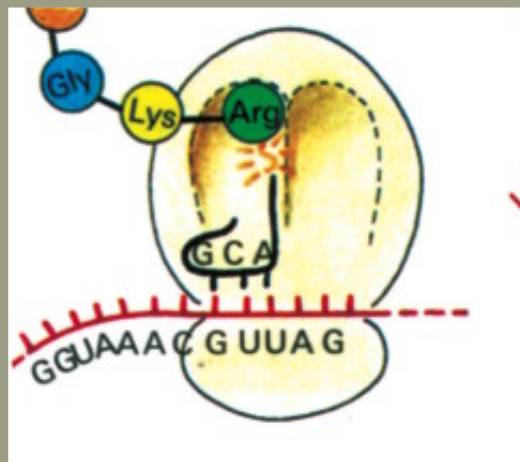
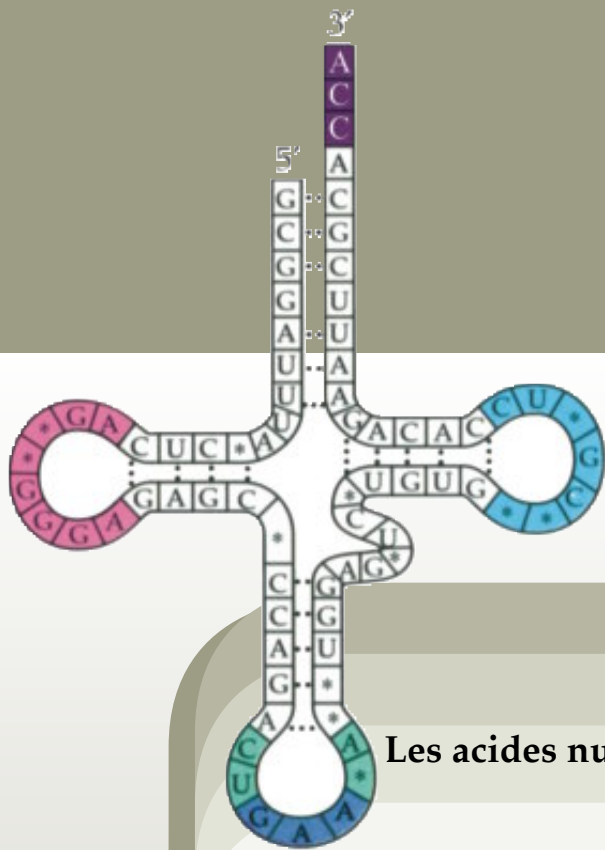
(rayons X et rayons cosmiques) ou quelques substances chimiques. Ces mutations jouent un rôle important dans l'évolution des êtres vivants.

Les mutations provoquées ou artificielles sont celles que l'Homme utilise pour obtenir des caractères déterminés. L'être humain utilise dans ce but les facteurs naturels comme les rayons X, les rayons gamma et les rayons ultraviolets. L'être humain peut utiliser ainsi quelques substances chimiques comme le gaz moutarde, la colchicine, l'acide nitreux et d'autres...

Ce mode de traitement conduit à l'atrophie des cellules du bourgeon terminal. Les cellules meurent et sont remplacées par de nouveaux tissus dont les cellules renferment un nombre redoublé de chromosomes.

La plupart des mutations artificielles sont indésirables, mais l'être humain choisit toujours parmi elles, celles qui lui sont utiles, comme par exemple celles qui donnent des arbres à fruits volumineux, sans graines et qui ont un goût plus sucré. Il a été possible aussi de provoquer des mutations chez certains êtres microscopiques, comme le penicillium, qui est capable de produire une grande quantité d'antibiotique.





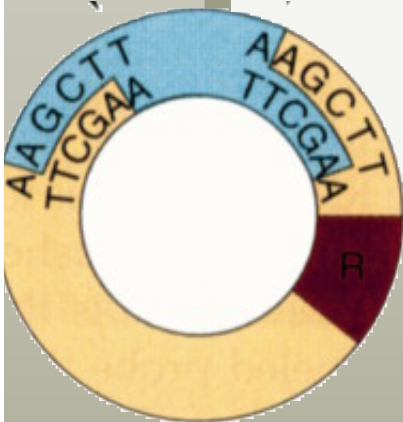
Biologie Moléculaire

Chapitre 2

Les acides nucléique et la synthèse des Protéines

A la fin de cette chapitre, l'élève doit être capable de :

- Connaître les différents types de protéines.
- Connaître la structure d'ARN.
- Comparer les molécules d'ARN (ARNm - ARNr - ARNt).
- Connaître le code génétique.
- Connaître les étapes de la synthèse des protéines.
- Connaître le génie génétique.
- Connaître le génome humain.





Les Acides nucléiques et la synthèse des Protéines

A) les différents types de protéines

Les êtres vivants fabriquent des milliers de types de protéines différentes que l'on peut classer en deux groupes:

1. les protéines de constitution

Ce sont les protéines qui entrent dans la structure des êtres vivants.

Par exemple:

- L'actine, la myosine qui constitue les muscles et d'autres organes capables de se contracter.
- Le collagène qui entre dans la composition des tissus conjonctifs.
- La kératine qui participe à la formation de couches protectrices comme la peau, les ongles, les plumes.

2. Les protéines régulatrices:

Elles organisent les fonctions chez l'être vivant.

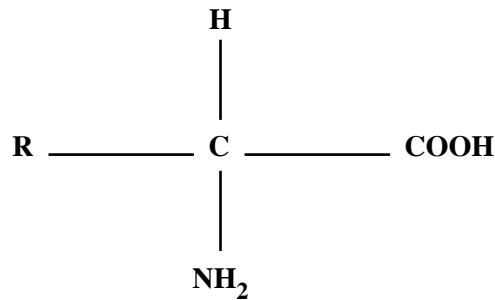
Par exemple:

- Les enzymes qui dirigent les réactions chimiques dans le corps.
- Les anticorps qui participent à la lutte contre les corps étrangers.
- Les hormones qui permettent au corps de répondre aux variations continues du milieu externe et interne.

B) Composition chimique des protéines

- L'unité constitutive des protéines est l'acide aminé.
- Il existe 20 types d'acides aminés différents.
- Chaque acide aminé contient.
 - 1 groupe carboxyle (-COOH)
 - 1 groupe amine (-NH₂)
 - 1 radical (-R) variable suivant l'acide aminé.
 - un atome d'hydrogène

Remarque: L'acide aminé glycine ne possède pas de radical R, il est constitué par 1 atome d'hydrogène. Les 19 autres acides aminés ont des radicaux plus compliqués.



- Les acides aminés sont liés entre eux par des liaisons **peptidiques**.
Cette liaison se fait grâce à des enzymes avec élimination d'une molécule d'eau. Les acides aminés sont ainsi accrochés entre eux pour former un polypeptide (macromolécule) ou protéine.
- Les nombre, le genre et surtout l'ordre de ces acides aminés déterminent l'originalité de la protéine.
Des liaisons hydrogène entre certains acides aminés donnent à la protéine une forme caractéristique, (indispensable pour son bon fonctionnement).
- La synthèse des protéines est une opération compliquée qui met en jeux plusieurs types de molécules.

C) Les acides nucléiques (RNAs)

Les molécules d'ARN ressemblent aux molécules d'ADN car elles sont formées d'une chaîne non ramifiée d'unités constitutives: les nucléotides.

Chaque nucléotide est formé:

- D'un sucre ribose
- D'une base azotée
- D'un groupement phosphate

Le groupe phosphate est lié à l'atome de carbone n 3 du sucre pentose du nucléotide précédent. Cet enchaînement forme le squelette sucre-phosphate de l'acide nucléique.

	Acide désoxyribonucléique ADN	Acide ribonucléique ARN
Sucre pentose	Désoxyribose (contient un oxygène de moins que le ribose)	Ribose
Chaînes	Double chaîne	Simple chaîne Formée a partir de n'importe quelle partie d'ADN
Bases azotées	A = Adénine T = Thymine G = Guanine C = Cytosine	A = Adénine U = Uracile G = Guanine C = Cytosine



l'uracile se conjugue avec l'adénine

Il existe trois types d'ARN qui contribuent à la synthèse des protéines:

1. L'ARN messager : ARN m

- La transcription de l'ADN en ARN commence par la liaison de l'enzyme ARN Polymérase à une succession de nucléotides sur l'ADN nommée Promoteur.

Puis les 2 chaînes d'ADN se séparent.

- L'une des deux chaînes fonctionne comme un moule pour former une chaîne complémentaire d'ARN. L'enzyme se déplace tout au long de l'ADN afin de lier entre eux les nucléotides complémentaires qui formeront la chaîne d'ARN.
- Cette enzyme se déplace dans le sens 3' → 5' sur la molécule d'ADN en construisant la chaîne d'ARN dans le sens 5' → 3'.
- Cette opération ressemble à la duplication de l'ADN avec la seule différence que:
 - Lors de la duplication de l'ADN l'opération ne s'arrête que lorsque tout l'ADN de la cellule est dupliqué.
 - Tandis que la transcription de l'ADN en ARN m n'a lieu que sur une portion de l'ADN.
 - Théoriquement les 2 chaînes de l'ADN pourraient être transcrites et former 2 chaînes d'ARN m. En réalité, ce ne sont que des parties d'une des 2 chaînes d'ADN qui sont transcrites.
 - Chez les procaryotes, il n'existe qu'une seule enzyme ARN - Polymérase qui permet la fabrication des trois types d'ARN. Tandis que chez les eucaryotes, il existe une enzyme différente pour la fabrication de chaque sorte d'ARN.
 - Chez les procaryotes, au fur et à mesure que l'ARN m se construit, il est traduit. Les ribosomes se lient à l'extrémité de l'ARNm et commencent sa traduction en protéine alors que l'autre extrémité n'est pas encore transcrite. Par contre chez les eucaryotes, la transcription de l'ADN en ARNm doit être terminée, l'ARNm doit être passé dans le cytoplasme avant que la construction de la protéine puisse se faire.
 - À l'extrémité de chaque molécule d'ARNm se trouve une zone de liaison avec le ribosome. C'est une succession de nucléotides qui se lient avec le ribosome, de sorte que le premier codon (AUG) soit dirigé vers le "haut" et soit en position convenable pour la traduction. (Fig. 1).



Fig. (1) Diagramme d'une molécule d'ARNm qui montre la place de la fixation du ribosome et la queue d'adénine.



- A l'autre extrémité de l'ARNm se trouve un groupe poly - adénine (à peu près 200 nucléotides contenant de l'adénine). Il semble que cette "queue" protège l'ARNm de l'attaque d'enzymes contenues dans le cytoplasme.

2. L'ARN ribosomal : ARNr

- Le ribosome est le lieu où se construit la protéine.
- Dans la constitution d'un ribosome, il existe au moins 70 genres de polypeptides différents et plusieurs genres d'ARN ribosomal.
- Chez les eucaryotes, la fabrication des ribosomes a lieu dans une région du noyau nommée Nucléole, qui en fabrique plusieurs milliers par heure.
- La présence sur l'ADN de plus de 600 exemplaires du gène qui code la fabrication de l'ARNr permet une très grande accélération de la vitesse de fabrication des ribosomes.
- Les ribosomes sont constitués:
 - De 4 types d'ARNr différents
 - Et de protéines
- Les ribosomes fonctionnels sont constitués de deux sous unités, l'une grande et l'autre plus petite.
- Lorsque le ribosome ne participe pas à la synthèse d'une protéine, les 2 sous unités sont séparées et restent indépendantes.
- Lorsque la synthèse des protéines commence, les 2 sous unités se lient.
- La fabrication des protéines qui constituent les deux sous unités du ribosome se fait dans le cytoplasme, puis elles sont transportées à travers les pores nucléaires et pénètrent dans le noyau pour être assemblées dans le nucléole.
- Durant la synthèse des protéines l'ARNr et l'ARNt entremêlent.

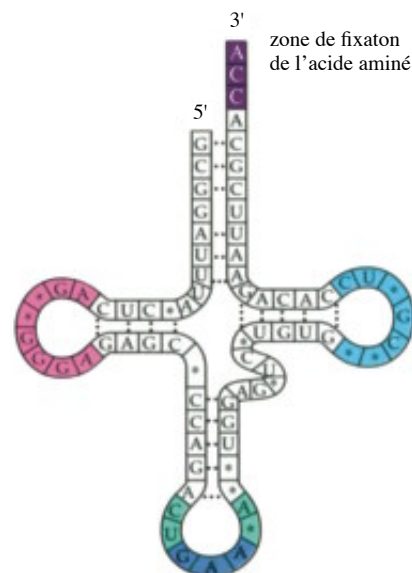


Fig. (2) ARN de transfert

3. L'ARN de transfert : ARNt

- Le troisième type d'ARN qui participe à la synthèse des protéines est l'ARNt.
- Les ARNt amènent les acides aminés à proximité des ribosomes.
- Pour chaque acide aminé, il existe un ou plusieurs ARNt qui reconnaît l'acide aminé et le transporte (les acides aminés qui possèdent plusieurs codes, ont autant d'ARNt que de codes).



- Sur une partie de l'ADN il existe 7 ou 8 gènes qui codent la fabrication des ARNt.
- Chaque molécule d'ARNt a la même forme. Certaines parties s'enroulent en formant des boucles qui gardent leur forme grâce à des liaisons hydrogène entre des bases azotées conjuguées (dans la même chaîne) Fig. 2.
- Il existe 2 régions de l'ARNt qui jouent des rôles importants dans la synthèse des protéines:
 - **La zone de liaison de l'ARNt avec son acide aminé.** Elle est composée de trois bases azotées CCA à l'extrémité 3' de la molécule d'ARNt.
 - **L'Anticodon:** C'est un triplet de bases azotées complémentaires au codon porté par l'ARNm. Le codon (sur l'ARNm) et l'Anticodon (sur l'ARNt) conjugués restent liés temporairement, ce qui permet à l'acide aminé porté par l'ARNt de se placer dans la protéine en formation. Fig. 2.

D) Le code génétique

Le code génétique est une succession des bases azotées dans des triplets sur le m-ARN et qui est transcrit d'un des rubans de l'ADN et le m-ARN se transmet vers les ribosomes qui à leur tour lisent (lecture) et traduisent (traduction) la succession des bases azotées de l'ARNm en une succession d'acides aminés qui forment une protéine. Quel est le nombre de nucléotides correspondant à la reconnaissance d'un ARNt portant 1 acide aminé spécifique?

- Nous savons qu'il existe 20 types d'acides aminés différents qui entrent dans la composition des protéines. Mais il n'existe que 4 types de nucléotides différents qui entrent dans la composition de l'ARN; A, U, G, C.

Le "Langage génétique" (sur l'ARNm) ne contient que 4 lettres, et avec ces 4 lettres il faut constituer (au minimum) 20 "mots" ou codons correspondant à un acide aminé déterminé.

- Si chaque mot était constitué d'une lettre on ne pourrait constituer que 4 mots (A, U, G, C) et donc il n'y aurait que 4 acides aminés.
- Si chaque mot n'était constitué que de 2 lettres, on ne pourrait constituer que 4^2 mots ou codons = 16. ce qui serait insuffisant pour les 20 acides aminés qui constituent les protéines.
- Par contre si chaque codon est formé de 3 nucléotides, on obtient $4^3 = 64$ codons différents, ce qui est largement suffisant pour coder les 20 acides aminés.

Donc le nombre minimal de nucléotides qui forment un codon est 3.

- Vers 1960 on a pu démontrer la structure tripartite du codon (3 nucléotides par codon), mais ce n'est qu'en 1965 que l'on a pu déterminer le code correspondant à chaque acide aminé. (tableau 2). Dans ce tableau, on remarque que les triplets de nucléotides correspondent aux codons de l'ARNm.

Dans l'ADN les triplets qui correspondent aux codons présentés dans le tableau, peuvent se déduire car leurs bases azotées sont conjuguées à celles de l'ARNm.



On remarque aussi:

- Qu'il y a généralement plus d'un codon pour chaque acide aminé.
- Qu'il existe un codon qui commande le début de la construction de la protéine (AUG).
- Qu'il existe 3 codons (UGA, UAA, UAG) qui commandent l'arrêt de la construction de la protéine.

Le code génétique est universel:

Chez tous les êtres vivants (bactéries, virus, champignons, végétaux ou animaux), le même codon détermine le même acide aminé.

Ceci est une preuve que tous les êtres vivants ont un ancêtre commun (la même origine).

La mise en place de ce code est très ancienne, car tous ces groupes d'êtres vivants, ont évolué ensuite indépendamment depuis des centaines de millions d'années.

Tableau : Code génétique

Ce tableau donne la correspondance entre les codons portés par l'ARNm et les acides Aminés.

Première base	Deuxième Base				Troisième base
	U	C	A	G	
U	UUU Phénylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cystéine	U
	UUC Phénylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cystéine	C
	UUA Leucine	UCA Serine	UAA stop	UGA stop	A
	UUG Leucine	UCG Serine	UAG stop	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Thréonine	AAU Asparagine	AGU Serine	U
	AUC Isoleucine	ACC Thréonine	AAC Asparagine	AGC Serine	C
	AUA Isoleucine	ACA Thréonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG (START) Méthionine	ACG Thréonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acide	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Glutamique acide	GGG Glycine	G



La synthèse des protéines

- La synthèse des protéines commence lorsque la petite sous unité du ribosome se lie avec la molécule d'ARNm dont le premier codon est AUG (dirigé vers le haut).
- Ce premier codon AUG va se conjuguer avec l'anticodon UAC de l'ARNt portant l'acide aminé Méthionine.
- La Méthionine devient donc le premier acide aminé de la protéine qui va se former.
- Puis la grande sous unité du ribosome va se lier avec l'ensemble déjà constitué. (ARNm + ARNt + petite sous unité du ribosome).
- A ce moment la synthèse de la protéine peut commencer.
- Sur les ribosomes il existe 2 sites où les ARNt peuvent se fixer: (Fig. 3).
 - Le site peptidyl "P", sur lequel est actuellement le codon :début" AUG.
 - Le site amino acyl "A".
- **La protéine commencera à se former suivant 3 étapes qui se répètent:**
 1. L'anticodon d'un autre ARNt se lie avec le codon suivant de la molécule d'ARNm. Ce nouvel ARNt abandonnera son acide aminé qui deviendra l'acide aminé suivant dans la chaîne protéique.
 2. L'enzyme Peptidyl - transférase, qui provoque la formation d'une liaison peptidique entre les deux acides aminés, fait partie de la grande sous unité du ribosome. Après la liaison des 2 premiers acides aminés, le premier ARNt se retrouve "vide", il quitte le ribosome et peut se fixer à une autre Méthionine (libre dans le cytoplasme). L'autre ARNt dans le ribosome porte maintenant 2 acides aminés enchaînés.
 3. Puis il y a déplacement du ribosome le long de l'ARNm. Le codon suivant glisse en position A sur le ribosome, et le cycle recommence. L'anticodon d'un autre ARNt vient reconnaître ce codon, et le troisième acide aminé est accroché aux précédents. Et ainsi de suite
- La synthèse de la protéine s'arrête lorsque le ribosome arrivera sur un codon "arrêt" sur l'ARNm. Il existe une protéine nommée "facteur de libération" qui se lie au codon "arrêt" et qui provoque la séparation des deux sous unités du ribosome et l'éloignement du ribosome de l'ARNm.

Remarque: dès le début de la construction de la protéine, lorsque le ribosome a terminé la lecture de l'extrémité 5', et dès qu'elle se trouve libérée, un autre ribosome va venir se fixer sur cette extrémité 5' et commencer une nouvelle construction de protéines.

Généralement, plusieurs ribosomes travaillent en même temps sur le même ARNm (il peut y en avoir une centaine). Chacun d'eux traduit et se déplaçant sur l'ARNm en même temps. Cet ensemble de ribosomes accrochés sur un même ARNm se nomme: polyribosome.

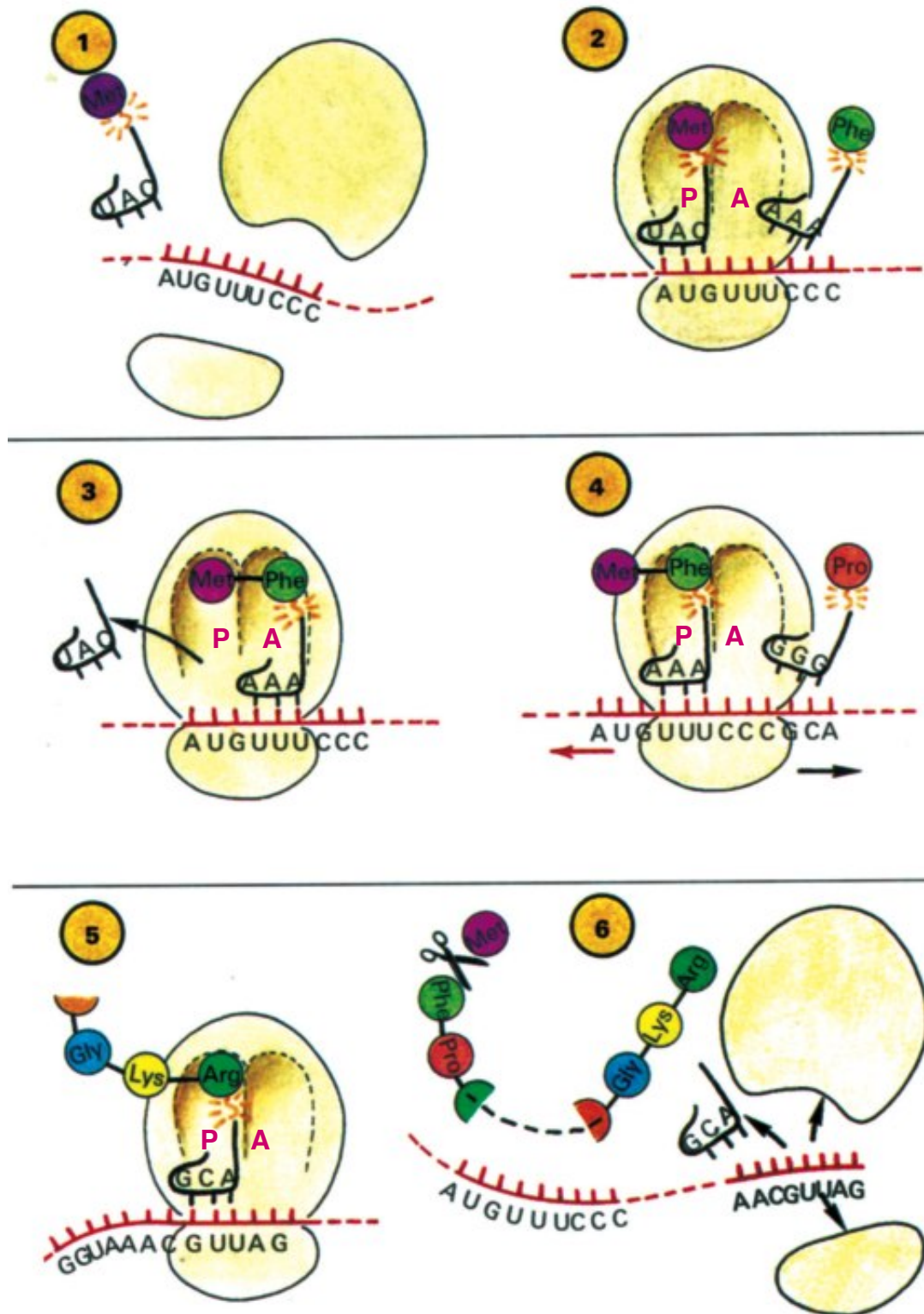


Fig. (3) Etapes de la synthèse des protéines



G) Le génie génétique

Par la connaissance de ce qui se passe au début et à la fin de la synthèse de la protéine, grâce aux progrès de la génétique, on a mis au point des techniques qui facilitent l'isolement de gènes utiles et leur duplication à des millions d'exemplaires (grâce aux bactéries ou aux levures). On peut ainsi analyser ces gènes afin de connaître la succession de leurs nucléotides.

On peut ainsi comparer la structure des gènes d'un même individu ou les gènes d'individus différents.

La connaissance de la succession des nucléotides dans un gène permet de déterminer la succession des acides aminés dans la protéine codée par ce gène.

On a pu transporter des gènes fonctionnels dans des cellules végétales ou animales.

On peut construire aussi des molécules d'ADN à la demande. En 1979, Khorana a pu produire un gène artificiel et l'introduire dans une bactérie. Récemment on a trouvé des gènes à partir desquels on a pu découper de courtes chaînes d'ADN contenant une succession de nucléotides désirée, et les utiliser pour la synthèse de protéines. En modifiant le code, on peut échanger un acide aminé par un autre et ainsi étudier l'influence de la présence de certains acides aminés sur la fonction de la protéine.

Toutes ces découvertes permettent de transformer le génome pour le bien de l'humanité.

Nous présenterons maintenant quelques techniques utilisées en génie génétique:

1. Les hybrides d'acides nucléiques

- En portant des molécules d'ADN à une température de 100°C on casse les liaisons hydrogène qui lient les bases azotées conjuguées dans la double hélice et les deux chaînes se séparent. On obtient ainsi 2 chaînes instables.
- Lorsqu'on abaisse la température, les deux chaînes indépendantes se relient entre elles, donnant une double hélice stable.
- On a pu obtenir des doubles chaînes formées d'une chaîne d'ARN et d'une chaîne d'ADN, à condition que chacune des deux chaînes contienne de courtes successions de bases azotées complémentaires. L'adhésion des deux chaînes dépend du degré de complémentarité des deux chaînes entre elles.
- On peut mesurer l'intensité de l'adhésion entre les deux chaînes de nucléotides par l'énergie nécessaire pour séparer à nouveau les deux chaînes.



Plus l'adhésion entre les deux chaînes est forte, plus la température nécessaire à leur dissociation est élevée.

- On utilise ces propriétés pour produire des doubles chaînes hybrides, en mélangeant des acides nucléiques de deux origines différentes (par exemple provenant de deux espèces différentes) et en les portant à 100°C. lorsque le mélange se refroidit, il se reforme les doubles chaînes d'origine et certaines chaînes hybrides (constituées de chaînes d'origines différentes).

Utilisation de l'ADN hybride:

1. Cette technique permet aussi de savoir où et en quelle quantité se trouvent certains gènes sur le chromosome. On prépare une chaîne de nucléotides complémentaires à ceux du gène à étudier. Des isotopes radioactifs sont utilisés pour fabriquer cette chaîne. On peut ainsi les repérer dans les chaînes. Puis la chaîne de nucléotides est mélangée à l'ADN à étudier. On déduit l'existence du gène recherché de la rapidité avec laquelle se forment les doubles hélices radioactives.
2. Enfin, cette technique sert à préciser le degré de parenté dans l'évolution entre différentes espèces ou genres.

Plus deux espèces sont proches dans l'évolution, plus leurs ADN sont semblables et leur degré d'hybridation est élevé.

2. Les enzymes de restriction chez les bactéries

- On sait que certains virus ne peuvent se développer qu'à l'intérieur de certaines variétés de la bactérie: *Escherichia coli* et seulement dans ces variétés.
- Dans les années 70, on a découvert que des variétés d'Ecoli résistant à l'infection par les virus, fabriquaient des enzymes qui reconnaissent des zones particulières de la molécule d'ADN viral et la coupent en petits morceaux (non actifs).

On les a nommés enzymes de restriction.

- La question posée est la suivante: pourquoi ces enzymes de restriction n'attaquent pas l'ADN de la bactérie?

On a découvert que les bactéries fabriquent des enzymes qui protègent leur propre ADN.

Ces enzymes accrochent un groupement méthyle (CH_3) aux nucléotides des zones de l'ADN bactérien qui ressemblent aux zones reconnues par les enzymes de restriction sur l'ADN viral.

- Ces enzymes de restriction sont abondantes dans les micro-organismes. On a isolé plus de 250 enzymes de restriction chez diverses bactéries. Chacune d'entre elle reconnaît une succession particulière de 4 à 7 nucléotides et coupe la molécule d'ADN à proximité de la zone reconnue. (Fig. 4).

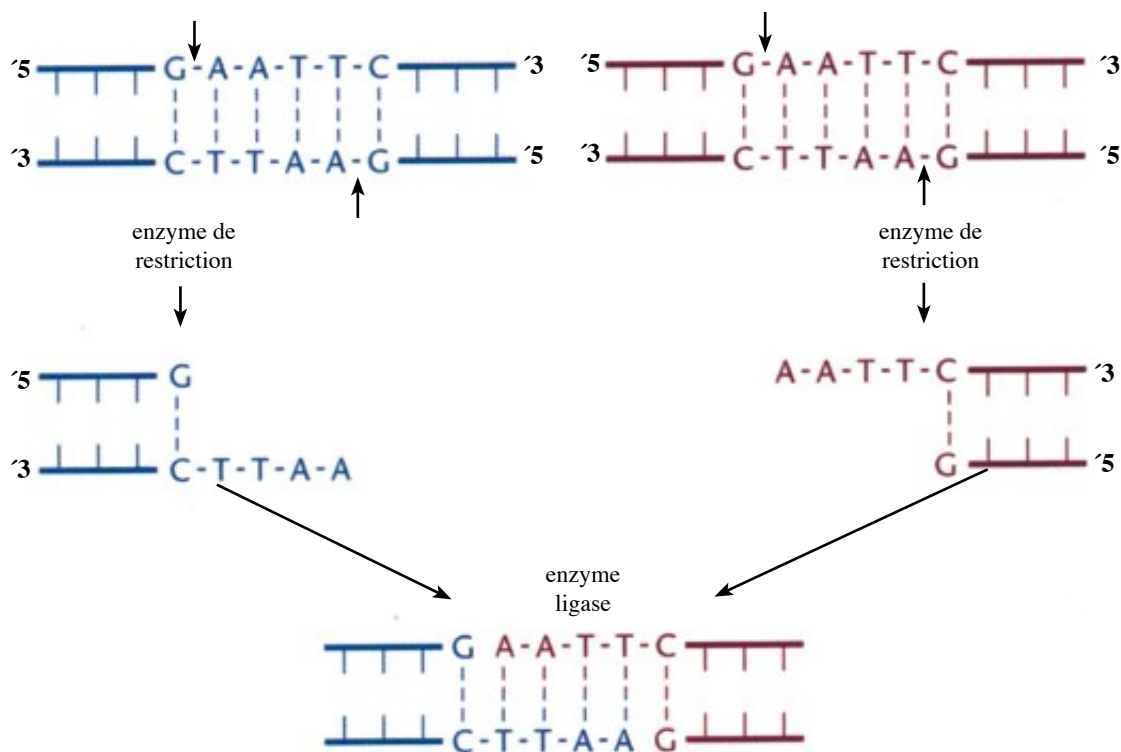


Fig. (4) les enzymes de restriction pour couper l'ADN et ligase lier deux extrémités

La succession des bases azotées reconnues par l'enzyme de restriction est la même sur chaque chaîne d'ADN dans le sens de la lecture 5' → 3'.

- Chaque enzyme de restriction est capable de couper toutes les molécules d'ADN quelle que soit leur origine (ADN viral ou bactérien cellule animale ou végétale), si ces molécules d'ADN renferment un ou plusieurs exemplaires de la zone reconnue.
- Les enzymes de restriction permettent donc de découper des morceaux d'ADN dont on connaît les extrémités.

Les extrémités libres de ces morceaux d'ADN sont appelés: extrémités cohésives. Les bases azotées d'une extrémité cohésive se conjuguent avec celles d'une extrémité d'un morceau d'ADN qui a été découpé par la même enzyme de restriction. On peut lier les deux extrémités dans une même chaîne grâce à une enzyme: la ligase.

- Grâce à cette technique les chercheurs peuvent accrocher un morceau d'ADN (portant un gène intéressant) à une autre molécule d'ADN.



3. La duplication de l'ADN sélectionné

- On peut produire un grand nombre de copies du gène ou de la partie d'ADN que l'on désire (Fig. 5) en l'attachant à une molécule qui l'emportera dans une bactérie. Habituellement ce transporteur est un virus (phage) ou un plasmide.
- Pour accrocher le gène étranger ou la portion d'ADN à un plasmide, il faut faire agir sur l'ADN portant le gène et sur le plasmide la même enzyme de restriction afin que les extrémités cohésives possèdent des bases azotées complémentaires.

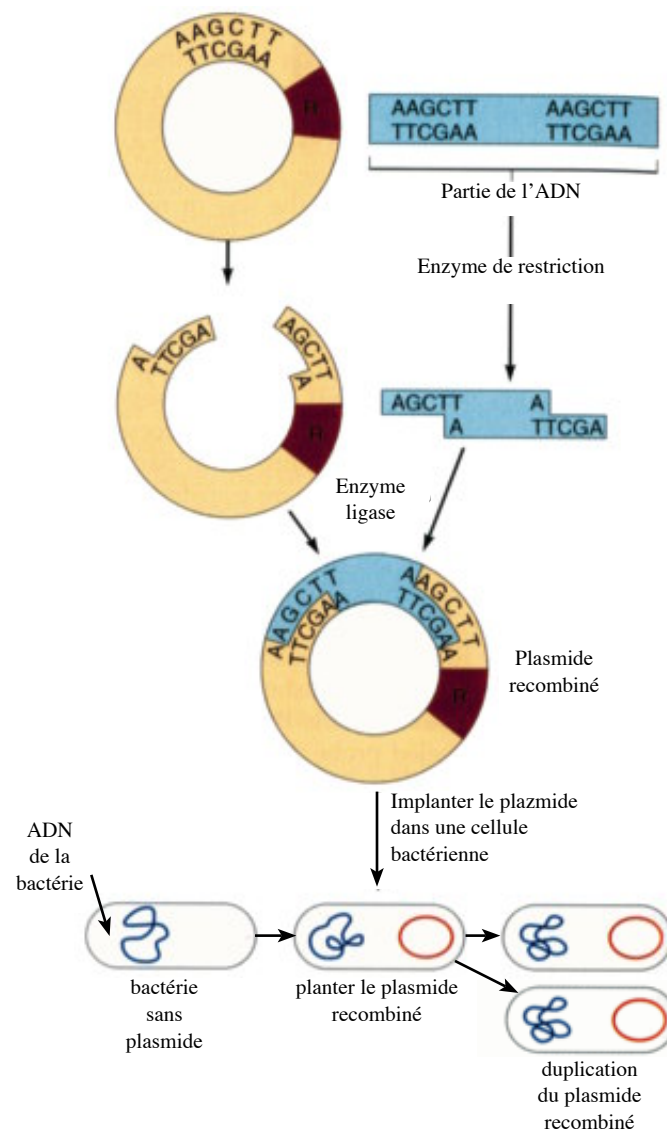


Fig. (5) duplication de l'ADN



- Lorsqu'on mélange le gène isolé et le plasmide que l'on a découpé, leurs extrémités cohésives se reconnaissent, leurs bases azotées se conjuguent et les extrémités se lient grâce à la ligase.
- Puis on met le plasmide porteur du gène en présence de bactéries ou de levures préalablement traitées afin d'augmenter leur perméabilité à l'ADN. Certains plasmides arrivent à pénétrer à l'intérieur de ces bactéries ou de ces levures. Ces cellules se développent et se divisent, et les plasmides qu'elles contiennent se dupliquent en même temps que leur propre ADN.
- Ensuite on peut briser ces cellules, et en utilisant toujours la même enzyme de restriction et on peut isoler le gène intéressant et le séparer par centrifugation.
- Grâce à cette technique, on a obtenu une quantité suffisante de gènes ou de parties d'ADN dont on peut étudier la succession des nucléotides. De même, on peut implanter (greffer) un gène ou une portion d'ADN dans une autre cellule.

- Il existe deux façons d'obtenir des morceaux d'ADN:

■ On isole l'ADN existant d'une cellule, puis on le coupe à l'aide d'enzymes de restriction.

On a pu obtenir des milliers de copies de morceaux d'ADN (à partir du génome d'un mammifère par exemple) en accrochant ces morceaux à un plasmide ou à l'ADN d'un phage qui se dupliquent à l'intérieur d'une bactérie.

■ La technique suivante est préférable:

on utilise des cellules dont les gènes sont actifs; par exemple des cellules pancréatiques qui fabriquent de l'insuline ou des cellules qui fabriquent l'hémoglobine des globules rouges. Dans ces cellules, il existe une grande quantité d'ARNm qui portent le message nécessaire à la construction de ces protéines.

On isole l'ARNm désiré et on l'utilise comme un moule pour construire la molécule d'ADN complémentaire.

Une enzyme, la transcription inverse, construit une molécule d'ADN à partir d'un moule d'ARNm. Ce phénomène ressemble beaucoup à la transcription de l'ADN en ARNm, mais en sens inverse. Le code qui permet la fabrication de cette enzyme se trouve dans l'ARN des virus à ARN.

Cette enzyme est utilisée pour transformer l'information génétique portée par l'ARN de ces virus en ADN, Cet ADN se lie ensuite dans l'ADN de la cellule hôte.

Lorsque la construction de cette chaîne d'ADN est terminée, une ADN polymérase construit une chaîne complémentaire qui permet la formation d'une double hélice d'ADN qui se duplique ensuite.

- on utilise un instrument nommé Réaction de chaîne polymérase (PCR) pour dupliquer l'ADN qui utilise l'enzyme taq polymérase pour dupliquer les morceaux d'ADN, cette enzyme s'active à la température haut.



Utilisation de l'ADN recombiné

Ces dernières années la technique de l'ADN recombiné (intégration d'une partie de l'ADN d'un être vivant dans une cellule d'un autre être vivant) a permis de nombreuses réalisations.

Certains biologistes tentent de faire pénétrer des copies de gènes dans les cellules d'un individu dont les gènes présentent des anomalies. De cette façon il est possible d'éliminer la maladie due à ce mauvais fonctionnement des gènes et d'éviter d'utiliser des médicaments chimiques.

Il semble que cette technologie puisse être dangereuse, si on l'utilise dans d'autres buts (ce point est controversé).

Les applications pratiques de l'ADN recombiné

1. En 1982, les Etats-Unis ont permis l'utilisation de la première protéine fabriquée grâce à la technologie de l'ADN recombiné: l'insuline humaine (utilisée pour le traitement du diabète).

L'insuline était jusqu'alors extraite du pancréas de certains animaux comme le porc.

Cette opération était pénible, longue et coûteuse.

Malgré le prix élevé de l'insuline humaine produite par les bactéries, elle est indispensable pour certains malades qui sont allergiques à l'insuline produite par d'autres animaux (il existe de petites différences entre l'insuline humaine et l'insuline des autres animaux).

Grâce à l'amélioration des moyens de production, l'insuline humaine deviendra moins chère.

2. De même on est arrivé à sélectionner des bactéries qui portent le gène produisant l'interféron humain. C'est une protéine qui empêche la duplication des virus (surtout les virus à ARN, comme par exemple ceux qui causent l'influenza et la poliomyélite). Les interférons sont produits à l'intérieur du corps humain et sont libérés par les cellules atteintes par le virus. Ils protègent les cellules voisines contre l'attaque du virus. Les interférons peuvent donc être utilisés pour soigner certaines maladies virales (certains cancers par exemple).

L'interféron utilisé en médecine jusqu'en 1970 était extrait difficilement à partir de cellules humaines. Il était rare et coûteux.

Dans les années 80, les chercheurs ont introduit 15 gènes humains à l'intérieur de bactéries pour la fabrication d'interférons.

De cette façon, l'interféron devrait devenir moins coûteux et être produit en grande quantité.

Les premières études pour l'utilisation d'interféron dans le traitement des cancers n'ont pas été un succès en raison de difficultés techniques qui seront certainement surmontées.

Bientôt les agronomes pourront introduire dans le génome des céréales, des gènes de résistance aux herbicides et à certaines maladies des végétaux.

On essaye d'isoler et de transporter des gènes existant chez les légumineuses à d'autres plantes. Les racines de légumineuses contiennent des bactéries capables de fixer l'azote de l'air et de le transformer de telle façon que la plante puisse l'utiliser. Si on pouvait implanter ces gènes chez les céréales et que leurs racines puissent contenir ces bactéries, on n'aurait pas à ajouter d'engrais



azoté (très coûteux), qui contribuent à la pollution de l'eau.

Certaines utilisations du génie génétique étaient encore il y a peu de temps des utopies.

■ On a pu implanter des gènes d'une variété de *Drosophile* à un embryon d'une autre variété. On les a greffés dans une cellule reproductrice, et ils ont été transmis aux générations suivantes. (les *Drosophiles* ont eu les yeux rouges alors que leurs parents avaient des yeux marron).

■ D'autres chercheurs ont fait entrer des gènes qui permettent la synthèse de l'hormone de croissance d'un souris géante ou d'un homme dans le génome d'une souris naine.

Chez ces dernières la taille a augmenté et ce caractère a été transmis aux générations suivantes.

■ Les gènes choisis et transportés d'une cellule à l'autre dans ces dernières expériences ont peu d'intérêt; ils ont été choisis, car ils donnaient des caractères bien visibles.

■ Si on possédait une variété de bactéries contenant un gène responsable de la fabrication d'un poison et qu'on la libère dans le milieu naturel, que se passerait-il ?

Selon certains chercheurs, l'événement est peu probable.

Les bactéries utilisées dans les expériences de recombinaison de l'ADN vivent normalement dans l'intestin de l'homme (*E.coli*). actuellement, celles-ci sont devenues incapables de se multiplier dans le corps humain (seulement dans des tubes à essai).

Le génome humain :

En 1953, la découverte de Watson et Crick était la meilleure. Elle a prouvé que le gène est une double hélice de l'ADN, Après quoi, les chercheurs ont commencé à faire des investigations sur les gènes. En 1980, l'idée du génome est apparue dans ce temps là le nombre de gènes humains connus était à peu près 450 gènes. En 1985 nombre a triplé pour passer à 1500 gènes quelques-uns de ces gènes étaient la cause de l'augmentation du cholestérol dans le sang [une des causes des maladies cardiaques] et d'autres favorisent l'atteinte par les maladies cancéreuses.

Les chercheurs ont pu déduire qu'il y a entre 60 - 80 mille gènes chez l'Homme portés par 23 paires de chromosomes. Leur ensemble est connu par le génome humain.

On a pu découvrir presque la moitié de ces gènes jusqu'à présent.

Les chromosomes sont arrangés de 1 à 23, le chromosome (x) ne participe pas à cet arrangement. Il suit le septième chromosome par rapport à la taille mais il se trouve à la fin des chromosomes, il a le numéro 23. Par exemple: Parmi les gènes découverts celui de l'empreinte, il est porté par le 8ème chromosome le 9ème chromosome porte les groupes sanguins. Ainsi que les gènes responsables de l'insuline et de la formation de l'hémoglobine qui se trouvent sur le 11ème chromosome. Le gène du daltonisme et celui de l'hémophilie sont portés par le chromosome (x).

Par la continuité des recherches dans le génome humain et la connaissance de sa composition, il sera possible de déterminer le rôle des gènes humains.



L'importance du génome humain :

1. connaître les gènes qui causent les maladies héréditaires répandues ou rares.
2. connaître les gènes qui causent l'incapacité des organes pour accomplir leur rôle.
3. le profit de ce génome pour la fabrication des médicaments qui n'ont pas d'effets secondaires.
4. l'étude de l'évolution par la comparaison du génome humain avec les gènes des autres êtres vivants.
5. l'amélioration des générations par la découverte des gènes de maladie l'embryon avant sa naissance, et la possibilité de les traiter.

Récemment on peut déterminer précisément les caractères d'un être humain à partir d'un cheveu ou d'un spermatozoïde.

À partir du génome humain on peut dessiner une photo qui montre les traits du visage d'une personne.

Un cheveu qui tombe peut révéler toutes les informations héréditaires, et les autres seront qui sont - ti ?

Questions

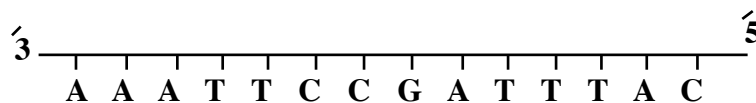
Question 1 : Choisissez la bonne réponse :

1. En évaluant le pourcentage des bases azotées dans l'acide nucléique d'un être vivant on a trouvé que: $T = 26\%$ $A = 20\%$ $G = 23\%$ $C = 31\%$

Cet acide est donc:

- a) ADN à double hélice
 - b) ADN à un seul brin
 - c) ARNt
 - d) ARNr
2. La matière héréditaire ARN se trouve chez :
- a) Les souris
 - b) le blé
 - c) les virus Sida
 - d) le bactériophage
3. Le codon est triplet sur:
- a) l'ADN
 - b) l'ARNm
 - c) l'ARNt
 - d) l'ARNr
4. Puisque les codons sont triplets, alors la probabilité de leur variation sera :
- a) [3] 3
 - b) [4] 3
 - c) [3] 4
 - d) [4] 2
5. Si le polypeptide est formé par 21 acides aminés, donc le minimum des nucléotides qui forme l'ARNm sera :
- a) 21
 - b) 42
 - c) 64
 - d) 69

Question 2 : Ce schéma représente une partie de l'ADN :



- a) Ecrivez la succession du brin complémentaire.
- b) Ecrivez la succession sur l'ARNm.
- c) Calculez le taux de $\frac{A + C}{T + G}$ sur la double hélice



Question 3 :

Un gène [X] formé de 150 paires de nucléotides. Quel est le nombre des acides aminés qui participent à la formation de la protéine correspondante?

Question 4 :

Par l'analyse du chromosome d'un virus on a obtenu les pourcentages suivants des bases azotées:

A = 18%

C = 32%

U = 18%

G = 32%

Quel est le genre de l'acide nucléique de ce virus? Pourquoi?

Question 5 :

Chez les bactéries la duplication et la traduction ont lieu en même temps à cause de l'absence de la membrane nucléaire qui entoure la matière héréditaire:

- Les deux expressions sont correctes et il y a une relation entre elles.
- Les deux expressions sont correctes mais il n'y a aucune relation entre elles.
- Les expressions sont fausses.
- La première est correcte mais la deuxième est fausse.
- La première est fausse mais la deuxième est correcte.

Question 6 :

Laquelle des expressions suivantes est fausse? Pourquoi ?

- Les deux sous-unités du ribosome ne s'appliquent que pendant la traduction de l'ARNm en protéine correspondante.
- La traduction de l'ARNm a lieu sur un seul ribosome.
- Les mitochondries et les ribosomes possèdent un ADN.
- Le nombre des variétés de l'ARNt est égal a celui des 20 genres d'acides aminés.
- Le gène est une protéine qui détermine l'apparition d'un caractère.

Question 7 :

Commentez:

- Les deux brins de l'ADN sont dans deux sens opposés.
- Les enzymes ligases jouent un rôle important dans la stabilité héréditaire des êtres vivants.
- Le génome de la salamandre est 30 fois plus grand que celui de l'Homme et malgré cela elle possède un plus petit nombre de caractères.
- Le pouvoir de quelques bactéries à décomposé l'ADN viral.



5. Le codon de l'enzyme transcriptase inverse se trouve chez les virus à ARN.
6. Le code génétique est considéré comme une preuve de l'évolution.
7. Les virus subissent des variations rapides.
8. Des milliers de ribosomes sont formés par heure.
9. La queue d'adénine de l'ARNm n'est pas traduite en acide aminé.
10. Les protéines sont variées bien qu'elles soient formées par les mêmes unités.

Question 8 :

Que savez vous de ce qui suit:

- Le plasmide
- le facteur de libération.
- le code génétique
- le codon de départ
- le polysome
- le génome humain
- l'anticodon
- le codon d'arrêt.

Question 9 :

Choisissez de la colonne [B] ce qui convient à la colonne [A] :

Colonne [A]	Colonne [B]
1. l'enzyme désoxyribonuclease	a) répare les erreurs de l'ADN
2. l'enzyme hélicase	b) sépare les 2 brins d'ADN
3. l'enzyme ADN polymérase	c) dé compose complètement l'ADN
4. l'enzyme transcriptase inverse	d) coupe l'ADN à des endroits déterminés.
5. l'enzyme ligase	e) accroche un nouveau nucléotide dans le sens 3'.
6. l'enzyme de restriction	f) transcrit l'ARNm à partir de l'ADN
7. l'enzyme ARN polymérase	g) transcrit l'ADN à partir de l'ARNm



Question 10 :

Comparez :

- a) Un nucléotide ADN et un nucléotide ARN.
- b) L'ADN chez les eucaryotes et chez les procaryotes.
- c) Les protéines constitutives et les protéines régulatrices.
- d) L'ADN hybride et l'ADN recombiné.

Question 11 :

La plupart des expériences faites pour prouver que l'ADN est la matière héréditaire sont appliquées sur les bactéries et les virus. Expliquez une de ces expériences.

Question 12 :

Quelle est l'importance du génome humain ?

Question 13 :

Expliquez brièvement les étapes de la synthèse des protéines à partir de la duplication de la matière héréditaire.

تم الطبع بالشروق الحديثة - القاهرة
بالمواصفات الفنية الآتية

عدد الصفحات : ١٣٦ صفحة

المقاس : ٥٧ × ٨٢ سم

نوع الورق : لا يقل الداخلى عن ٨٠ جرام والغلاف ٢٠٠ جرام

ألوان الطبع : ٤ لون للداخلى والغلاف

رقم الإيداع : ١٨٨٠٧ / ٢٠٠٥

جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم
داخل جمهورية مصر العربية

الشروط

الحديثة للطباعة والتغليف

القاهرة : ٨ شارع سيبيويه المصرى - ت : ٢٤٠٢٣٢٩٩ - فاكس : ٢٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
مدينة العبور - المنطقة الصناعية