

PROGRAMME DE BIOLOGIE NIVEAU TERMINALE SCIENCES EXPÉRIMENTALES :

Première partie : La biologie cellulaire et moléculaire :

Chapitre I : la nature de l'information génétique et la synthèse des protéines (12h)

La nature de l'information génétique

L'expression de l'information génétique (synthèse des protéines)

Chapitre II : la transmission de l'information génétique (28h)

Les divisions cellulaires

La transmission d'un seul caractère : le Monohybridisme

La transmission de deux caractères : le Monohybridisme

La transmission de deux gènes liés : Estimation de la distance

La transmission d'un gène lié au sexe

La génétique humaine

Les mutations et somations

Deuxième partie : la physiologie de l'organisme humain

Chapitre III : la communication (42h)

Les relations de l'organisme avec le milieu intérieur

Les réflexes

Le fonctionnement du système nerveux

Etude d'un effecteur moteur : le muscle strié squelettique

Etude d'une fonction sensorielle : la vision

La régulation humorale

La régulation de l'équilibre hydrominéral

La régulation de la glycémie

L'intégration neuro-hormonale : l'automatisme cardiaque

Chapitre IV : La reproduction humaine (24h)

La formation des gamètes mâles et femelles

Les cycles sexuels et régulation de la sécrétion des hormones sexuelles

Les étapes de la reproduction

La maîtrise de la reproduction : les méthodes contraceptives

Les maladies sexuellement transmissibles et le VIH/SIDA.

Chapitre V : les réponses immunologiques (12h)

Le fonctionnement du système immunitaire

Les dysfonctionnements du système immunitaire (VIH/SIDA, allergie)

Les aides à la réponse immunitaire (Greffes, Vaccinothérapie, sérothérapie).

1^{ère} partie : bio-cellulaire et moléculaire :

I-LA NATURE DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE ET LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES :

1-Qu'est-ce que l'information génétique ?

L'information génétique est l'ensemble des instructions codées nécessaires à l'expression d'un caractère héréditaire.

2-Quelle est la nature de l'information génétique ?

L'information génétique est de nature moléculaire grâce à la molécule d'acide désoxyribonucléique(ADN) qui la code.

3-Où est localisée l'information génétique ?

L'information génétique est localisée dans le noyau cellulaire précisément sur les gènes d'ADN chromosomique : c'est-à-dire le noyau contient des chromosomes (chimiquement constitués d'ADN et des histones). L'ADN contient des gènes (unité fondamentale de l'information génétique). Les gènes portent des informations élémentaires sous forme de codes en lettres par triplet : c'est l'information génétique.

4-Qu'est-ce que l'ADN ?

L'ADN (Acide DésoxyriboNucléique) est le principal constituant des chromosomes. Il est une disposition héréditaire qui assure la détention de l'information génétique.

5-Quelle est la structure de l'ADN ?

Poly-nucléotide de poids moléculaire très élevé de quelques millions de gramme, l'ADN est une molécule codée formée de deux longues chaînes de nucléotides enroulées en hélices.

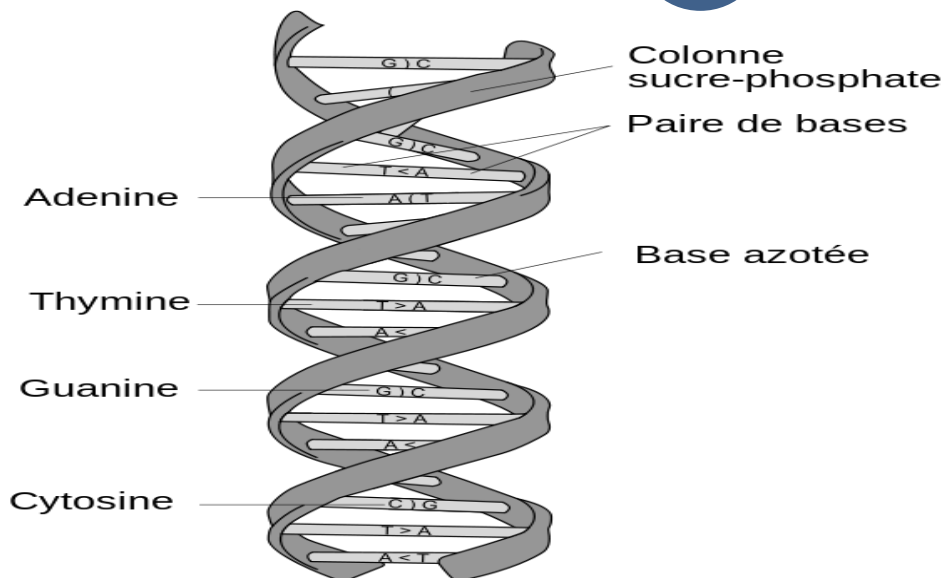
L'hydrolyse d'un nucléotide d'ADN montre qu'il est chimiquement constitué de :

- Un acide phosphorique (H_3PO_4) ;
- Un sucre désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$) ;
- Une des bases azotées qui peut être purique Adénine (A) ou Guanine (G); pyrimidique Thymine (T) ou Cytosine (C).

La structure d'ADN présente deux types de liaisons :

- La liaison "solide ou covalente" qui relie l'acide phosphorique d'un nucléotide au sucre d'un autre nucléotide ;
- La liaison "fragile ou faible hydrogène" qui lie les bases azotées entre elles par complémentarité : double entre Adénine et Thymine ($A=T$ ou $T=A$) et triple entre Guanine et Cytosine ($G=C$ ou $C=G$) d'où le rapport $A+G/T+C=1$ (structure normale d'ADN dans toutes les cellules).

Schéma de la structure de l'ADN :



6-Quelles sont les propriétés de l'ADN ?

La molécule d'ADN possède deux propriétés :

La propriété auto-catalytique ou réplication (duplication) :

C'est la capacité que possède l'ADN de dupliquer ses deux chaînes en formant deux molécules filles rigoureusement identiques à la molécule initiale ou mère.

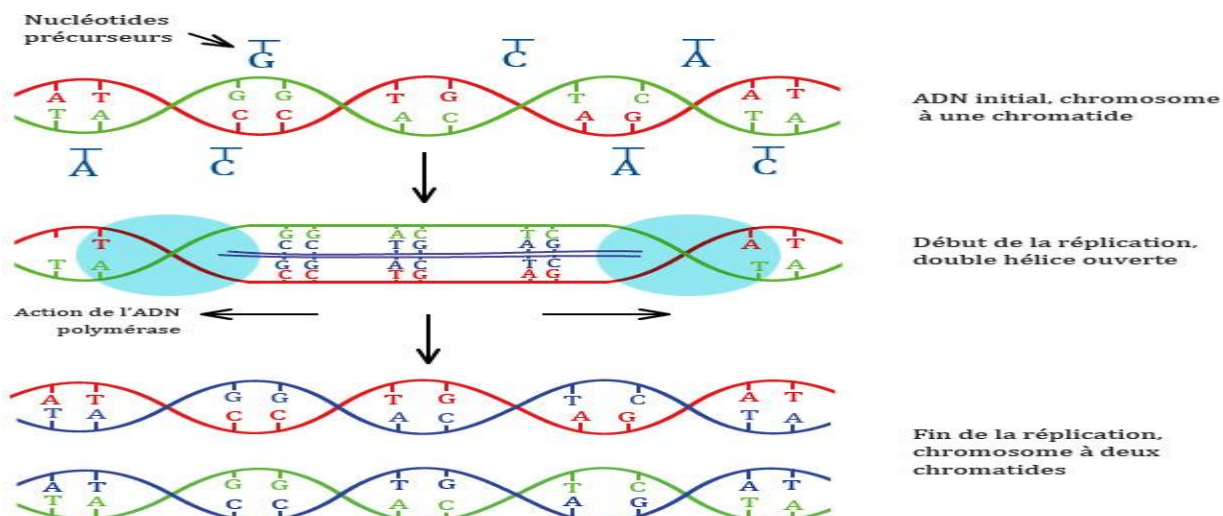
La propriété hétéro-catalytique : lorsque l'ADN déclenche la synthèse des protéines par l'intermédiaire de l'ARN messager (ARNm).

NB : ces processus se déroulent pendant l'interphase précisément la période S.

7-Comment se déroule la réplication d'ADN ?

Le mécanisme de réplication d'ADN s'effectue comme suit : « les deux chaînes de nucléotides d'ADN s'écartent après rupture des liaisons faibles liant les bases. Chaque chaîne forme par complémentarité de ses bases la chaîne ou brin complémentaire "néoformé" identique à la moitié perdue : c'est le modèle semi-conservatif ».

SCHEMA ILLUSTRANT LE DÉROULEMENT DE LA RÉPLICATION DE L'ADN



8-Qu'est-ce que l'ARN ?

L'ARN (Acide Ribo-Nucléique), est le principal acide nucléique du cytoplasme qui assure la transmission de l'information génétique nécessaire à la synthèse des protéines.

9-Comment se compose l'ARN ?

Poly-nucléotide, la molécule d'ARN est formée d'une seule courte chaîne de nucléotides.

L'hydrolyse d'un nucléotide d'ARN montre qu'il est constitué d'éléments chimiques :

- Un acide phosphorique (H_3PO_4) ;
- Un sucre ribose ($C_5H_{10}O_5$) ;
- Une des bases azotées qui peut aussi être purique : Adénine (A) ou Guanine (G) ou bien pyrimidique : Cytosine (C) ou Uracile (U) qui remplace la Thymine de l'ADN.

10-Combien de types d'ARN existe-t-il ?

Il existe principalement deux types différents d'ARN intervenant dans la synthèse des protéines :

ARN messager (ARNm) : c'est l'ARN long formé d'une chaîne en spirale qui assure le transfert de l'information relative à la synthèse des protéines de l'ADN du noyau au cytoplasme.

*ARN de transfert (ARNt) : c'est une molécule d'ARN très courte qui assure la mobilisation et fixation des acides aminés dans le cytoplasme pour la formation de la chaîne polypeptidique.

NB : en plus de ces deux ARN, existe aussi l'ARN ribosomal (ARNr) très mal connu qui est en fait la portion d'ARNm qui gagne les ribosomes en constituant sa sous-unité pour la synthèse des protéines.

11-Quelle différence existe entre ADN et ARN ?

La différence dans l'étude comparée entre les acides nucléiques s'attèle sur plusieurs éléments que vous montre ce tableau ci-après :

Éléments de comparaison	ADN (acide désoxyribonucléique)	ARN (acide ribonucléique)
Localisation	N o y a u	C y t o p l a s m e
Longueur	L o n g	C o u r t
Nombre de chaînes ou brins	2 chaînes (bicaténaire ou biplex)	1 chaîne (monocaténaire ou monoplex)
Bases azotées	-Puriques (Adénine et Guanine) ; -Pyrimidiques (Cytosine et Thy)	-Puriques (Adénine et Guanine) ; -Pyrimidiques (Cytosine et Uracile)
S u c r e s	Désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$)	Ribose ($C_5H_{10}O_5$)
Fonction	Détection de l'information génétique "Architecte"	Transmission de l'information génétique "Moyen"
Espèces	Une seule	ARNm et ARNt ; parfois ARNr

II-La synthèse des protéines :

1-Qu'est-ce que le code génétique ? Anticodon ? Codon ?

Le code génétique est un système de correspondance entre l'ordre des gènes (séquences de nucléotides) et l'ordre des protéines (séquences d'acides aminés).

Le codon : c'est une succession de trois nucléotides ou triplet qui désigne un acide aminé.

Exemple : AUG (méthionine).

L'anticodon est le complémentaire du code initial.

Exemple : sur ADN : TAC correspond à AUG sur ARN.

2-Comment et pourquoi le code d'ADN à l'ARN est-il dit code génétique ?

Les 64 combinaisons possibles d'un système de trois lettres du motif "codon" des nucléotides d'ARN permettent d'établir la liste de vingt (20) acides aminés naturels dans un ordre précis:

Le code génétique

		Deuxième nucléotide									
		U		C		A		G			
Premier nucléotide	U	UUU	phényl-alanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cystéine	U C A G	
		UUC		UCC		UAC		UGC			C
		UUA	leucine	UCA		UAA	STOP	UGA	STOP		A
		UUG		UCG		UAG		UGG	tryptophane		G
	C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	U C A G		
		CUC		CCC		CAC		CGC		arginine	C
		CUA		CCA		CAA	glutamine	CGA			A
		CUG		CCG		CAG		CGG			G
	A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine	U C A G	
		AUC		ACC		AAC		AGC			C
		AUA		ACA		AAA	lysine	AGA	arginine		A
		AUG	méthionine	ACG		AAG		AGG			G
	G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide	GGU	U C A G		
		GUC		GCC		GAC	aspartique	GGC		glycine	C
		GUA		GCA		GAA	acide glutamique	GGA			A
		GUG		GCG		GAG		GGG			G
		Troisième nucléotide									

Les 20 acides aminés

Acide glutamique	Glu	E
Acide aspartique	Asp	D
Alanine	Ala	A
Arginine	Arg	R
Asparagine	Asn	N
Cystéine	Cys	C
Glutamine	Gln	Q
Glycine	Gly	G
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I

Leucine	Leu	L
Lysine	Lys	K
Méthionine	Met	M
Phénylalanine	Phe	F
Proline	Pro	P
Sérine	Ser	S
Thréonine	Thr	T
Tryptophane	Trp	W
Tyrosine	Tyr	Y
Valine	Val	V

3-Quelles sont les particularités ou caractéristiques du code génétique ?

*Le code génétique est redondant : c'est-à-dire plusieurs codons désignent un seul acide aminé et le seul ;

*Le code génétique est non-ambigu : c'est-à-dire un seul codon désigne un seul acide aminé et le seul. C'est le cas de la méthionine et de tryptophane ;

*Le code génétique porte des codons "non-sens" ou "codons stop" capables de bloquer la synthèse des protéines (UAA, UAG et UGA).

NB : -le code génétique est à moitié universel car tous les êtres vivants n'en possèdent pas. C'est le cas de certains virus qui ne porte pas l'ARN.

-Le code génétique est non-chevauchant : sa représentant est ordonné et correcte.

4-Quels sont les acteurs de la synthèse des protéines ?

La synthèse des protéines se déroule dans une sorte d'usine qu'est la cellule sous l'action de certains facteurs :

-le modèle détenteur de l'information génétique (ARNm) ;

-les adaptateurs de liaison entre l'ARNm et les acides aminés (ARNt) ;

-le stock cellulaire d'acides aminés (Cytoplasme) ;

-les systèmes de lecture (Ribosomes) ;

-les fournisseurs d'énergie ATP (facteurs enzymatiques et protéiques) conditionnant le fonctionnement des ribosomes.

5-Comment se déroule la biosynthèse des protéines ?

Le mécanisme de synthèse des protéines se déroule dans le cytoplasme pendant l'interphase en deux grandes étapes :

A-Transcription : se déroulant dans le noyau cellulaire sous forme de l'ARN-polymérase, la transcription est un processus au cours duquel une des chaînes double d'ADN sert de modèle à la formation de l'ARN messager (ARNm) en transférant l'information relative à la synthèse des protéines du noyau au cytoplasme.

B-Traduction : s'effectuant dans le cytoplasme, la traduction est le passage du langage nucléotique (séquence de nucléotides) en langage peptidique (séquence d'acides aminés activés).

Elle se déroule en trois phases successives :

a-Initiation : c'est la fixation du premier ARN-transfert (ARNt) sur le codon initiateur de l'ARN-messager (ARNm).

b-Elongation : c'est la phase de synthèse de la chaîne polypeptidique sous l'exigence de l'ARN-messager et ARN-transfert pendant leur progression le long des ribosomes.

c-Terminaison : c'est l'arrêt de la synthèse par la rencontre de la chaîne polypeptidique avec un codon non-sens ou codon stop (UAA, UAG ou UGA). La chaîne ainsi libérée est fonctionnelle et prend le nom de protéine.

Chapitre II : transmission de l'information génétique (48h)

Qu'appelle-t-on division cellulaire ? Comment se déroule-elle ?

La division cellulaire est un processus physiologique permettant à une cellule de se diviser en donnant naissance aux cellules identiques.

Il existe essentiellement deux types de divisions cellulaires :

A-La mitose : elle est une division conforme au cours de laquelle une cellule se divise et dédouble ses chromosomes en donnant naissance aux cellules filles rigoureusement identiques à la cellule mère en nombre de chromosome. Donc elle est une division au cours de laquelle le nombre de chromosomes est conservé. En d'autre terme, la mitose est une division au cours de laquelle une cellule mère diploïde donne naissance à deux cellules filles diploïdes rigoureusement identiques à la molécule mère.

1-Comment se déroule la mitose ?

Le mécanisme de mitose se déroule en quatre (4) phases :

***Prophase** (30 à 45mn) : est une phase caractérisée par :

- disparition de la membrane nucléaire et du noyau ;
- dédoublement du centrosome en deux asters qui fixent aux pôles cellulaires ;
- formation du fuseau achromatique à partir du protoplasme ;

-condensation des chromatides en chromosomes visibles unis par leur centromère.

***Métaphase** (3 à 7mn) : une phase caractérisée par l'alignement des chromosomes et formation de la plaque équatoriale.

***Anaphase** (0 à 3mn) : une phase caractérisée par :

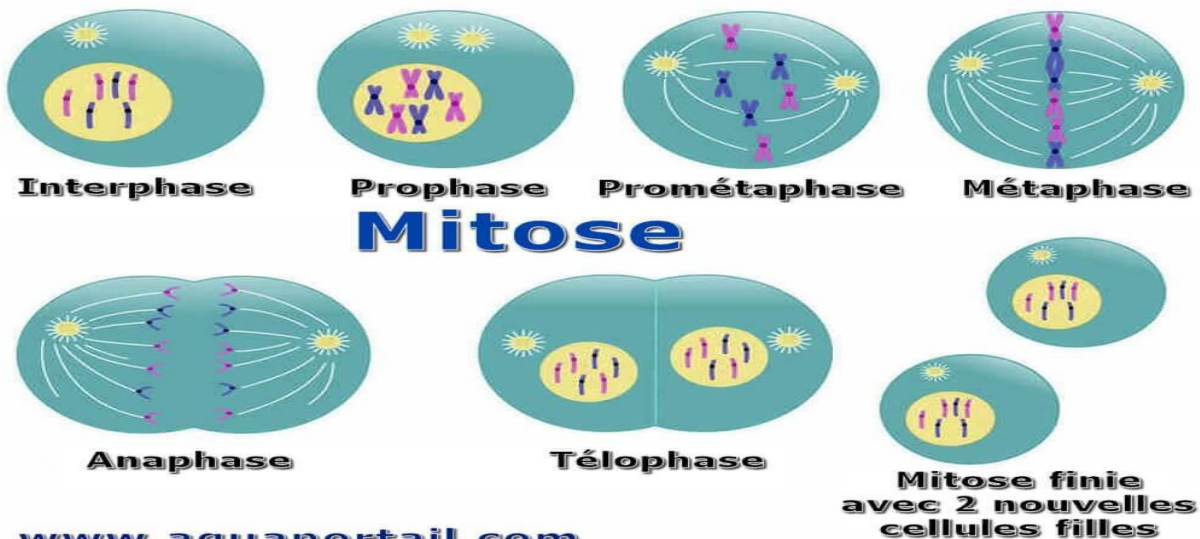
-séparation des chromosomes et migration de deux chromatides de chaque chromosome qui se fixent au fuseau achromatique de sorte qu'à chaque pôle se trouvent (2n) chromosomes à 4 chromatides.

***Télophase** (0 à 15mn) : une phase caractérisée par :

-l'apparition de la membrane nucléaire et du nucléole (noyau) ;

-la reconstitution du centrosome ;

-la formation de deux cellules filles à (2n) chromosomes et 4 chromatides identiques à la cellule mère.



www.aquaportail.com

2-Quelle est l'importance de la mitose ?

Division ordinaire, la mitose est un processus très important dans la vie des êtres vivants. Elle se déroule dans tout l'organisme et intervient dans :

-la croissance de l'organisme par multiplication des cellules ;

-le renouvellement et remplacement continus des cellules et tissus usés par nécrose ou apoptose ;

-la coagulation sanguine par multiplication des plaquettes sanguines lors de l'hémorragie ;

-la cicatrisation des plaies.

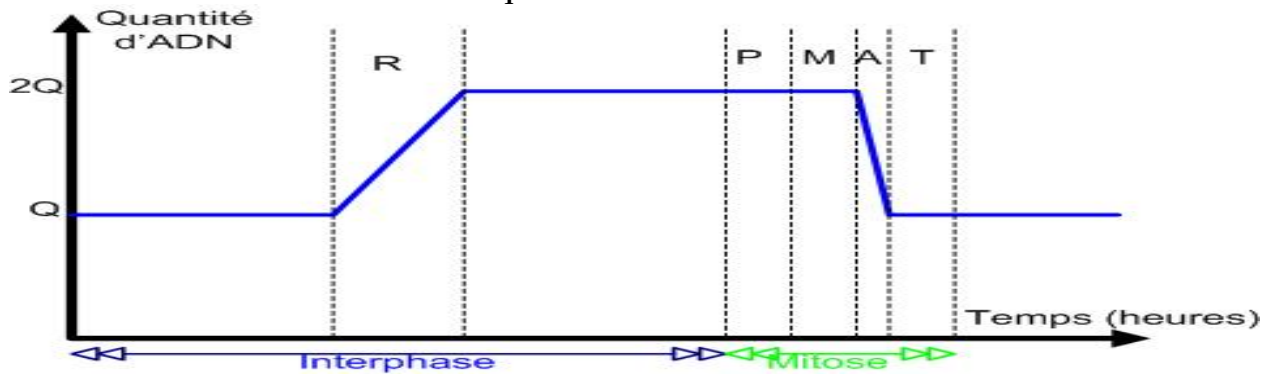
NB : la mitose est aussi à l'origine de la formation des cellules sexuelles (ovule et spermatozoïdes chez l'espèce humaine).

Le cycle cellulaire est un intervalle de temps dans lequel se divise une cellule après avoir crue et dupliqué son ADN (interphase). Il associe l'interphase de longue durée et la division cellulaire.

Un cycle cellulaire a une durée moyenne de 15 heures dont 14h d'interphase et 1h de division.

La quantité d'ADN est constante durant la mitose.

La courbe de variation de la quantité d'ADN au cours d'une mitose :



B-La méiose : division des cellules sexuelles qui réduit de moitié le nombre de chromosomes et la quantité d'ADN, la méiose est une division au cours de laquelle une cellule mère diploïde ($2n=4!$) se divise en donnant une ou plusieurs cellules filles haploïdes.

1-Quels sont les différents types de méioses ?

Il existe principalement, deux types de méioses :

- Méiose réductionnelle (méiose I) et
- Méiose équationnelle (méiose II).

a-Qu'est-ce que la méiose réductionnelle ?

La méiose I ou mitose réductionnelle : c'est la division cellulaire au cours de laquelle une cellule-mère diploïde ($2n=4$ chromatides) se divise en donnant naissance aux cellules-filles haploïdes ($n!=2$ chromatides). En d'autre terme, la méiose réductionnelle est une division au cours de laquelle la quantité d'ADN et le nombre de chromosomes sont réduits de moitié.

Comment se déroule la méiose réductionnelle ?

Elle se déroule en quatre (4) phases :

Prophase1: caractérisée par :

- appariement des chromosomes homologues formant les tétrades ;
- échanges de segments homologues par crossing-over au niveau du chiasma (point de chevauchement entre chromatides non sœurs).

Métaphase1: caractérisée par :

- la disposition des tétrades (chromosomes appariés) au centre de la cellule et formation de la plaque équatoriale.

Anaphase1: caractérisée par :

-La séparation, la migration et fixation des (n) chromosomes à (2) chromatides vers chacun des pôles de la cellule en division. Chaque pôle présente (n) chromosome à (2) chromatides non fissurés.

Télophase1 : caractérisée par :

-l'individualisation de deux cellules filles (n) chromosomes à (2) chromatides. Elle est confondue à la prophase de la méiose équationnelle (méiose II). Donc non suivie d'une interphase (absence de réplication d'ADN).

b-Qu'est-ce que la méiose équationnelle ?

La méiose équationnelle (Méiose II) : c'est une division cellulaire au cours de laquelle une cellule-mère haploïde (n) chromosomes à (2) chromatides se divise en donnant naissance à une ou plusieurs cellules-filles haploïdes (n) chromosomes à (1) chromatides.

Comment se déroule le mécanisme de la méiose équationnelle ?

Souvent comparable à la mitose ordinaire, la méiose équationnelle se déroule en quatre (4) phases successives :

Prophase 2 : confondue à la prophase1, est caractérisée par :

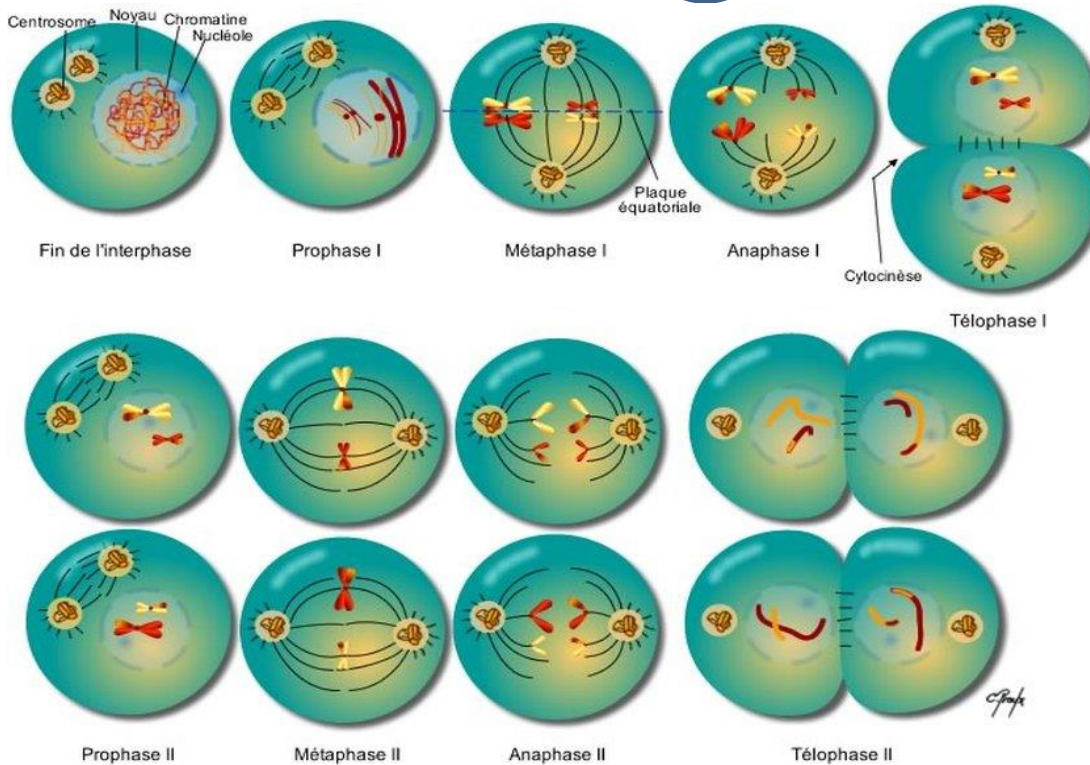
- les cellules (n) chromosomes à (2) chromatides s'individualisent puis poursuivent leur division ;
- la disparition du centrosome et formation des asters qui se fixent aux pôles cellulaires ;
- finalement la fissuration des (n) chromosomes à (2) chromatides.

Métaphase 2 : caractérisée par l'alignement des chromosomes fissurés sur le plan de l'équateur formant la plaque équatoriale.

Anaphase 2 : caractérisée par la séparation, migration vers les pôles cellulaires et fixation des deux chromatides de chaque chromosome sur le fuseau achromatique de sorte à obtenir (n) chromosomes à une seule chromatide : elles sont haploïdes.

Télophase 2 : caractérisée par :

- formation de la membrane nucléaire et du nucléole portant la moitié du nombre de chromosomes et de la quantité d'ADN;
- la cytokinèse et l'individualisation d'une cellule-fille (ovule) ou 4 cellules-filles (spermatozoïdes) (n) chromosomes à une seule chromatide chacune.

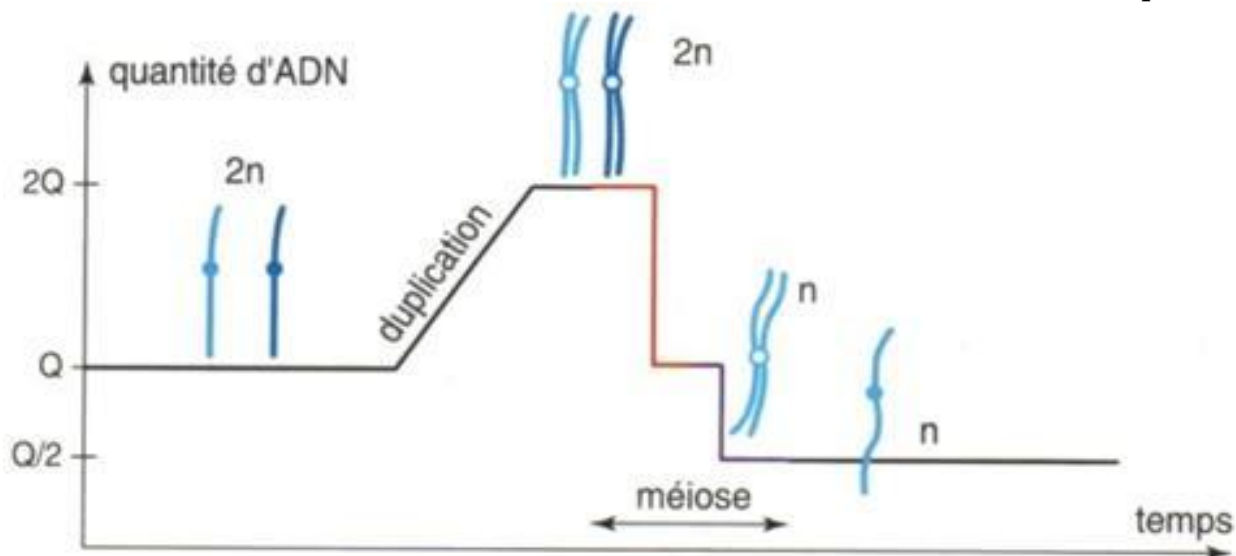


d-Quelle est l'importance de la méiose ?

Se déroulant uniquement dans les organes sexuels, la méiose permet:

- la formation des gamètes ou cellules sexuelles mâles (spermatozoïdes chez l'homme) et femelles (ovule chez la femme) ;
- la diversité des êtres vivants et la conservation de l'identité de chaque famille ;
- d'établir l'arbre généalogie ou la phylogénétique des êtres vivants.

Courbe de variation du taux D'ADN au cours des divisions méiotiques.



Que dit la théorie chromosomique de l'hérédité ?

C'est la théorie selon laquelle les chromosomes sont le support des gènes d'ADN qui détiennent et gouvernent l'expression de l'information génétique.

L'emplacement d'un gène sur un chromosome est le "locus" dont plusieurs locus forment le "loci".

Le même gène occupe toujours le même locus sur le même chromosome.

-Deux gènes sont indépendants lorsqu'ils sont situés sur deux chromosomes différents.

Les différentes formes de représentation d'un même gène constituent l'allèle.

-Deux gènes sont allèles ou allélomorphes ou alléliques lorsqu'ils gouvernent un même caractère et sont situés sur un locus identique.

-Deux allèles sont hétérozygotes lorsqu'ils sont différents et gouvernent le même caractère différemment. Lorsque l'un est dominant et l'autre récessif, le caractère exprimé dépend de celui dominant (dominance). S'ils sont tous dominants, le caractère exprimé dépend des deux gènes (codominance) et s'écrivent tous en majuscule.

-Deux gènes sont homozygotes lorsqu'ils sont identiques et gouvernent le même caractère sous la même forme. Ils peuvent être récessifs (s'écrivent tous en majuscule toujours homozygotes) et ne s'expriment jamais non couplés ; ou dominants et s'expriment tous les deux.

-L'ensemble des caractères visibles ou apparents chez un individu constitue le "phénotype".

-L'ensemble des représentations alléliques d'un gène constitue le "génotype". Le caractère est "ce qui se voit" et le gène "ce qui se transmet".

3-Que disent les lois de Gregor Mendel ?

Après plusieurs années d'expériences d'hybridation sur les pois, Mendel établit en 1955 des lois qui régissent la transmission des caractères chez tous les végétaux et les animaux :

a-/ 1^{ère} loi ou loi d'uniformité des hybrides de la F1 :

Enoncé : « Le croisement entre deux individus de lignée pure différents par un ou plusieurs caractères, fournit en F1 des hybrides tous identiques : soit ils ressemblent à l'un des parents (dominance) ou ils réalisent une forme intermédiaire (codominance) ».

b-/2^{ème} loi ou loi de pureté des gamètes ou loi de disjonction des caractères allélomorphes :

Enoncé : « les individus de la F2 sont différents (hétérogènes). Cette différence s'explique par une séparation indépendante des caractères allèles lors de la formation des gamètes purs (cellules sexuelles) ».

c-/3^{ème} loi ou loi du polymorphisme de F2:

Enoncé : « lors de la formation des gamètes des poly-hybrides, il y a disjonction indépendante et recombinaison libre des différents couples de caractères allèles puis apparition de nouveaux phénotypes en F2 ».

4-Qu'est-ce que le monohybridisme ?

Le monohybridisme est la transmission d'un seul caractère à la descendance par les parents différents par un seul couple de caractère.

Il peut être autosomal (lié au corps) ou gonosomal (lié au sexe) :

Il est autosomal lorsque le gène responsable de l'expression se situe sur les chromosomes autosomes ou homologues (lié du corps).

Dans ce cas, le croisement d'un mâle AB femelle en X et femelle AB mâle en X donne des descendants (1^{ère} génération ou F1) identiques : c'est le mode d'hérédité autosomale.

Il est dit gonosomal lorsque le gène qui exprime le caractère est porté par les chromosomes sexuels ou gonosomes (X) ou (Z) chez certains êtres vivants.

Dans ce cas, le croisement entre un mâle AB et femelle en X et le croisement réciproque femelle AB mâle en X donne une descendance 50% femelles et 50% mâles différents dans les deux cas : c'est le mode d'hérédité gonosomale (liée au sexe).

5-Quelles sont les statistiques mendéliennes pour le monohybridisme ?

Au cours du monohybridisme avec dominance, les individus apparaissent en F2 dans les proportions $3/4$ - ; $1/4$ (phénotypiquement) et $1/4$ - ; $2/4$ - ; $1/4$ (génomiquement).

au cours du monohybridisme avec codominance, les individus apparaissent en F2 dans les proportions $1/4$ - ; $2/4$ - ; $1/4$ (phénotypiquement et génomiquement).

5-Qu'est-ce que le dihybridisme ?

Le dihybridisme est la transmission de deux couples de caractères à la descendance par les parents différents de deux caractères.

-Dans ce cas la F1 est aussi uniforme ou identique comme pour le monohybridisme lorsque les parents sont de lignée pure homozygotes et que l'hérédité est liée au corps (autosomale).

Il envisage plusieurs formes d'études variées. Et obéit aux mêmes lois de que le monohybridisme.

-Autrement, il peut être lié au sexe : c'est le cas souvent des maladies héréditaires comme le daltonisme et/ou l'hémophilie.

6-Quelles sont les statistiques mendéliennes pour le dihybridisme ?

Au cours du dihybridisme avec dominance absolue et ségrégation indépendante des caractères allèles, les individus apparaissent dans la descendance F2 dans les proportions 9/16- ;3/16- ;3/16- ;1/16 phénotypiquement.

Au cours du dihybridisme avec test-cross (F1×parent récessif) et ségrégation indépendante des caractères allèles, 4 phénotypes apparaissent dans la descendance dans les mêmes proportions 1/4 ;1/4; 1/4 ; 1/4.

Au cours du dihybridisme avec test-cross (F1× parent récessif) et linkage partiel, 4 phénotypes apparaissent dans la descendance dans les proportions égales 2 à 2.

Au cours du dihybridisme avec test-cross (F1×parent récessif) et linkage absolu ou total, 2 phénotypes seulement apparaissent dans la descendance dans les mêmes proportions 1/2- ; 1/2.

7-Comment se transmettent deux gènes liés ?

Deux gènes sont liés lorsqu'ils sont situés sur le même chromosome : cas de linkage (liaison des gènes) qui est l'étude de l'exception faite à la 3^{ème} loi de Mendel.

Le linkage peut être absolu ou partiel :

Le linkage est partiel lorsque la liaison se rompt par crossing-over (enjambement ou chevauchement) chez le sujet hétérozygote de F1 lors du test-cross (F1 × parent récessif) et apparition d'individus recombinés.

Le crossing-over permet de localiser les gènes sur les chromosomes et établir la "carte factorielle" ou "carte chromosomique" conformément au nombre de crossing-over réalisé ou le pourcentage d'individus recombinés dont la distance séparant les gènes est estimée en centimorgan.

Dans le linkage partiel, quatre (4) séries de phénotypes apparaissent dans la descendance dans les proportions égales deux à deux dont :

- deux séries de caractères parentaux ;
- deux séries de caractères d'individus recombinés.

Le linkage est total ou absolu lorsqu'il y a impossibilité de réalisation du crossing-over donc absence d'individus recombinés dans la descendance. Dans ce cas seuls les deux types de phénotypes parentaux seulement apparaissent dans la descendance dans les mêmes proportions un à un.

NB : les études de linkage sont souvent utilisées pour les drosophiles et les maïs.

8-Qu'est-ce qu'une hérédité liée au sexe ? Comment reconnaît-on ce mode ?

Une hérédité est liée aux chromosomes sexuels lorsque le gène responsable de la détermination du caractère est porté par les chromosomes sexuels (X) ou (Z) chez certains êtres vivants : c'est l'exception faite à la 1^{ère} loi de Mendel dans la majorité des cas.

On reconnaît une hérédité liée au sexe par les faits suivants :

- le phénotype de la descendance F1 varie en fonction du sexe de l'individu;
- le croisement réciproque donne différents résultats.

9-Comment se comportent les chromosomes sexuels chez différents êtres vivants ?

Chez l'homme, les drosophiles et les autres mammifères (vache, chienne, brebis, chèvre, chatte...) les femelles sont homogamétiques (XX) : c'est-à-dire ils portent les chromosomes sexuels identiques et les mâles sont hétérogamétiques portant des hétérochromosomes (XY) : c'est-à-dire ils portent des chromosomes sexuels différents dont (Y) est récessif et ne porte pas de gènes.

Chez les volailles (poules, oiseaux, canards...), les papillons, les batraciens (grenouille, crapaud...) et reptiles (lézards, crocodiles, margouillard, caïmans...) les femelles sont hétérogamétiques portant des hétérochromosomes (Zw) ou (XO) et les mâles sont homogamétiques (ZZ) ou (XX).

NB : -La poule est la seule volaille qui porte un seul chromosome sexuel (X) ou (XO).

-les chromosomes (y ; w et 0) ne porte jamais de gènes : ils sont dits récessifs.

V-LA GÉNÉTIQUE HUMAINE :

1-Qu'est-ce que la génétique humaine ?

C'est la discipline biologique qui étudie les modalités de transmissions des caractères héréditaires (hérédité) et leurs variations dans l'espèce humaine (variabilité).

Dans ce fascicule nous allons étudier quelques cas d'hérédité humaine :

b-Qu'appelle-t-on caryotype humain ?

Le caryotype humain est l'ensemble des chromosomes présents dans le noyau d'une cellule humaine. En d'autre terme, il est le bagage chromosomique de chaque espèce humaine. Il comporte 46 chromosomes dans les cellules du corps, soit 23 dans les cellules sexuelles reproductrices. Ces 46 chromosomes sont repartis en 23 paires dont :

22 paires sont identiques pour l'homme et la femme : ils sont dits homologues ou autosomes et

1 paire de chromosomes sexuels qui diffèrent selon le sexe : ils sont dits non homologues ou gonosomes dont :

-deux chromosomes semblables pour la femme (XX) : homogaméties et

-deux chromosomes différents pour l'homme (XY) : hétérogaméties. Cette différence explique l'hérédité du sexe.

c-Comment se détermine le sexe de l'enfant (foetus) ?

-Chez la femme, les chromosomes sexuels étant tous identiques XX, les ovules reçoivent tous un seul chromosome X.

-Chez l'homme, la moitié des spermatozoïdes reçoivent X, l'autre moitié Y.

-C'est donc des spermatozoïdes dont dépend le sexe de l'enfant déterminé au moment de la fécondation. Particulièrement le chromosome récessif Y qui porte le facteur de détermination du sexe (TDF=test factor determining). Le chromosome dominant (X) a aussi son influence dans la détermination du sexe : ce qui évoque l'équiprobabilité de la population.

d-Qu'est-ce que le groupe sanguin ? Comment se transmet-il ?

Le groupe sanguin est un caractère héréditaire autosomal normal exprimé par les gènes du système AB0. Sa transmission suit les lois de Mendel ou loi d'hérédité.

-Il existe quatre (4) groupes : AB, A, B et 0 selon la présence ou non des antigènes A et B dans le sang des individus.

-Le groupe sanguin d'un individu est déterminé par un couple de gènes portés par des chromosomes homologues hérités, l'un du père et l'autre de la mère. Les gènes A et B sont dominants par rapport à 0. Cela permet six (6) combinaisons possibles qui envisagent quatre (4) groupes :

-AB (groupe AB) receveur universel ;

-AA et A0 (groupe A) ;

-BB et B0 (groupe B) et

-00 (groupe 0) donneur universel.

Groupes sanguins	Antigènes sur les hématies	Anticorps dans le sérum
A	A	B
B	B	A
AB	A et B	Néant
0	Néant	A et B

Le groupe sanguin est très important dans le contrôle de parenté entre enfant et ses parents en cas de confusion ou pertes et obéit à certaines règles :

-Les antigènes A et B n'apparaissent jamais chez un enfant si l'un des parents au moins ne le possède pas.

-Un parent du groupe 0 ne peut jamais avoir un enfant du groupe AB.

-Un parent du groupe AB ne peut avoir d'enfant du groupe 0.

-Une mère du groupe 0 et l'enfant du groupe A ou groupe B entraîne l'avortement spontané par la formation des anticorps Anti-A et Anti-B. Cette hémolyse est moins sévère que celui du facteur rhésus.

NB : Le test de COOMBS ou test d'agglutination étudié en classe de 10^{ème} année, est tout à fait différente des règles de transmission des caractères héréditaires.

Les génotypes et phénotypes possibles des groupes sanguins :

Groupes sanguins	Génotypes possibles	Phénotypes possibles
A	A A et A O	[A]
B	B B et B O	[B]
AB	A B	[AB]
O	O O	[O]

e-Qu'est-ce que le facteur rhésus ? Comment se transmet-il ?

Le facteur rhésus est un caractère héréditaire à transmission autosomique dû à plusieurs antigènes dont le plus important est l'antigène D pour lequel il n'y a pas d'anticorps naturel mais un anticorps immun.]

L'antigène D est une substance chimique contenue dans le sang plusieurs individus dits de "facteurs rhésus positifs" plus de 80 à 90% et se note : (Rh+). Les autres qui n'en possèdent pas sont dits de "facteurs rhésus négatifs" au moins 10 à 20% et se note : (Rh-). Génétiquement, le facteur rhésus est déterminé par un gène autosomique qui se trouve sous deux formes : Rh+/Rh- (Rh+ domine Rh-).

Quelques règles de facteur rhésus :

-les parents de rhésus positif (Rh+) peuvent donner un enfant de rhésus négatif (Rh) ;

-les parents de rhésus négatif (Rh-) ne donnent jamais un enfant de rhésus positif (Rh+) ;

-Le facteur rhésus est très important dans le mariage car la crise hémolytique peut avoir lieu en entraînant les avortements spontanés lorsque la mère est de rhésus négatif (Rh-) et l'enfant (fœtus) de rhésus positif (Rh+). Dans ce cas une première grossesse peut se dérouler sans problème mais entraîne la fabrication des anticorps anti-D par la mère contre l'antigène D qui détermine le facteur rhésus chez l'individu humain. Donc son contrôle avant le mariage est essentiel pour éviter du mariage entre l'homme de (Rh+) et une femme de (Rh-).

Facteurs rhésus	Génotypes	Phénotypes
R h +	Rh+Rh+/Rh+Rh-	[Rh+]
R h -	Rh-Rh-	[Rh-]

f-Quelles sont les maladies héréditaires de l'homme ?

Les maladies héréditaires sont des maladies qui affectent le matériel génétique de l'homme.

Il existe principalement deux groupes de maladies héréditaires :

- maladies héréditaires autosomales (liées au corps) ;
- maladies héréditaires gonosomales (liées au sexe).

***Les maladies héréditaires autosomales :**

●**Albinisme** : maladie héréditaire autosomale à caractère récessif due à la défectuosité de synthèse de la mélanine par les mélanocytes de la peau. C'est une maladie exprimée par un gène récessif qui empêche par trouble du métabolisme des acides aminés la synthèse d'une enzyme (tyrosinase) qui transforme la tyrosine en mélanine.

Un malade d'albinisme ou albinos est d'emblée homozygote récessif (aa), il a reçu de chacun de ses parents l'allèle récessif responsable de cette maladie.

La maladie est due à un manque total du pigment appelée mélanine dans la peau et caractérisée par :

- la pâleur de la peau (blanc laiteux) ;
- les phanères (cils, sourcils et cheveux décolorés blanc-jaune très pâle) ;
- l'iris est très clair parfois rose.

Les génotypes possibles :

Allèles	Génotypes	Phénotypes
A	AA	Sain
	Aa	Porteur sain/conducteur
a	aa	Malade ou albinos

●**Drépanocytose** : c'est une anémie à hématie falciforme ou sicklémie (sickle=faucille en anglais), est une maladie héréditaire à caractère codominant due aux gènes mutés responsables de la synthèse de l'hémoglobine anormale (HbS). Elle est caractérisée par la déformation des hématies (globules rouges) dans le sang. L'hémoglobine normale (HbA) est déformée par le remplacement de l'acide glutamique en position 6 par la valine de l'hémoglobine (HbS). Cette maladie dépend de deux gènes dont A (gène normal) et S (gène muté).

Les génotypes et phénotypes possibles :

Allèles	Génotypes	Phénotypes
A	AA (homozygotes)	N o r m a l
S	SS (homozygotes)	Malade/Drépanocytaire (anémie, vie très courte)
A e t S	AS (hétérozygotes)	Porteur sain/conducteur (pas de signes majeurs et résistance élevée contre le paludisme)

***Les maladies héréditaires gonosomales :**

Cas d'hérédité liée au sexe car le gène responsable du caractère est porté par les chromosomes sexuels X de la paire sexuelle (Y ne porte pas le gène). Ce sont des maladies très fréquentes chez les sujets masculins que les sujets féminins, certaines sont d'ailleurs exclusivement masculines.

●Daltonisme : maladie héréditaire liée au sexe est due à un gène récessif (d) porté par les chromosomes sexuels (X) et se traduit par une confusion des couleurs particulièrement le rouge et le vert par le malade : c'est-à-dire le sujet voit le rouge en vert et le vert en rouge. Le sujet lit le chiffre 70 comme 29 et inversement.

Son dépistage est très important dans les écoles d'apprentissage de conduite de voiture pour éviter les accidents d'inattention car le feu rouge signifie le freinage tandis que le feu vert l'accélération.

Quelques règles du daltonisme :

- il n'y a pas d'homme porteur sain du daltonisme ;
- tous les hommes qui portent le gène de la maladie (daltonisme) sont des daltoniens ;
- seule la femme peut être à la fois daltonienne (malade) ou porteuse saine (conductrice).
- tous les malades du daltonisme (femme et homme) sont viables.

Génotypes	Phénotypes	Sains	porteuses	Malades/Daltoniens
	Filles	$X^D X^D$	$X^D X^d$	$X^d X^d$ (rare)
	Garçons	$X^D Y$	Impossible	$X^d Y$

●Hémophilie : maladie héréditaire liée au sexe due à un gène aussi récessif (h) porté par les chromosomes sexuels (X) et caractérisée par une difficulté ou le manque de coagulation du sang. Cela est provoqué par l'absence du facteur de coagulation du sang : une protéine.

Quelques règles de l'étude de l'hémophilie :

- le gène récessif d'hémophilie à l'état homozygote (hh) est létal : alors toutes les filles hémophiles ne sont pas viables ;
- l'homme n'est jamais porteur sain (Hh)/conducteur de cette maladie à cause du chromosome sexuel récessif (Y).

Génotypes	Phénotypes	Sains/normaux	Porteuses saines/conductrices	hémophile
	Filles	$X^H X^H$	$X^H X^h$	$X^h X^h$
	Garçons	$X^H Y$	Impossible	$X^h Y$

g-Etude de l'arbre généalogique :

L'étude des maladies héréditaires de l'homme permet d'établir l'arbre généalogique ou le pédigrée qui est la représentation symbolique de l'évolution de la famille ou de la maladie dans chaque famille de génération en génération. L'établissement de l'arbre généalogique impose l'utilisation de symboles conventionnels sous forme d'une sorte de légende : (voir cahier).

NB : L'étude de l'arbre généalogique se fait le plus souvent dans le cas des maladies héréditaires et l'étude de l'évolution de la maladie.

VI-Les mutations et somations :

A-Qu'est-ce qu'une mutation ?

La mutation est une modification brusque et héréditaire qui affecte le matériel génétique d'un individu dit mutant issu des parents normaux.

1-Quels sont les différents types de mutations ?

Les mutations sont diverses et variées selon le niveau atteint dans le matériel génétique et les formes de modifications, mais nous étudierons certains :

***Les mutations géniques :** situées à l'échelle moléculaire, les mutations géniques affectent la structure du matériel génétique au sein d'un gène. Elles sont dites ponctuelles ou localisées lorsqu'elles affectent un seul triplet de nucléotides : c'est le cas de la drépanocytose. Elles sont invisibles.

Tableau des mutations géniques :

Types de mutations géniques	ARNm du gène normal et protéine synthétisée	ARNm du gène muté et protéine synthétisée
Substitution	CCA-GAG-ACU Proline-Glutamine-Thréonine	CCA-GUG-ACU Proline-Valine-Thréonine
Inversion	UUC-UGG-ACG Phénylalanine-Tryptophane-Alanine	UUC-GGU-GCU Phénylalanine-Glycine-Alanine
Délétion	UAC-ACC-AGG Tyrosine-Thréonine-Thréonine	UAC-CCA-GG Tyrosine-Proline ----
Insertion	UAC-ACC-ACG Tyrosine-Thréonine-Thréonine	UAC-GAC-CAC-G Thréonine-Acide aspartique-Histidine

***Les mutations génomiques :** sont des variations (par aberration sur le nombre de gènes dans un chromosome) qui sont visibles sur le caryotype de l'individu qui affectent le nombre de gènes d'un individu soit par perte (disparition) ou par ajout (insertion).

***Les mutations chromosomiques :** sont des variations (par aberration sur la structure du chromosome) apparentes qui affectent un fragment de chromosome qui peut disparaître (délétion=perte), subir une rotation de 180° se racolant sur le même chromosome (inversion) ou se souder sur un autre chromosome (translocation).

Chez l'espèce humaine, cela comporterait des chromosomes surnuméraires ou déficitaires déformant son caryotype : au lieu de 46, il peut être 47(surnombre) ou 45 (déficit) :

- **soit sur les autosomes (chromosomes homologues du corps)** : c'est le cas de la trisomie 21, trisomie 13, trisomie 18.....

-**soit sur les gonosomes (chromosomes sexuels)** : c'est le cas du syndrome de TURNER (chez la femme avec un seul chromosome sexuel X où $2n=44+X=45$ au lieu de 46) : c'est le déficit X, ou le syndrome de KLINEFELTER (chez l'homme avec ajout d'un chromosome sexuel XXY où $2n=44+XXY=47$ au lieu de 46) donc surnombre.

Les causes ou origines des mutations :

Les mutations sont dues aux agents mutagènes qui sont soit :

- physiques (les rayons ou radiations ionisantes α , β , γ ...);
- ou chimiques (les radioéléments, NH_3 , HNO_3 , acridines, médicament comme colchicine chez la femme enceinte), les rayons ultraviolets solaires qui modifient la structure de l'ADN.

Importance des mutations :

- la diversité génétique des espèces source du polymorphisme de la population ;
- la détermination des maladies chromosomiques et leurs causes.

B-Qu'est-ce que la somation ? Comment se produit-elle par rapport à la mutation ?

On appelle somation, l'ensemble des modifications non héréditaires qui affectent le corps d'un individu au cours de sa vie.

Elle peut dépendre de plusieurs facteurs liés à la vie :

- Le climat (variation climatique) ;
- Les facteurs biotiques et abiotiques ;
- alimentation et conditions d'aliments ;
- la température et la lumière (une lumière intense augmente la pigmentation de la peau)....

NB : les somations n'atteignent pas les cellules germinales donc elles ne sont pas héréditaires.

Tableau comparatif entre mutations et somations :

M u t a t i o n s	S o m a t i o n s
Variations héréditaires	Variations non héréditaires
Variations continues	Variations discontinues
Dues aux gènes, chromosomes, milieux	Dues aux milieux
Affectent le matériel génétique	Affectent le soma (corps)

DEUXIÈME PARTIE : LA PHYSIOLOGIE DE L'ORGANISME

Chapitre III : La communication :

I-Quelles sont les relations de l'organisme avec le milieu extérieur ?

La communication nerveuse repose sur certains mouvements involontaires dus à l'existence des cellules spécialisées et organisées en réseaux. Ces mouvements constituent les réflexes.

A-Qu'est-ce qu'un réflexe ? Comment se produit-il ?

Le réflexe est une réponse involontaire de l'organisme suite à un stimulus ou excitation.

Les réflexes sont repartis en deux grands groupes :

1-Les réflexes innés : ce sont des réactions automatiques et héréditaires de l'organisme.

Les réflexes innés sont naturels et comprennent diverses catégories selon certains critères :

***Selon les milieux de perceptions des sensations :**

On distingue principalement trois groupes de réflexes innés :

-Les réflexes proprioceptifs : dont le milieu de perception est un muscle. Ex : le réflexe myotatique.

-Les réflexes intéroceptifs : le milieu de perception est un organe interne (viscère). Ex : la déglutition

-Les réflexes extéroceptifs : le milieu de perception est un organe externe principalement la peau. Ex : réflexe de retrait de la main.

***Selon la nature des organes effecteurs :**

On distingue deux formes de réflexes :

-Les réflexes glandulaires : l'organe effecteur est une glande (endocrine ou exocrine). Ex : sécrétion de la bile par le foie.

-Les réflexes moteurs : l'organe effecteur est un organe moteur (les muscles). Ex : réflexe de flexion.

***Selon les centres nerveux :**

On distingue trois catégories de réflexes innés :

-Les réflexes cérébelleux : le centre nerveux est le cervelet. Ex : contrôle de la posture.

- Les réflexes bulbaires : le centre nerveux est le bulbe rachidien. Ex : réflexe de salivation.

-Les réflexes médullaires : le centre nerveux est la moelle épinière.

Ils contrôlent les sensibilités sensitives et celles motrices.

Le nerf rachidien est un nerf mixte (sensitivomoteur) rattaché à la moelle épinière et constitué des récepteurs (sensitifs) et des effecteurs (moteurs) :

-les récepteurs (fibres sensibles) passent par la racine postérieure en conduisant l'influx nerveux vers la moelle épinière;

-les effecteurs (fibres motrices) passent par la racine antérieure en conduisant l'influx nerveux de la moelle épinière vers les muscles.

NB : -la section du nerf rachidien entraîne la perte de la sensibilité et de la motricité ;

-la section de la racine postérieure entraîne la perte de la sensibilité seulement ;

-la section de la racine antérieure entraîne la perte de la motricité seulement.

Qu'est-ce qu'un arc réflexe ?

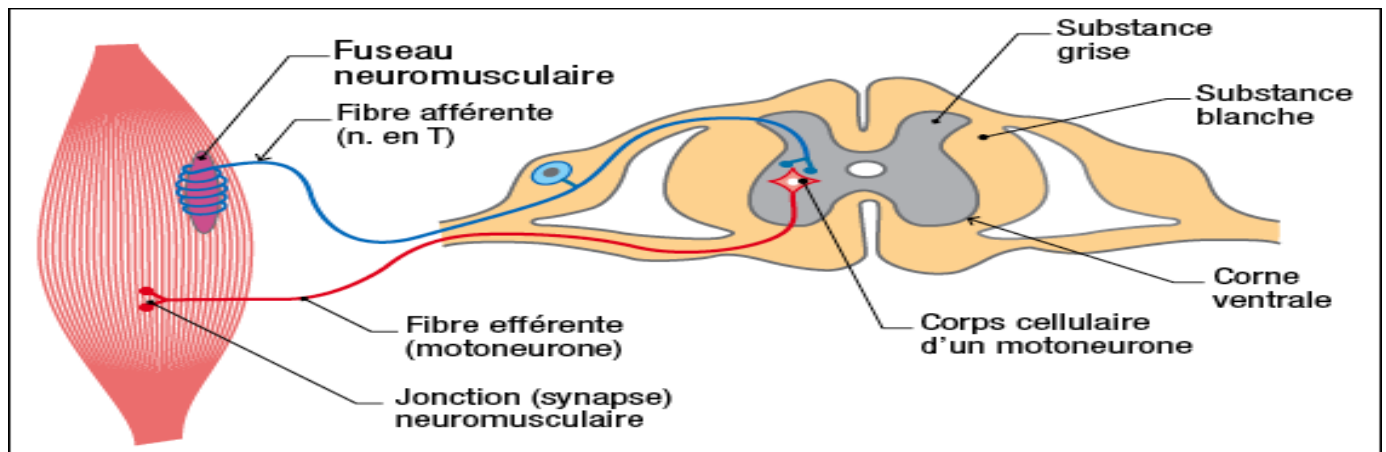
Un arc réflexe est un ensemble de structures anatomiques qui agissent lors d'une réaction réflexe.

Un arc réflexe médullaire est celui qui met en jeu la moelle épinière (centre nerveux).

Comment se présente un arc réflexe médullaire ?

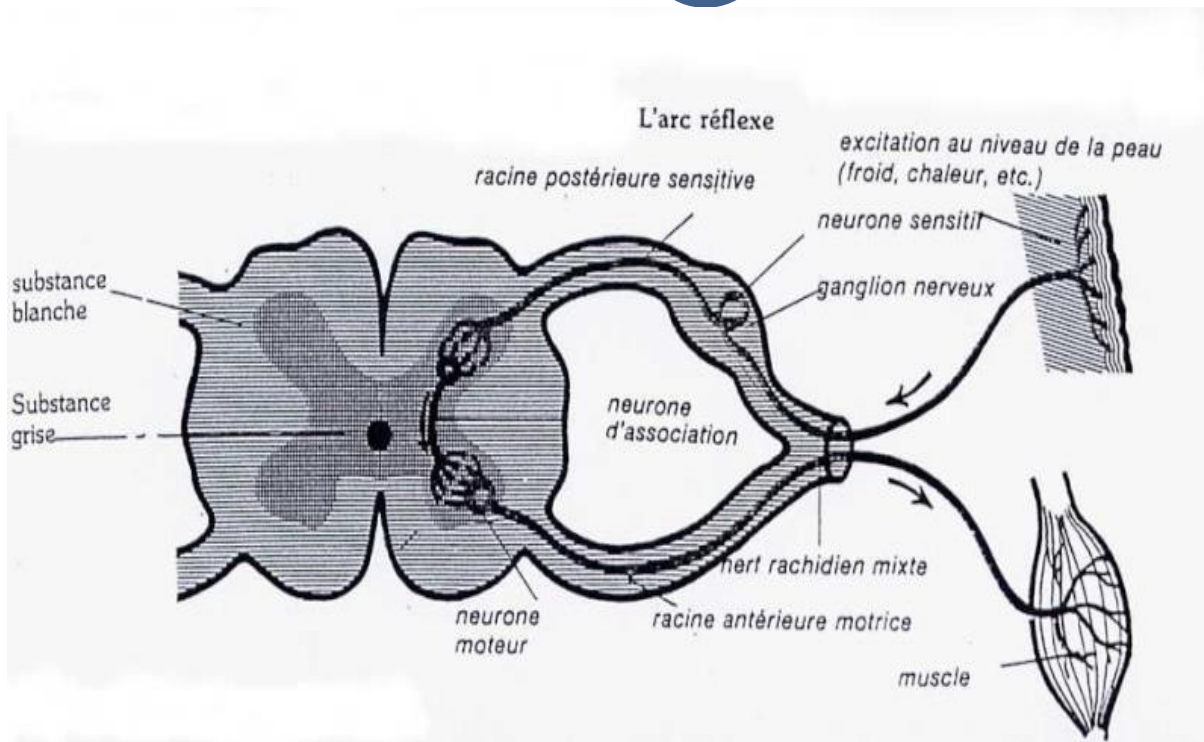
Un arc réflexe médullaire peut être :

§-monosynaptique : lorsque l'influx nerveux passe par une seule synapse. Ex : le réflexe rotulien.



NB : les réflexes proprioceptifs en général.

§-polysynaptique : lorsque l'influx nerveux traverse plusieurs synapses au sein de la moelle épinière.



Ce réflexe fait intervenir trois groupes de neurones :

- le **neurone sensitif** qui conduit l'influx sensitif à la moelle épinière ;
- le **neurone intermédiaire ou d'associations (transverses et verticales)** qui conduisent l'influx nerveux de la racine antérieure à la racine postérieure ;
- le **neurone moteur** qui conduit l'influx nerveux de la moelle aux organes effecteurs.

Quelles sont les structures anatomiques qui entrent dans l'accomplissement d'un arc réflexe ?

Les structures anatomiques qui accomplissent un réflexe sont des éléments indispensables :

- Récepteur sensoriel (Peau)** qui reçoit la sensation qui se traduit en influx nerveux ;
- Nerf sensitif** qui conduit l'influx sensitif du récepteur vers le centre nerveux ;
- Centre nerveux** (moelle épinière, cervelet ou bulbe rachidien) qui reçoit et transforme l'influx sensitif en influx nerveux qui passe dans le nerf moteur ;
- Nerf moteur** qui transmet l'influx nerveux aux muscles (effecteurs) ;
- Effecteur** (muscle) qui effectue réagit au stimulus.

Etude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille :

Dans cette étude, on prépare la grenouille comme suit:

- l'encéphale est détruit (cerveau, cervelet et tronc cérébral) ;
- la grenouille est suspendue à la potence par le nerf sciatique (nerf mixte) ;
- on choisit l'excitant ou le stimulus qui peut être l'acide acétique dilué ;

-on excite en suite la grenouille en plongeant l'une de ses pattes dans l'acide dilué.

Donc sont nécessaires dans un réflexe médullaire chez la grenouille : la peau, le nerf (nerf sciatique), la moelle épinière et les muscles (muscles gastrocnémiens) comme le montre cette figure :

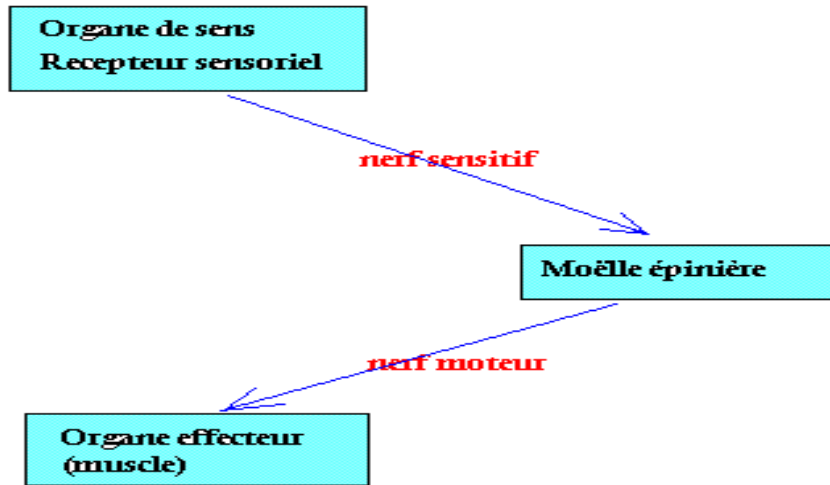


Schéma de l'axe réflexe

Les lois de reflexes :

1^{ère} loi ou loi de seuil : avec l'acide très dilué à faible concentration, pas de réaction : seuil non atteint. Le seuil d'intensité doit être atteint pour avoir une réponse réflexe.

PFLUGER d'après plusieurs expériences d'études, a établi les différentes lois de réflexes au fur et à mesure qu'augmente la concentration de l'acide acétique :

2^{ème} loi ou loi de localisation : On augmente la concentration jusqu'à ce que la grenouille fléchisse la patte trempée dans l'acide. C'est une réponse localisée.

3^{ème} loi ou loi d'unilatéralité : légère augmentation de la concentration de l'acide entraîne la flexion unique de la patte trempée.

4^{ème} loi ou loi de symétrie : avec une grande concentration de l'acide, deux pattes symétriques de la grenouille tremblent.

5^{ème} loi ou loi d'irradiation : lorsque la concentration d'augmentation devient grande de plus, les quatre pattes de la grenouille tremblent des pattes inférieures vers celles supérieures.

6^{ème} loi ou loi de généralisation : avec une concentration maximale, mouvement désordonné de tout le corps de la grenouille qui tremble.

NB : La règle de PFLUGER est que : ««la réponse augmente d'autant plus que le stimulus ou l'excitant augmente»». Cela est facilement observé sur une grenouille décérébrée (dépourvue d'encéphale)

2-Les réflexes conditionnés ou acquis :

Ce sont des réponses non héréditaires résultant des répétitions et d'apprentissage (marche, contrôle des sphincters, conduite de véhicule). Ce sont des réflexes répondant.

Quels sont les différents types de réflexes conditionnés ? Comment on peut leurs mettre en évidence ? Quelle est leur importance ?

*Les réflexes conditionnés sont repartis en deux groupes :

-les réflexes conditionnés de SKINNER :

Ce sont des réflexes dans lesquels le sujet est soumis aux actions du milieu auxquelles il s'adapte et qui deviennent automatique. C'est un réflexe opérant. Ex : apprendre l'enfant à marcher.

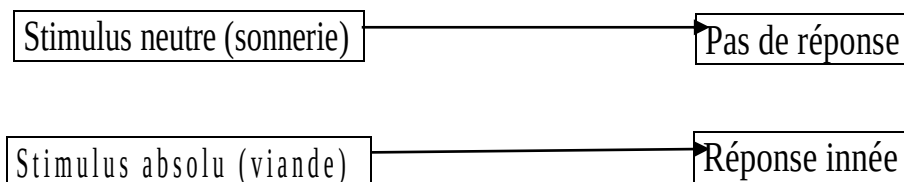
-les réflexes pavloviens : ou réflexe de salivation du savant russe IVAN PAVLOV (1849-1936) au cours desquels l'apprenant agit suite à une stimulation de l'expérimentateur à des intervalles de temps réguliers. Ex : réflexe de salivation du chien avec un morceau de viande.

*On peut mettre en évidence les réflexes conditionnés en utilisant l'expérience de PAVLOV :

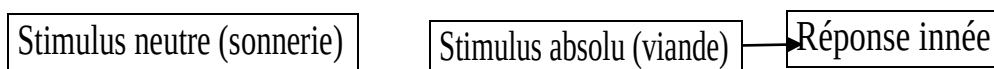
Elle se déroule en deux grandes étapes mettant en jeu la viande (stimulus absolu), la sonnerie (stimulus neutre), PAVLOV (savant expérimentateur) et son chien.

1^{ère} étape : Education du chien

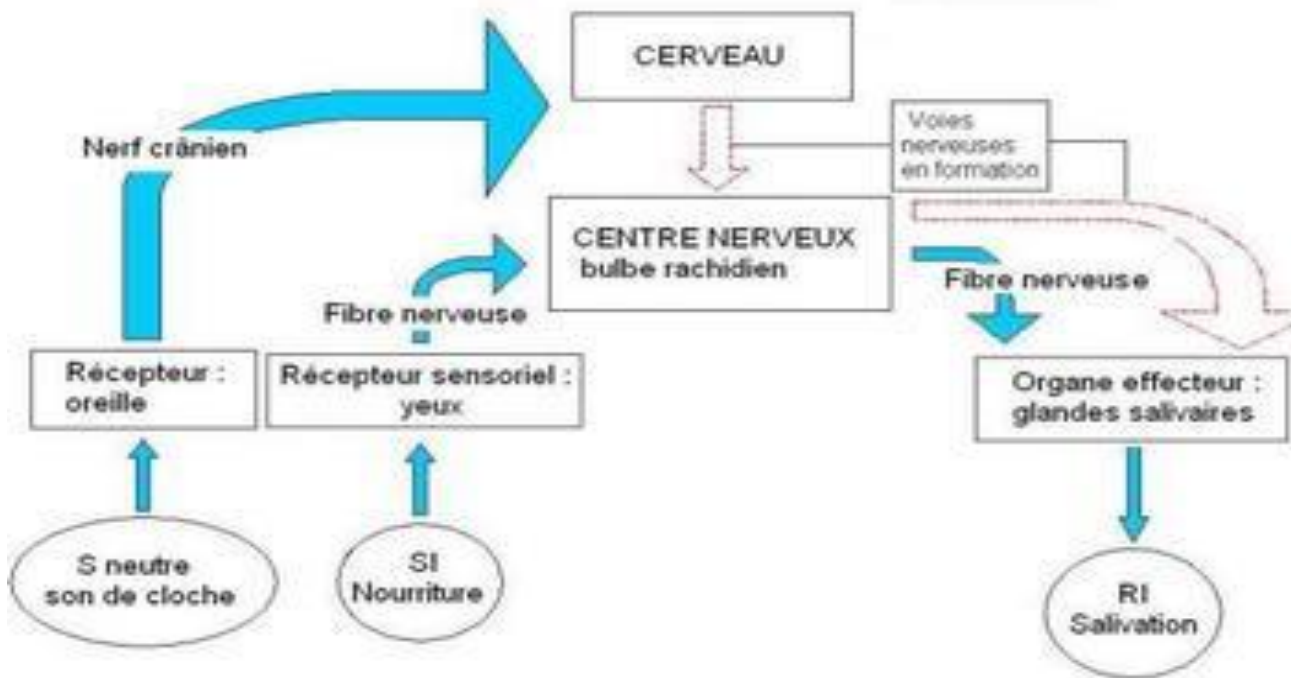
a-action séparée des deux stimuli :



b-action associée des deux stimuli plusieurs fois:



Arc reflexe d'éducation du chien :



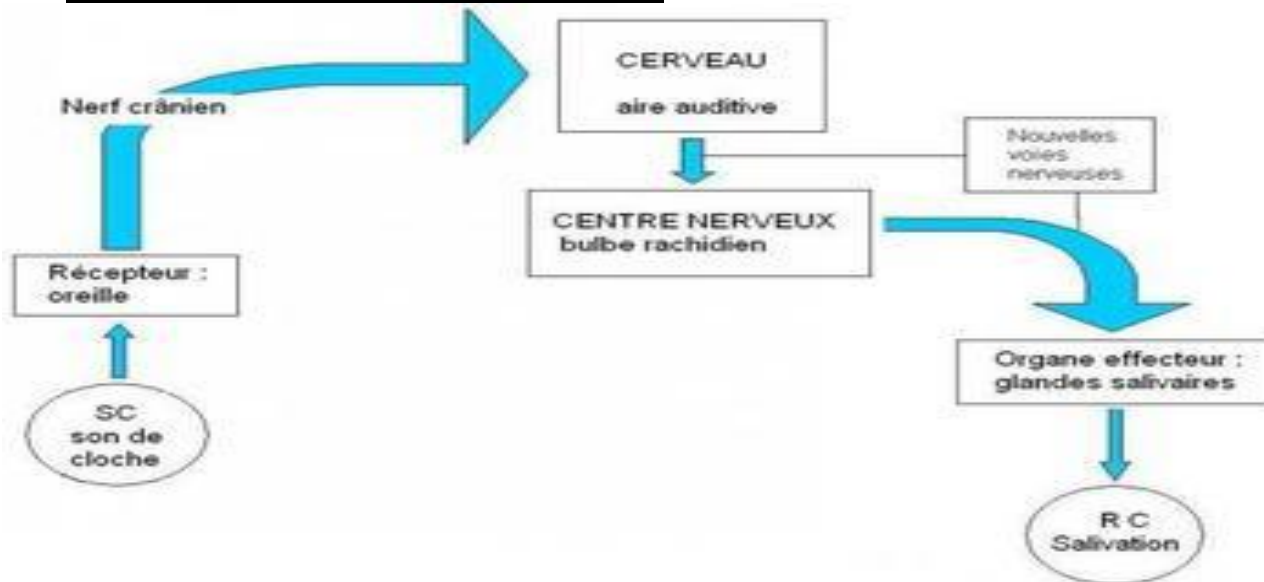
2ème étape : de conditionnement

Action du seul stimulus neutre (sonnerie).

Stimulus neutre (sonnerie)

Réponse Innée

Arc réflexe de conditionnement :



Interprétation :

-la sécrétion salivaire normale : les papilles sensibles de la langue sont excitées par le contact de la langue (récepteur sensoriel) avec la viande donnant l'influx nerveux.

L'influx nerveux est conduit ensuite au bulbe rachidien (centre nerveux) où se trouve un centre réflexe de sécrétion salivaire. Réfléchi, l'influx nerveux se dirige vers les glandes salivaires.

La sécrétion salivaire est un réflexe ordinaire, inné. Une longue durée d'éducation, fait naître le réflexe conditionné comme le montre ce schéma ci-après moteur avec des ganglions.

Importance des réflexes :

§-les réflexes innés :

Très divers, les réflexes innés ou naturels interviennent dans :

- la protection de l'organisme contre les dangers du milieu extérieur ;
- le maintien de la posture (équilibre) et l'activité musculaire ;
- la régulation et maintien des fonctions de l'organisme (nutrition et reproduction).

§-les réflexes conditionnés :

Très difficiles à obtenir et qui disparaissent aussi vite si l'on ne les entretient pas, les réflexes conditionnés sont très importants dans la vie des êtres vivants car ils permettent de:

- l'acquisition de nouveaux comportements pendant l'évolution de la vie tels le langage, la lecture et l'écriture ;
- l'éducation des petits (enfants) par les parents à s'adapter aux phénomènes de la vie;
- le dressage des animaux qui s'adaptent finalement à l'individu humain.

NB : les différents réflexes montrent que de l'extérieur vers l'intérieur : L'organisme témoigne quelques communications qui augmentent le fonctionnement du système nerveux que nous devons connaître.

3-Les propriétés du tissu nerveux :

a-Organisation du système nerveux:

Le système nerveux est un ensemble d'organes qui assure la réception, l'analyse et la transmission de l'influx nerveux dans tout l'organisme.

Le système nerveux se repartit en deux catégories:

a-1-Le système nerveux de la vie de relation ou cérébro-spinal : c'est un système qui agit sous notre volonté et comprend:

#-le système nerveux central ou névraxe: qui est composé de l'encéphale (cerveau, cervelet et bulbe rachidien) et la moelle épinière protégés par les méninges de l'extérieur vers l'intérieur (dure-mère, arachnoïde et pie-mère).

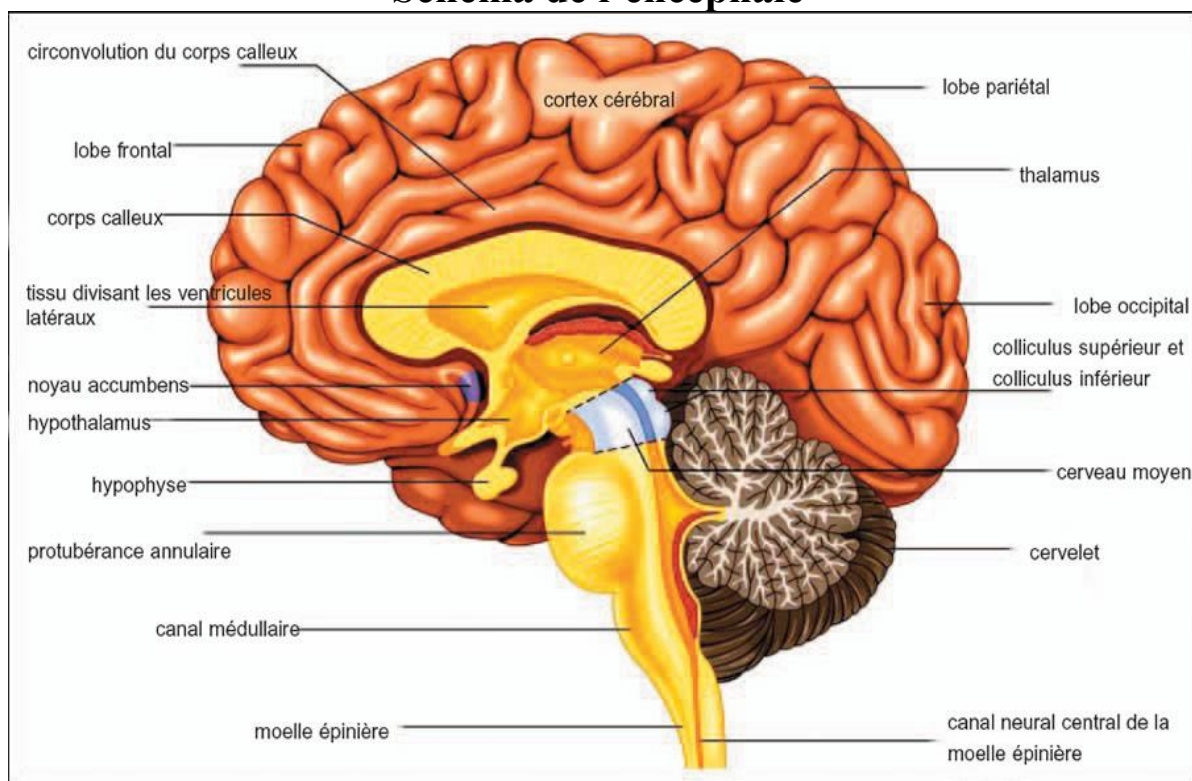
-Encéphale : est l'ensemble des centres nerveux inclus dans la boîte crânienne et constitué de : le cerveau, le cervelet et le tronc cérébrale.

-Le cerveau : est la partie supérieure de l'encéphale et le centre coordonnateur de toutes les activités de l'organisme. Il est composé de deux hémisphères cérébraux. Il contrôle l'équilibre ou la posture du corps.

-le cervelet : partie postérieure de l'encéphale est le relais du cerveau qui est constituée des hémisphères cérébelleux et d'un lobe médian le vermis. Il contrôle l'équilibre, le tonus musculaire et les mouvements.

-le tronc cérébral : partie postérieure de l'encéphale située en bas du cerveau, en avant du cervelet au-dessus de la moelle épinière, est constitué de tubercules quadrijumeaux, de pédoncules cérébraux, de la protubérance annulaire et du bulbe rachidien qui contrôle le système respiratoire et rythme cardiaque chez l'homme.

Schéma de l'encéphale



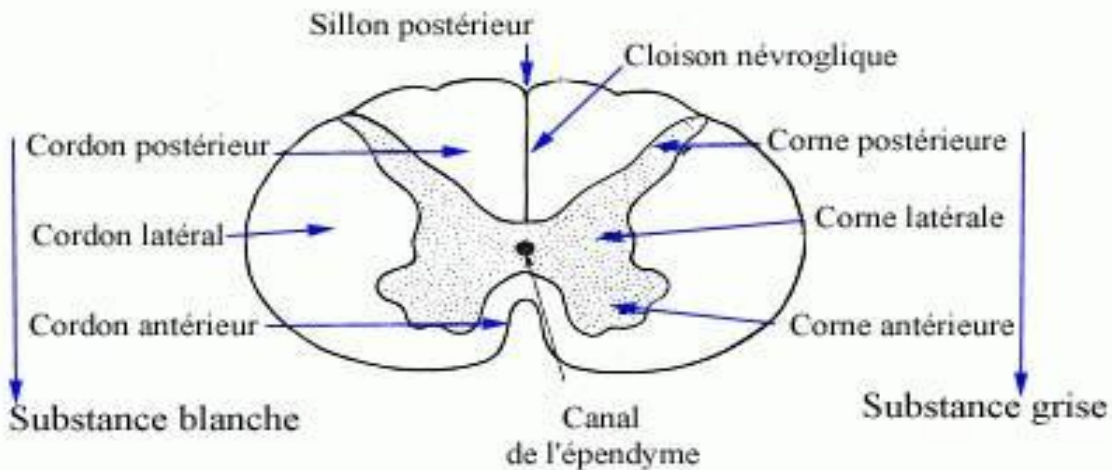
Moelle épinière : est cordon blanc long environ 25 à 45 cm avec un diamètre d'environ 1 cm. Elle est située dans la colonne vertébrale au sein d'un tunnel osseux : le canal médullaire. C'est un organe chargé de la transmission de l'influx nerveux entre le cerveau et les nerfs périphériques.

Dans sa structure, la moelle épinière est constituée de deux types de tissus :
-La substance grise : situé à l'intérieur en forme d'un H majuscule, traversé en son centre par le canal épendymaire dans lequel circule le liquide céphalo-rachidien (LCR). Elle comporte six cornes réparties deux à deux (postérieure, latérale et antérieure).

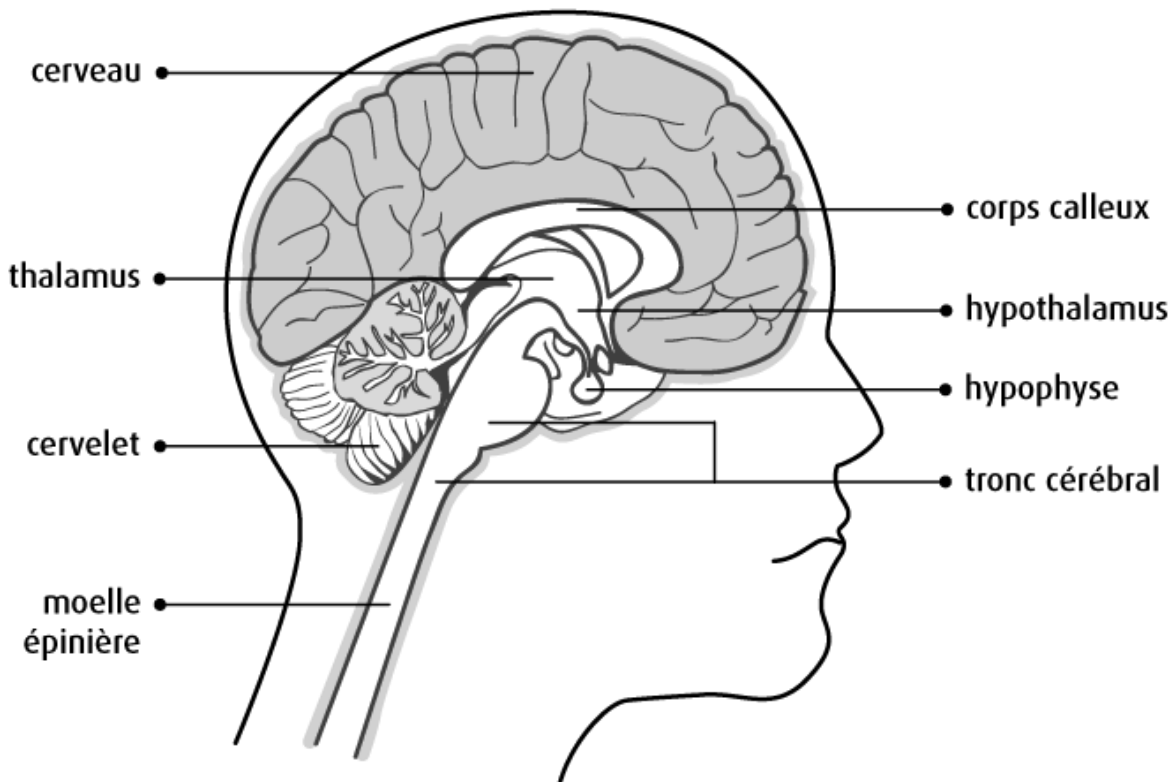
-La substance blanche : située à l'extérieure, comporte six cordons correspondant aux cornes de la substance grise de même nom et deux types sillons dont l'un antérieure moyen approfondie et l'autre postérieure plus approfondie.

La moelle est reliée aux organes par un nerf mixte (sensitivo-moteur) appelé nerf rachidien (voire les réflexes médullaires).

Coupe transversale de la moelle



Système nerveux central



#-le système nerveux périphérique: qui se compose de ganglions et de nerfs dont les crâniens (12 paires) et les nerfs rachidiens (31 paires).

a-Les nerfs crâniens : innervent les muscles et la peau de la tête, et l'ensemble des organes sensoriels qui y sont rattachés. Ils sont repartis trois groupes selon leurs fonctions: nerfs sensitifs, nerfs moteurs et nerfs sensitivomoteurs (mixtes) comme le montre ce tableau ci-après :

Tableau des 12 paires de nerfs crâniens :

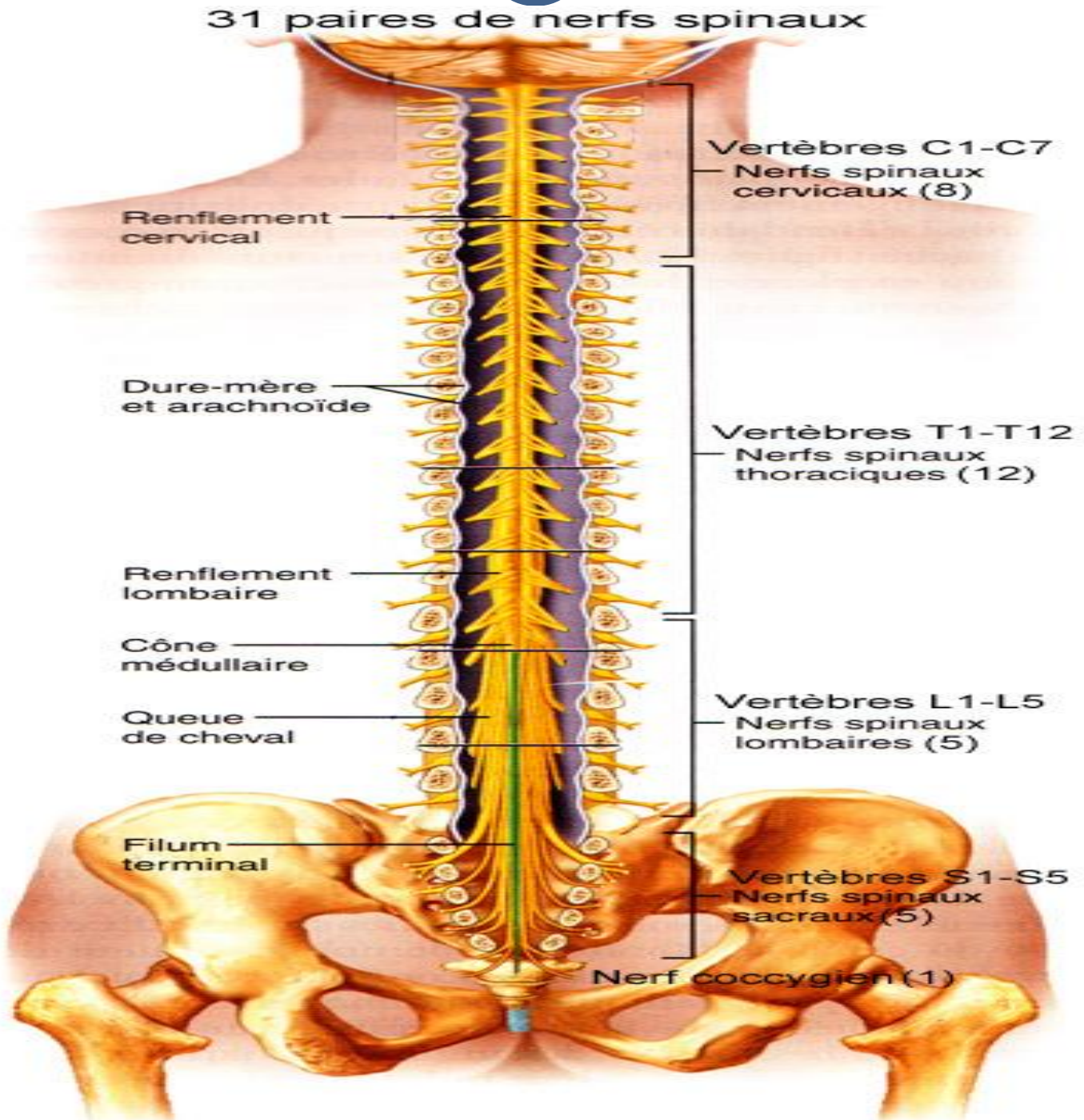
Paire n°	Nom du nerf	Catégorie	Rôle
I	N. olfactif	Sensitif : S	Nerf très court (jusqu'au bulbe olfactif) : perception des odeurs
II	N. optique ou ophtalmique	Sensitif	C'est le prolongement des cellules de la rétine, jusqu'au cortex strié
III	Nerf moteur oculaire commun	Moteur : M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
IV	Nerf pathétique	M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
V	Nerf trijumeau	Mixte (S / M)	C'est le nerf sensitif de la face et le nerf moteur des muscles masticateurs
VI	Nerf moteur oculaire externe	M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
VII	Nerf facial	S / M	Nerf mixte car en même temps sensitif et moteur des muscles de la face
VIII	Nerf vestibulo-cochléaire ou acoustique	S	Nerf sensitif responsable à la fois de l'audition et de l'équilibre
IX	Nerf glosso-pharyngien	S / M	Nerf sensitif et moteur du pharynx, nerf sensitif de la langue
X	Nerf pneumogastrique ou nerf vague	S / M	Nerf connecté au cœur et aux appareils respiratoire et digestif
XI	Nerf spinal	M	Nerf moteur responsable des mouvements des muscles du cou
XII	Nerf grand hypoglosse	M	Nerf moteur de la langue

b-Les nerfs rachidiens ou nerfs spinaux : Les nerfs rachidiens prennent leur origine dans la moelle épinière et transmettent les influx vers les muscles (ou d'autres structures) ou à partir des organes sensitifs. Ils constituent des nerfs à la fois afférents et efférents :

-Les fibres efférentes envoient leurs influx vers les muscles et les autres structures et se connectent avec la moelle épinière au travers des racines antérieures.

-Les fibres afférentes portent les influx des organes sensitifs vers la moelle épinière et se connectent par les racines postérieures.

Les nerfs rachidiens sont par ordre alphabétique les nerfs abdomino-génitaux (grand et petit), coeliaque, crural, cubital, fessiers, génito-crural, hémorroïdal, hépatique, honteux interne, hypogastrique, intercostaux, intercosto-brachiaux, interosseux, médian, mésentérique, musculocutanés (bras et jambe), obturateur, pelvien, phrénique, radial, rénal, saphènes, scapulaire, sciatiques poplités externe et interne, thoracique long.



a-2- Le système nerveux végétatif ou autonome: il est indépendant de notre volonté et assure le fonctionnement de nos glandes et nos viscères. Il comprend deux systèmes antagonistes:

-le système nerveux sympathique ou orthosympathique: il agit pendant les moments d'exercices ou d'actions.

-le système nerveux parasympathique: qui agit pendant les moments de calme ou repos.

Organes ou glandes	Système sympathique	Système parasympathique
C œ u r	Accélération	Relâchement
P é n i s	Éjaculation	Érection
Muscles	Contraction	Relâchement
Respiration	Accélération	Ralentissement
Transit intestinal	Ralentissement	Accélération
Glandes sudoripares	Transpiration	Fraîcheur
Vaisseaux sanguins	Vasodilatation	Vasoconstriction
Œ i l	Mydriase	Myosis

NB: le système sympathique agit face aux urgences et celui parasympathique agit sur les fonctions d'évacuation.

Le tissu nerveux : c'est un ensemble de cellules qui assure la transmission de l'influx nerveux au sein du système nerveux. Les cellules qui forment le tissu nerveux sont les cellules gliales et les neurones qui sont des cellules spécialisées. Ces cellules ne se renouvellent pas et leur nombre est défini chez tous les individus vivants.

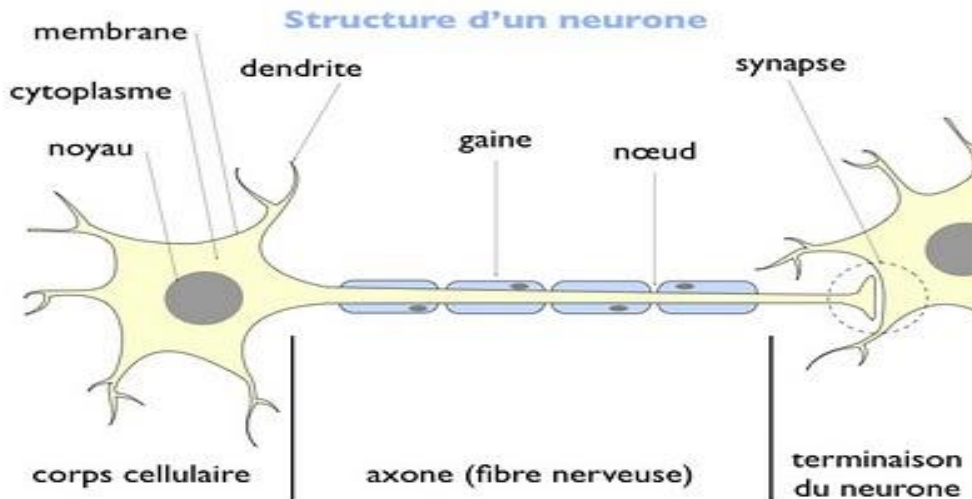
La notion de neurone :

Qu'est-ce qu'un neurone?

Les neurones sont des cellules nerveuses (100 milliards de cellules dans le cerveau), constitués de plusieurs bras leur permettant de se connecter entre eux et aux autres cellules.

Les neurones comportent trois régions aux fonctions différentes :

- les dendrites** prolongements courts et fins qui conduisent l'influx nerveux sous forme de signal électrique vers le soma;
- le corps cellulaire** ou soma qui conduit l'influx nerveux des dendrites à l'axone ;
- l'axone ou nérite** prolongement long et épais qui conduit l'influx nerveux du corps cellulaire à un autre neurone par ses terminaisons nerveuses ou arborisations terminales.



a-Combien de type de neurones existe-t-il?

Selon leur fonctionnement, il existe deux principaux types de neurones:

***les neurones sensitifs :** qui conduisent l'influx nerveux de récepteurs sensoriels des organes et de la peau vers le système nerveux central (encéphale et moelle épinière) sous forme de signal électrique.

***les neurones moteurs :** qui transmettent l'influx nerveux du système nerveux central aux organes.

Les neurones sont des cellules qui sont caractérisées par:

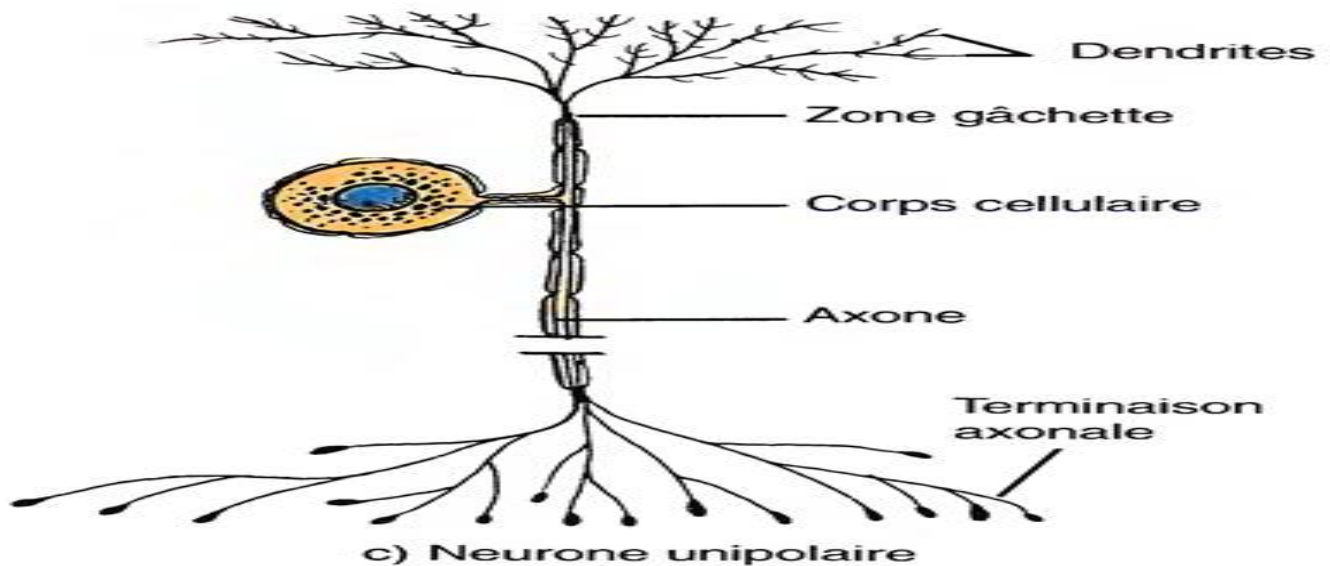
- une longévité très grande plus de 100 ans à condition d'une bonne nutrition;
- les neurones ne se reproduisent pas et ne sont pas remplacés lorsqu'ils sont détruits;
- les neurones ont une activité métabolique très élevée et n'utilisent en générale que du glucose et de l'oxygène. En l'absence d'oxygène, ils ne peuvent vivre que quelques minutes.

Les cellules qui assurent le soutien, la défense et la nutrition des neurones sont des névroglies ou glies.

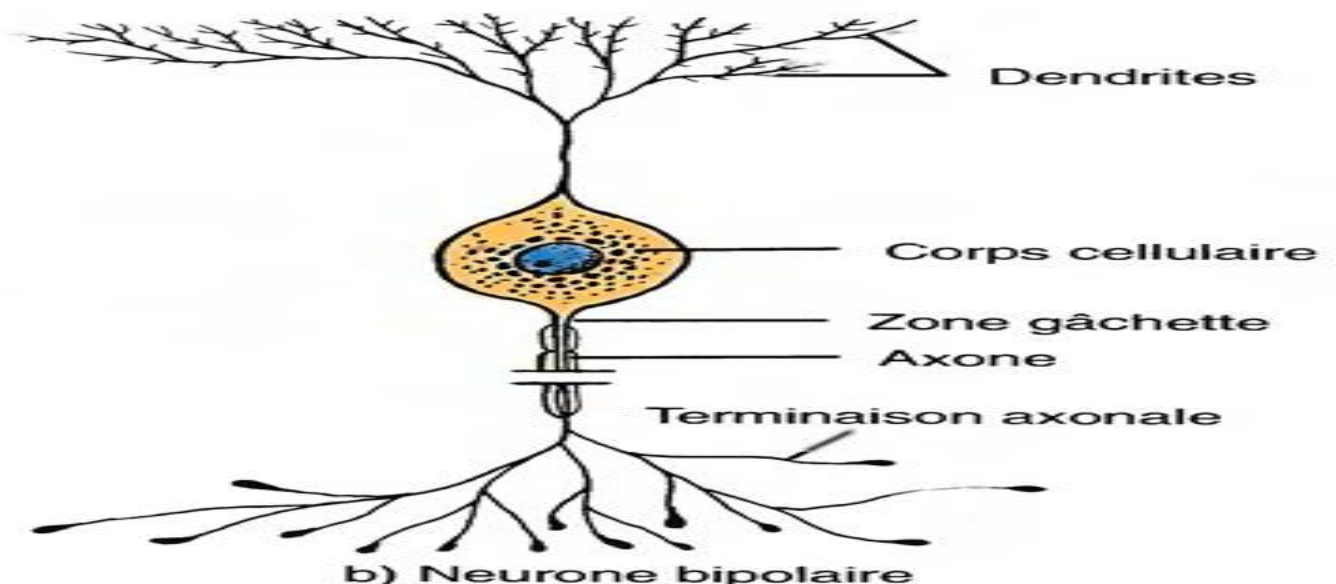
Selon leur anatomie, les neurones se répartissent en trois groupes.

Un neurone peut être uni, bi ou multipolaire :

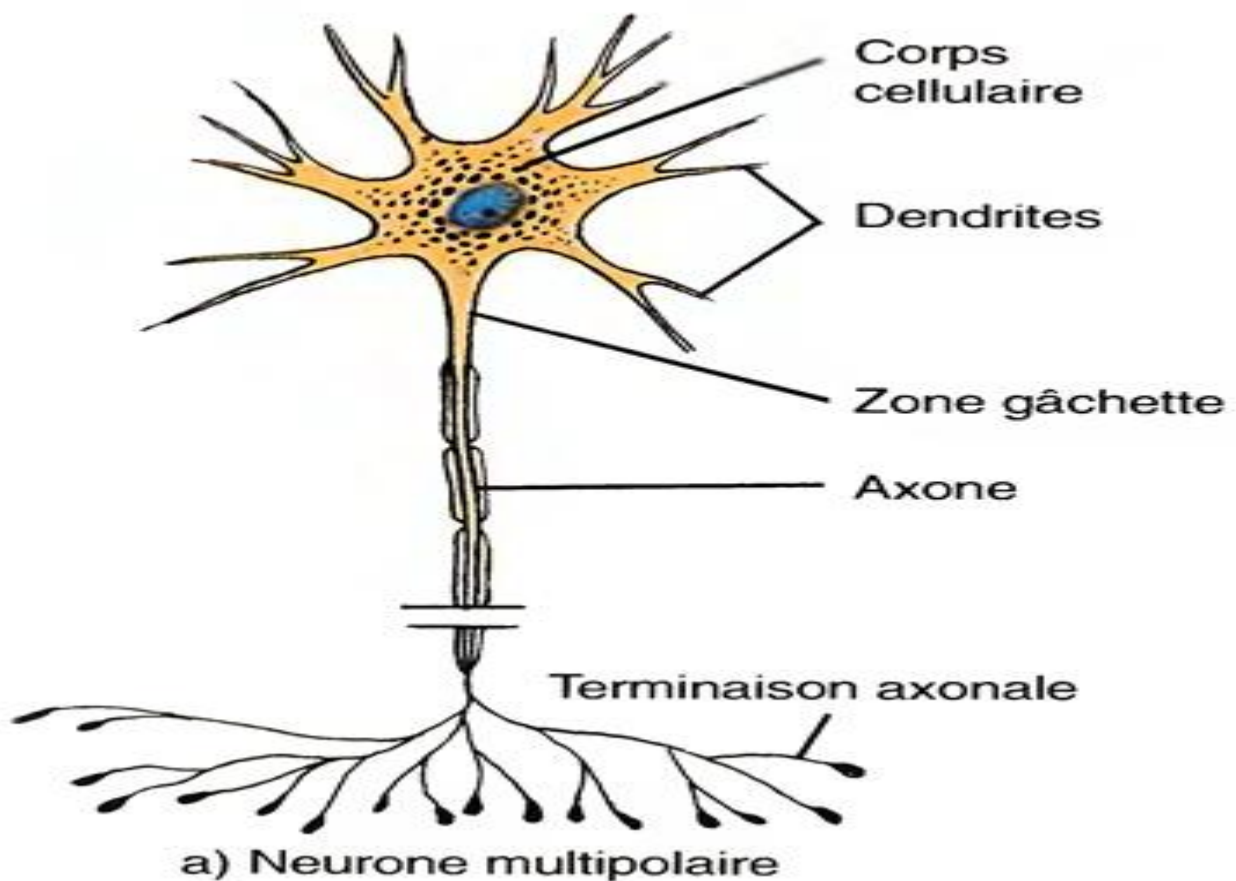
Le neurone est dit unipolaire lors qu'il présente une dendrite et un axone au même point ou pôle du corps cellulaire. Il concerne tous les neurones sensitifs qui communiquent avec les organes sensoriels. Ex : neurone en T du ganglion spinal.



Le neurone est bipolaire quand il présente deux pôles occupés l'un par l'axone et l'autre par les dendrites. Il se retrouve dans la rétine et concerne les neurones sensitifs et certains neurones moteurs des centres nerveux. Ex : cellules bipolaires de la rétine, cellules olfactives.



Le neurone est dit multipolaire lorsque possède un seul axone et plusieurs dendrites. Il se retrouve souvent dans le système nerveux central. Ex : les cellules multipolaires de la rétine, cellule pyramidale du cerveau.



La structure du neurone l'unité fondamentale du système nerveux:

Les plus nombreuses cellules des centres nerveux, les neurones présentent deux grandes parties d'après certaines observations :

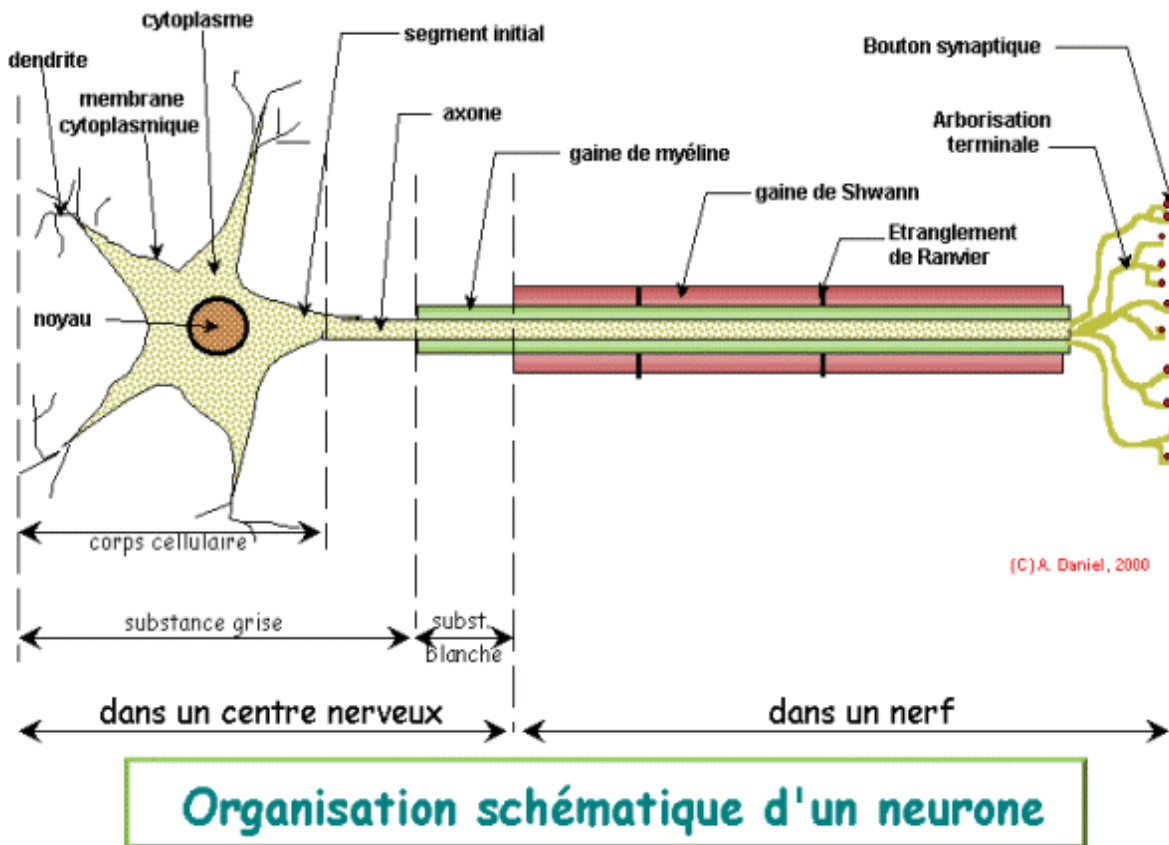
1ère observation: elle montre que:

#-les substances grises : internes dans la moelle épinière et externe dans l'encéphale (cerveau, cervelet et bulbe rachidien) constituées d'une partie d'axone nu et d'une masse cellulaire appelé le corps cellulaire constitué de tous les organites cellulaires plus d'éléments particuliers (corps de Nissl et les myofibrilles) qui font des neurones des cellules spécialisées.

2ème observation: elle montre que:

#-les substances blanches : qui sont externes dans la moelle épinière et internes dans l'encéphale (cerveau, cervelet et le tronc cérébral) contrairement à la substance grise et constituée d'axone recouvert de la gaine de myéline. La couleur de la substance blanche et des fibres nerveuses dépend de la gaine de myéline. La gaine de Schwann présentant des étranglements de RANVIER couvre celle de myéline et des fibres formant ensemble le nerf.

Le nerf est un ensemble d'axone (fibres nerveuses) et de soma ou corps cellulaire.



Études des synapses:

Une synapse est une jonction ou zone de contact entre deux neurones (plaque neuronale), entre un neurone et une fibre musculaire (plaque neuromusculaire ou motrice) et entre un neurone et une fibre sensitive (plaque neuro-sensitive).

Elle est fonctionnelle et constituée de substances chimiques qui permettent la transmission de l'influx nerveux appelés "neurotransmetteurs".

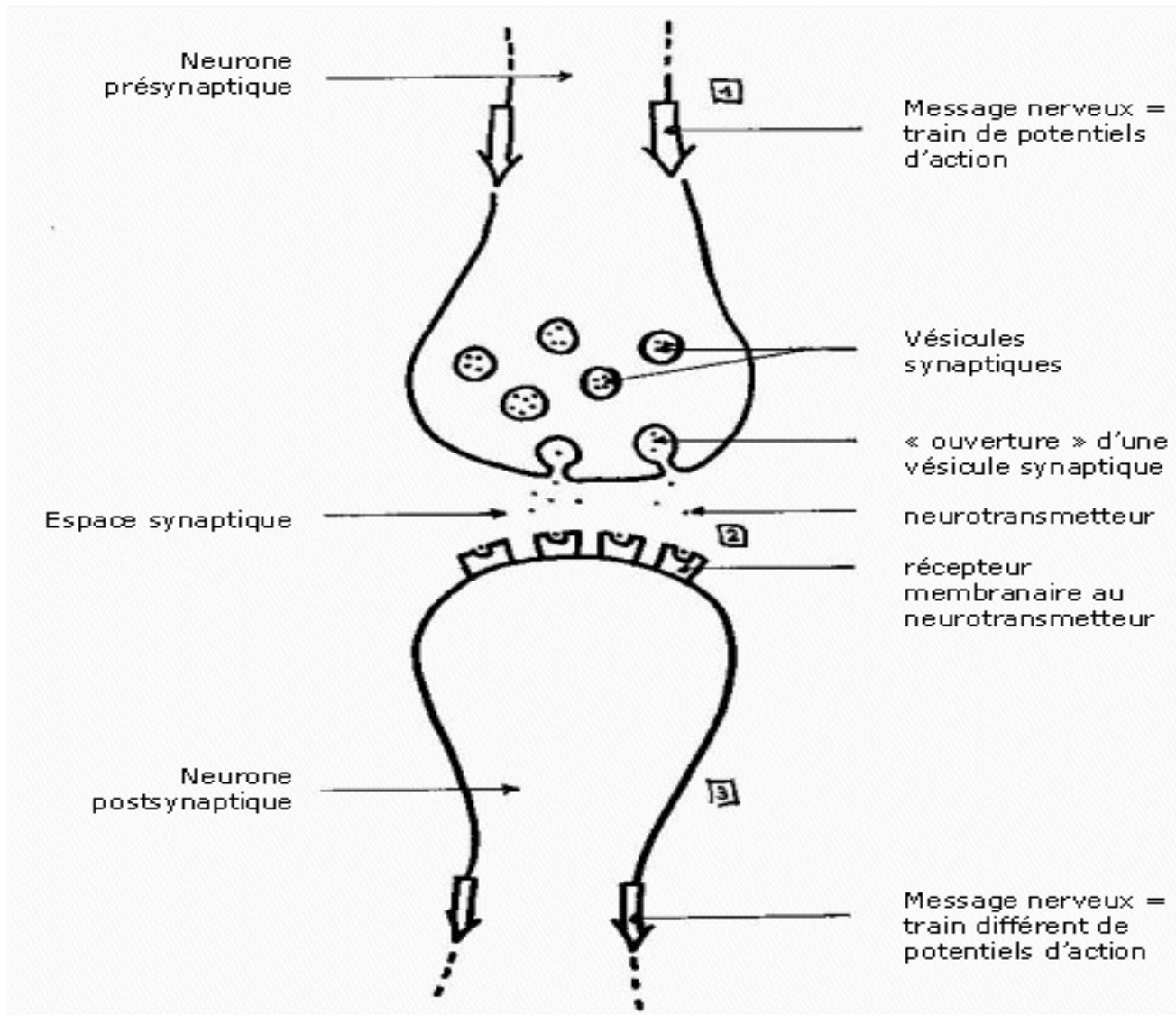
Quelle est la structure d'une synapse?

Lors de la transmission de l'influx nerveux, les synapses vont libérer ces neurotransmetteurs qui se déversent dans l'espace intersynaptique et se fixent aux récepteurs membranaires en se déplaçant de la membrane pré-synaptique vers celle postsynaptique.

La membrane postsynaptique renferme des récepteurs chimiques (acétylcholine et noradrénaline) qui facilitent le passage de l'influx nerveux.

La membrane pré-synaptique comporte des vésicules contenant des neurotransmetteurs qui fixent l'influx nerveux lors de son passage d'un neurone à un autre.

Schéma de la structure d'une synapse



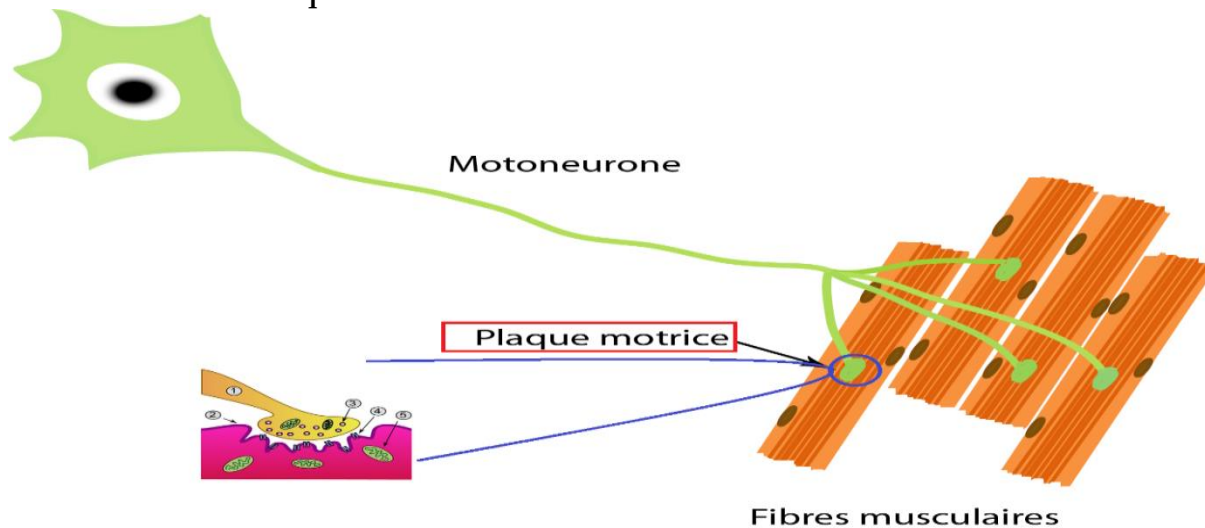
Les deux membranes sont séparées par une fente synaptique.

Quels sont les différents types de synapses?

Il existe principalement trois (3) types de synapses :

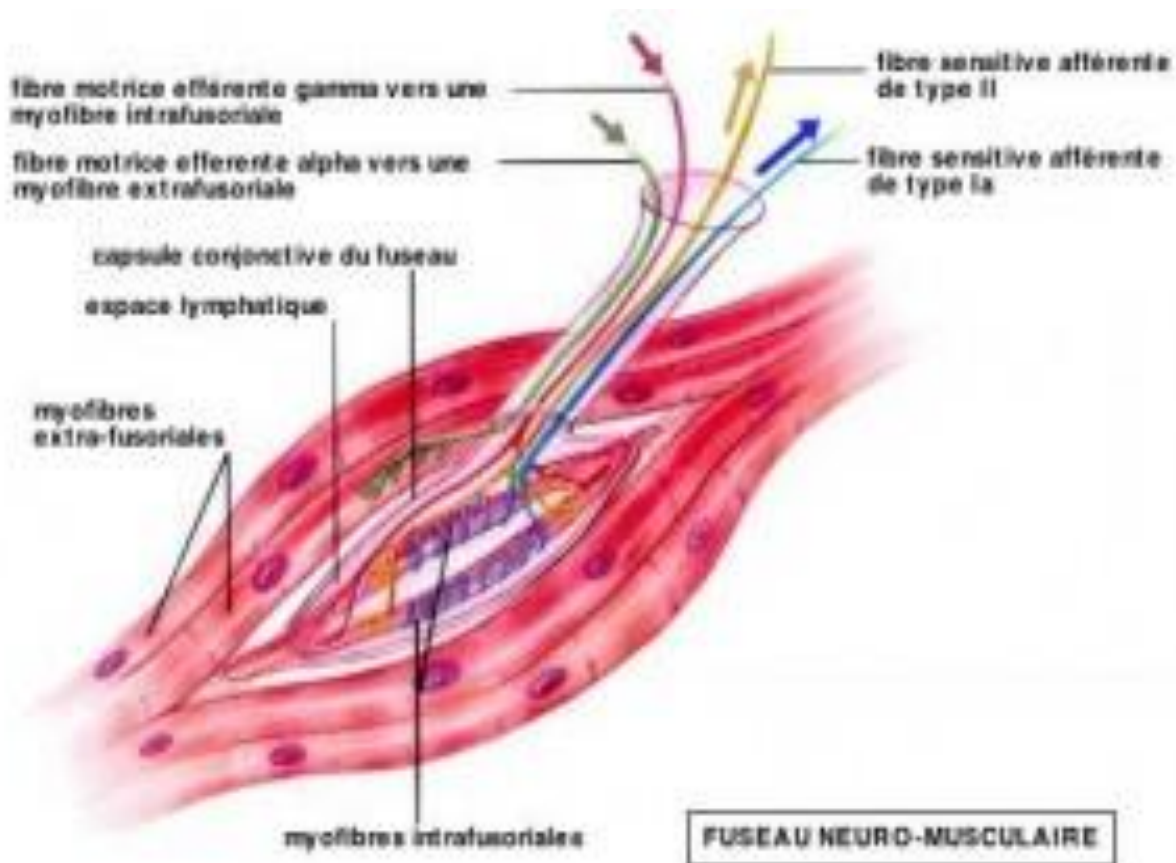
***la synapse neuromusculaire:** c'est une jonction entre un neurone et une structure musculaire. On distingue:

***-La plaque motrice :** ou la jonction entre l'axone d'un neurone moteur et la fibre musculaire qu'il commande.



-Le fuseau neuromusculaire: c'est une la connexion des dendrites d'un neurone avec les fibres musculaires de types spéciales.

L'ensemble formé par un neurone moteur et les fibres qu'il commande constitue une "unité motrice".



***la synapse neuro-sensitive:** c'est la connexion entre un neurone et une fibre sensitive.

***la synapse interneurone:** c'est la plaque neuronale ou la liaison entre un neurone et un autre neurone.

Dans ce cas il existe deux trois formes de synapses :

-La synapse axo-dendritique: qui lie l'axone d'un neurone aux dendrites du second neurone.

-La synapse axo-axonique: qui lie l'axone d'un neurone à l'axone d'un autre neurone.

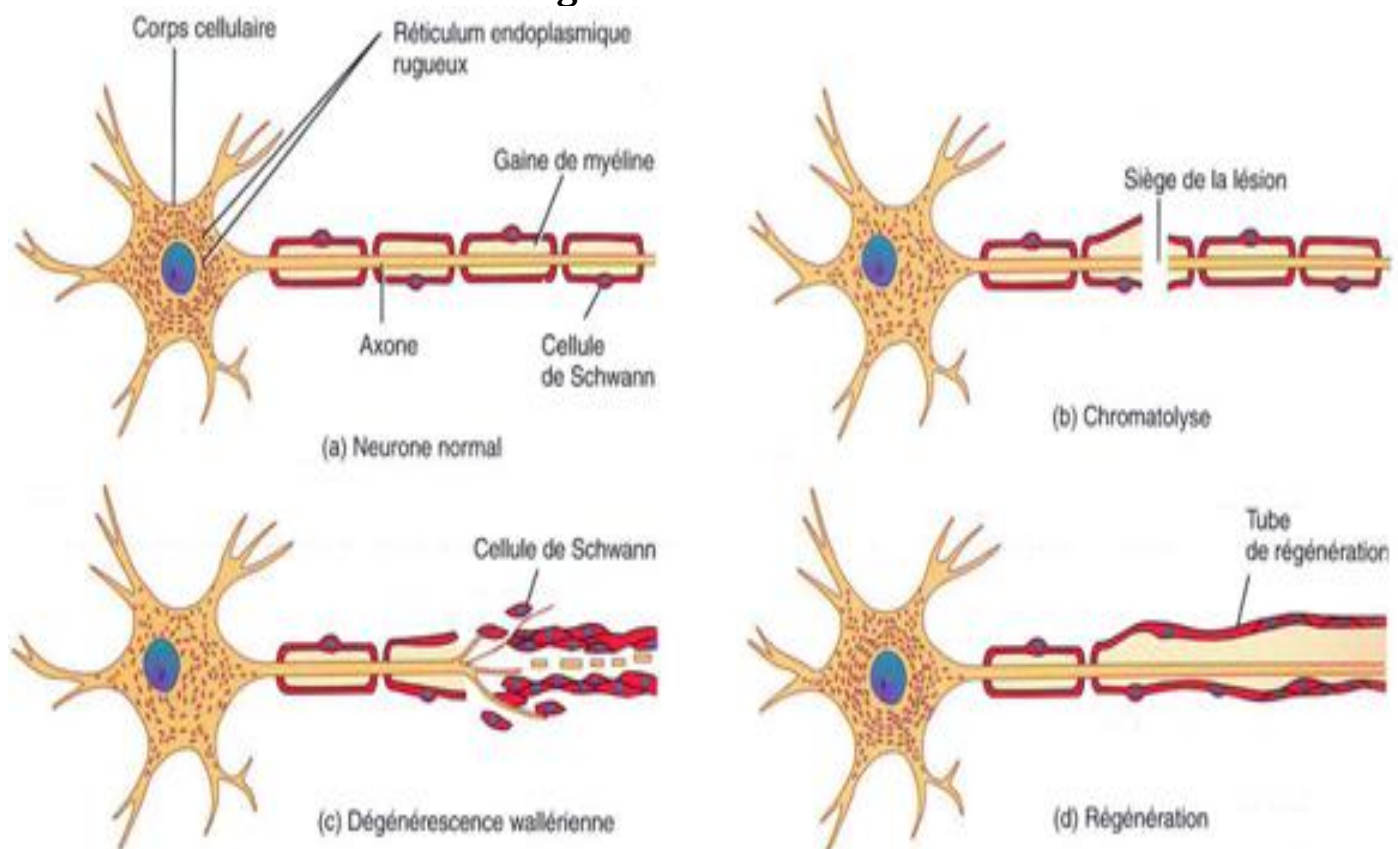
-La synapse axo-somatique: qui lie l'axone d'un neurone au soma ou corps cellulaire d'un autre neurone.

#-LA DÉGÉNÉRESCENCE WALLERIENNE:

Lorsqu'on sectionne une fibre nerveuse (axone), la portion distale dégénère: c'est la dégénérescence wallerienne.

La portion proximale (en contact avec le soma) régénère peu à peu dans la gaine de Schwann: c'est la régénération.

Schéma de la dégénérescence wallerienne :



LES PROPRIÉTÉS DU TISSU NERVEUX:

Les principales propriétés du tissu nerveux, nous avons:

A-Excitabilité:

C'est la propriété que possède toute cellule vivante à agir suite à une stimulation ou une excitation.

Toutes les cellules sont excitables mais la cellule nerveuse (neurone) possède une excitabilité très élevée.

1-Quelle est la nature de l'excitation ou de l'excitant ?

Une excitation ou un excitant peut être de nature chimique, mécanique, thermique ou électrique.

L'excitant électrique est celui le plus naturel et fiable, le plus utilisé car il ne détériore pas le nerf et permet de mesurer avec précision l'intensité d'excitation.

2-Quelles sont les conditions d'excitabilité ?

L'excitabilité d'un nerf est liée à certains facteurs:

-Seuil d'intensité : l'excitation est inefficace lorsque l'intensité de l'excitant est trop faible.

L'intensité seuil ou la rhéobase est la plus petite valeur de l'intensité en deçà de laquelle aucune excitation n'est possible quel que soit le temps d'application.

-Vitesse d'intensité : on n'excite le nerf que lorsqu'on fait varier brusquement l'intensité du courant. La vitesse de l'influx nerveux est de l'ordre de 100 mètres par seconde et inférieure à la vitesse du courant électrique.

-Temps d'excitation ou seuil de temps: l'excitation est inefficace si elle est brève. Le temps minimal est fonction de l'intensité du courant: c'est-à-dire pour toute valeur d'intensité supérieure ou égale à l'intensité seuil, l'excitation n'est efficace que si l'excitant est appliqué pendant un temps suffisant. La chronaxie est le temps liminaire équivalent au double de l'intensité seuil (rhéobase).

NB: selon LAPIQUE physiologiste français:

-lorsque deux nerfs ou fibres ont la même chronaxie (temps liminaire) mais de rhéobases (intensités liminaires) différentes, la plus excitable est celui ou celle qui a la plus faible rhéobase.

-lorsque deux nerfs ou fibres ont la même rhéobase mais de chronaxies différentes, la plus excitable est celui qui a la plus petite chronaxie.

-Fréquence d'excitation: pour une valeur d'intensité infraliminaire (inférieure à l'intensité seuil), plusieurs excitants doivent être appliqués en des temps très rapprochés pour que s'excite le nerf.

Chaque excitation est précédée d'un temps de repos de la fibre où elle peut rester inexcitable (période réfractaire absolue) ou retrouver peu à peu son excitabilité

(période réfractaire relative). Toute excitation répétée à des rythmes irréguliers excessifs est inefficace.

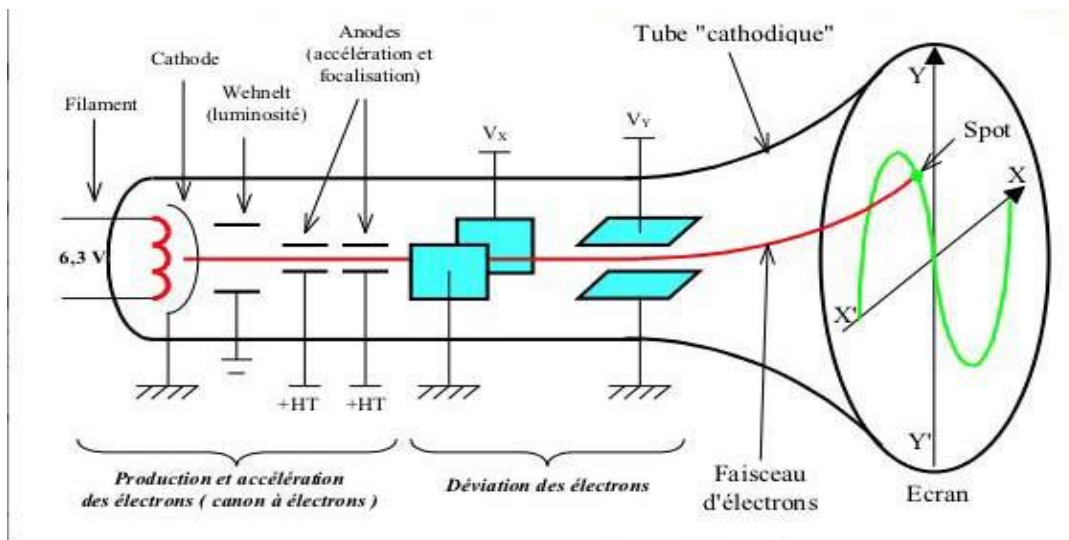
Notion de potentiel membranaire:

1- Le principe de fonctionnement de l'oscilloscope cathodique:

Dans un tube à essai où règne un vide poussé émet un faisceau d'électrons qui donne sur l'écran fluorescent un spot lumineux où deux paires de plaques déffctrices X et Y soumettent le faisceau à deux champs électriques perpendiculaires. Les plaques X soumises à une tension de balayage fait déplacer le spot lumineux suivant l'axe horizontale (axe de temps) X'OX d'un mouvement uniforme.

Les plaques Y reçoivent, après amplification ($\times 1000$), le potentiel à étudier: le spot se déplace sur l'axe vertical (axe d'amplitudes Y'OY), en traçant la courbe variation du potentiel en fonction du temps.

Schéma de l'oscilloscope



2-Les potentiels membranaires :

L'influx nerveux et phénomènes électriques.

a-Potentiel de repos: c'est l'État d'un neurone ou fibre avant une excitation qui s'explique par une différence de potentiel (DDP) entre l'intérieur de la fibre chargé négativement et l'extérieur chargé positivement.

Δ-Comment se met-il en évidence?

Pour facilement mettre en évidence le potentiel de repos, on place les deux électrodes réceptrices (R1 et R2) l'une à la surface externe et l'autre à la surface interne. En dehors de toute excitation, on lira sur l'écran de l'oscilloscope un spot lumineux horizontale au point (-70mV). C'est la caractéristique principale du potentiel de repos qui varie entre (-55 à -110mV) selon la fibre nerveuse. R1 et R2 contrôlent les potentiels membranaires.

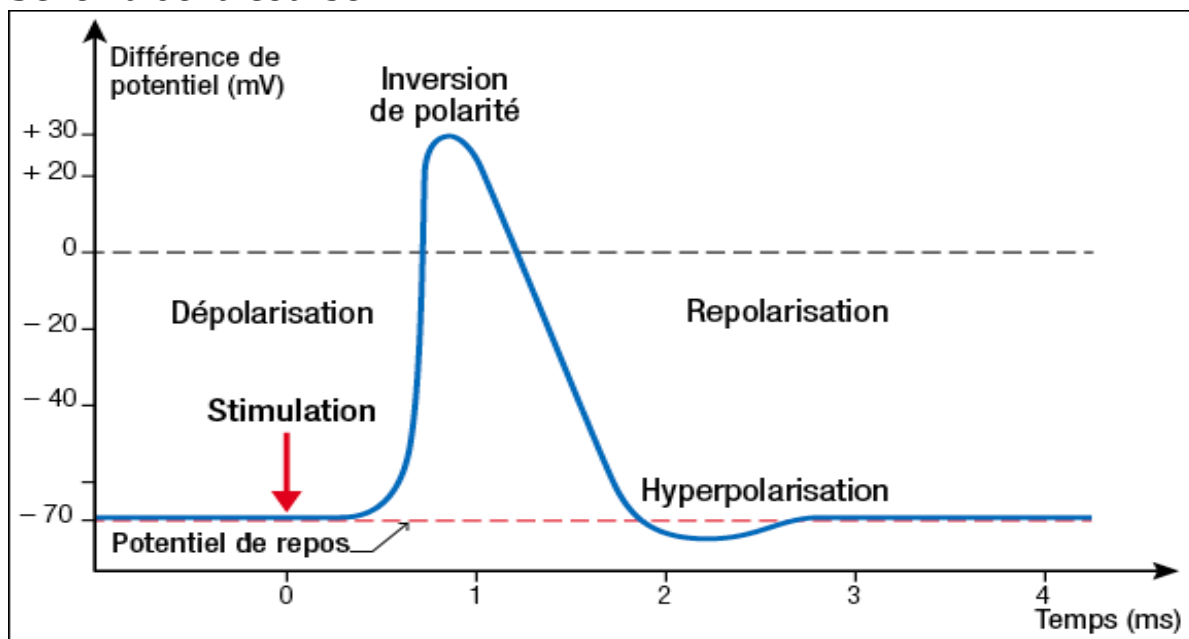


b-Potentiel d'action: c'est l'état électrique que présente un neurone ou fibre suite à une excitation, caractérisé par une différence de potentiel (DDP) entre l'intérieur de la fibre chargé positivement et l'extérieur de la fibre chargé négativement.

Comment se présente un neurone excité ?

Lorsqu'on applique une excitation efficace sur l'axone géant de Calmar avec les électrodes R1 et R2, l'enregistrement sur l'écran de l'oscilloscope présente trois (3) phases, comme le montre cette courbe ci-dessous :

Schéma de la courbe



Interprétation :

-Phase de dépolarisation: inversion brutale de la polarisation électrique de la fibre, c'est-à-dire l'intérieur se charge positivement et l'extérieur négativement. Cela s'explique par le déplacement des ions sodium (Na^+) essentiellement extracellulaire qui pénètrent dans la cellule et les ions potassium (K^+) essentiellement intracellulaire quittent de l'intérieur vers l'extérieur de la cellule.

-Phase de repolarisation: retour à la polarisation initiale comme au repos c'est-à-dire l'intérieur redevient négatif et l'extérieur positif. Cela est due à la sortie des ions (Na^+) dans la cellule et la rentrée progressive des ions (K^+) à l'intérieur.

-Phase d'hyperpolarisation: l'intérieur devient totalement négatif et l'extérieur positif. C'est le repos du neurone ou de la fibre. C'est due à l'équilibre total des compartiments cellulaires entre les ions (Na^+) et ceux (K^+).

Pendant les phases de dépolarisation et de repolarisation, la fibre est inexcitable quelle que soit l'intensité d'excitation: c'est la période réfractaire absolue.

Pendant la phase d'hyperpolarisation, la fibre peut être excitée lorsque l'intensité d'excitation est très efficace: c'est la période réfractaire relative.

NB: -La polarité d'une membrane est liée aux ions (K^+ et Na^+).

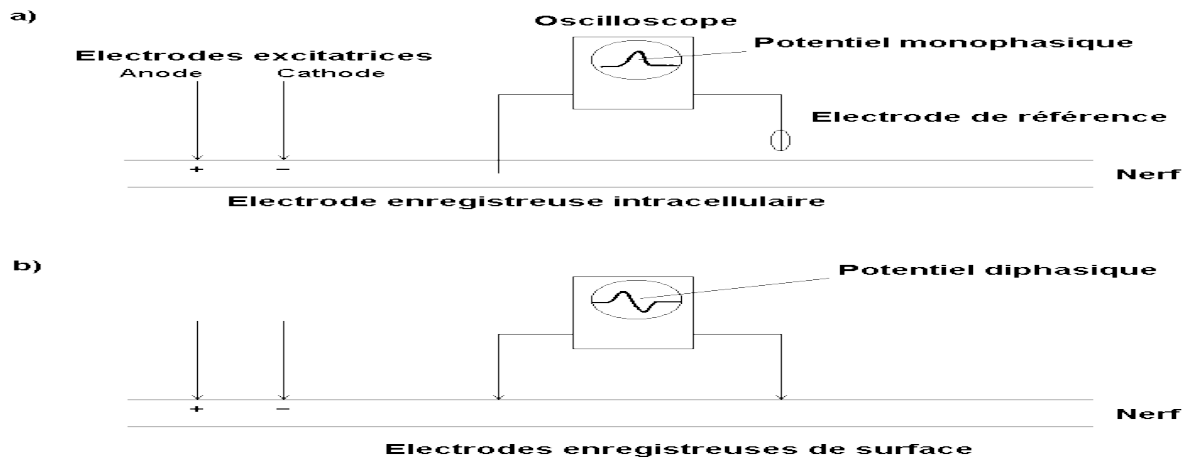
-La dépolarisation est due à la sécrétion des substances chimiques (acétylcholine et noradrénaline).

Comment met-on en évidence le potentiel d'action?

La mise en évidence du potentiel d'action se fait suivant deux cas:

Premier cas: il s'agit de placer les deux électrodes réceptrices (R1 et R2) soit à la surface externe de la fibre, soit à l'intérieur de la fibre. L'application d'une excitation efficace entraîne l'apparition d'une courbe diphasique sur l'écran de l'oscilloscope: c'est le potentiel d'action diphasique.

Deuxième cas: il suffit de placer les deux électrodes réceptrices (R1 et R2), l'une à l'intérieur de la fibre et l'autre à l'extérieur de la fibre. Lorsqu'on applique une excitation efficace, se forme sur l'écran de l'oscilloscope une courbe monophasique: c'est le potentiel d'action monophasique.



Quelles sont les lois de l'excitabilité ?

Il existe quatre (4) lois qui régissent l'excitabilité d'un nerf:

***Loi de tout ou rien:** avec une excitation d'intensité inférieure à l'intensité seuil, pas de réponse : rien. Avec une intensité supérieure ou égale à l'intensité seuil, la fibre agit et la réponse est d'emblée maximale: tout. Le nerf n'obéit pas à la loi de tout ou rien: c'est un faisceau de fibre.

***Loi de recrutement:** l'application d'excitants à intensité croissante sur un nerf, l'amplitude augmente au fur et à mesure que l'excitation touche les fibres formant ce nerf.

***Loi de saturation:** elle s'applique lorsque l'excitation touche toutes les fibres du nerf, l'amplitude devient constante. C'est pendant ce temps que s'applique les périodes réfractaires absolue et relative.

***Loi de sommation:** l'application de plusieurs excitations infraliminaires en des temps très rapprochés, le nerf agit finalement.

B-La conductibilité :

C'est la capacité qu'une fibre ou un nerf à conduire l'influx nerveux issu d'une excitation.

1-Quels sont les différents types de conduction?

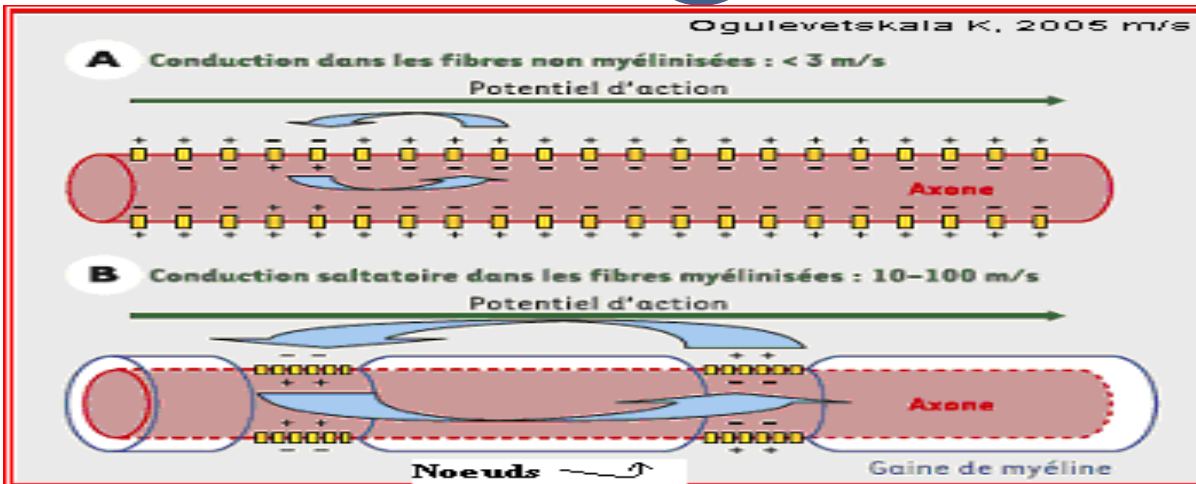
Il existe principalement deux types de conduction: l'une axonique et l'autre synaptique.

a-La conduction axonique: c'est lorsque l'axone sert de passage à l'influx nerveux. Dans ce cas il y a la conduction continue et celle saltatoire :

-La conduction continue : pendant laquelle l'influx nerveux se déplace de proche en proche dans un axone est amyélinisée.

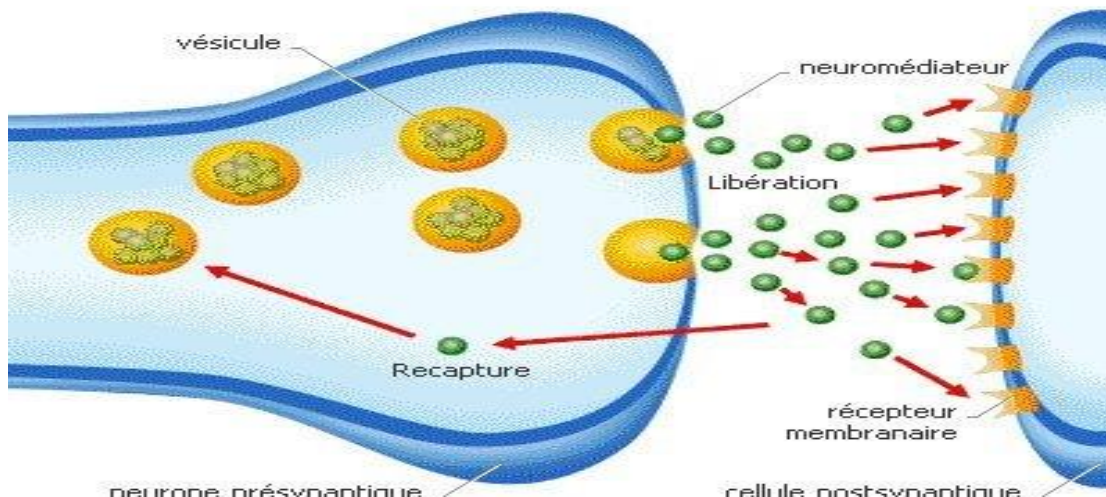
-La conduction saltatoire : au cours de laquelle l'influx nerveux se déplace dans un axone recouvert de la gaine de Schwann dans laquelle l'influx circule en sautant d'un nœud de Ranvier à un autre.

Schéma de conductions axoniques



b-La conduction synaptique: l'influx nerveux est conduit d'un neurone à un autre sous l'action des neurotransmetteurs chimiques (acétylcholine et noradrénaline) stockées dans la vésicule synaptique de la membrane pré-synaptique du premier neurone, qui après leur libération se fixent sur les récepteurs de la membrane postsynaptique dans la fente synaptique qui modifie la polarité de celle-ci et crée l'influx nerveux qui parcourt le second neurone.

Schéma de conduction synaptique



2-Quel est le sens de déplacement de l'influx nerveux?

Dans un neurone normal, l'influx nerveux se déplace toujours dans le même sens: dendrites vers soma vers axone puis les terminaisons nerveuses. Cela se résume comme suit: l'influx nerveux est cellulipète dans les dendrites et cellulifuge dans l'axone.

3-Quelles sont les lois de la conduction?

Il existe principalement deux lois qui régissent la conduction de l'influx nerveux:

***Loi de conductibilité indifférente :** dans un neurone isolé l'influx nerveux se déplace dans les deux sens. (Voir schéma).

***Loi de polarisation fonctionnelle:** d'un neurone à un autre, l'influx nerveux se déplace toujours de la membrane pré-synaptique vers celle postsynaptique. (Voir schéma).

4-Quels sont les facteurs qui modifient la vitesse de conduction de l'influx nerveux?

Ils sont nombreux et varies tels que: la nature de la fibre, le diamètre de la fibre et la température.

-La nature de la fibre: deux fibres, à **diamètre** et à **température** identiques mais de **natures** différentes, la **fibre recouverte de la gaine de myéline et celle de Schwann** conduit plus vite l'influx nerveux que la **fibre amyélinisée**.

-Le diamètre : deux fibres à **nature** et **température** identiques mais de **diamètres** différents, la fibre qui a **le plus grand diamètre** conduit plus vite l'influx nerveux que la fibre qui a **le plus petit diamètre**.

-La température : pour une même fibre, soumise à des **températures** différentes, l'influx nerveux est d'autant plus rapide quand la **température augmente**.

La vitesse se double lorsque la température augmente de 10°C: c'est la loi de VANT'HOFF.

II-ETUDES D'UN EFFECTEUR MOTEUR: LE MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE.

A-Etudes anatomiques et histologiques de la structure d'un muscle strié : le muscle gastrocnémien.

1-Etude anatomique:

a-Dissection d'un membre inférieur : montre une structure rougeâtre dans la jambe présentant un ventre et des extrémités dures (tendons) qui sont des points d'attache de cette structure sur le talon et le fémur. Elle est innervée par un nerf visible dans la cuisse (nerf sciatique): c'est le muscle gastrocnémien qui assure chez l'homme l'extension des membres inférieurs pendant la marche formant un angle de 90° et donc le décollement du talon par rapport au sol.

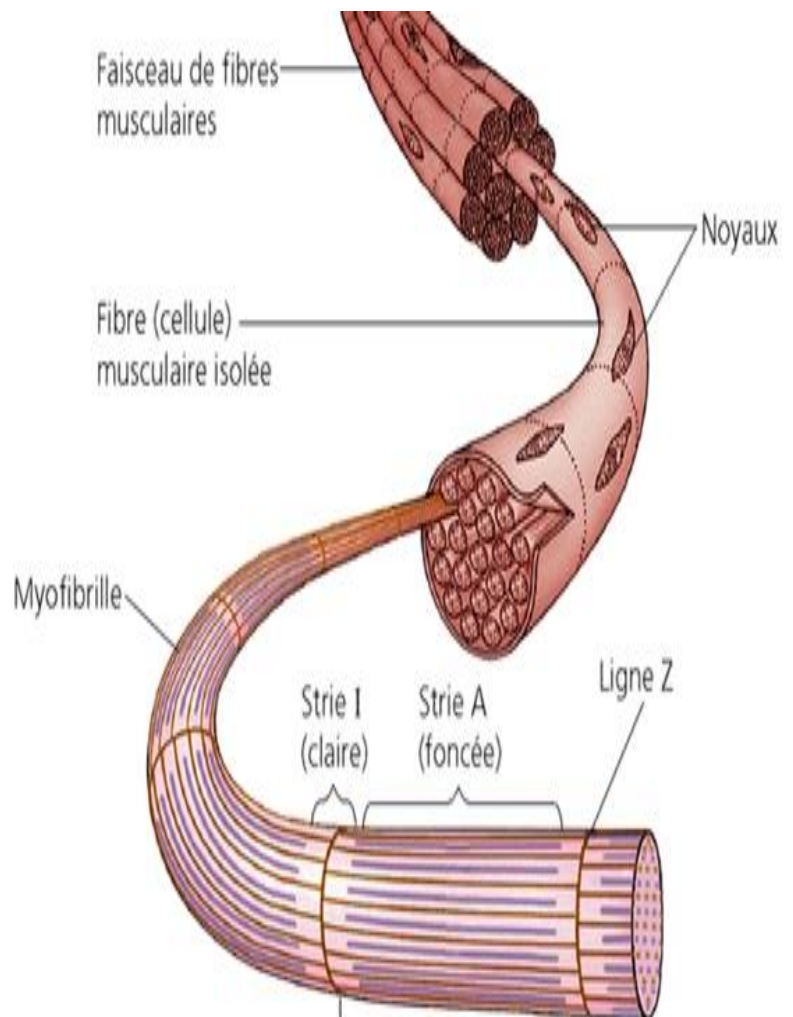
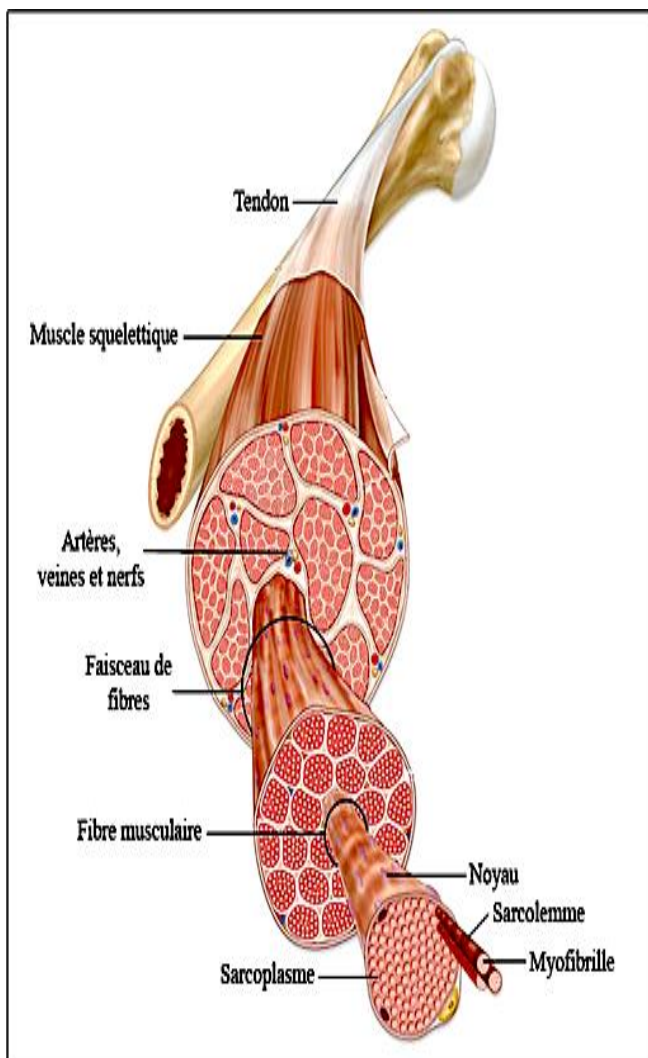
b-Dilacération du muscle gastrocnémien:

Elle montre que ce muscle est constitué d'un faisceau de fibres.

2-Etudes histologiques de la structure microscopique du muscle gastrocnémien:

La fibre musculaire est une cellule géante (5cm de long, 50 micro mètres de diamètre). Cela rend exceptionnelle la fibre musculaire et la présence de plusieurs noyaux et le cytoplasme strié. Aussi la fibre musculaire est différente des autres cellules par sa propriété de contractilité. Ex: les cellules cardiaques.

Le muscle strié est entouré d'une membrane conjonctive, résistante en continuité avec le tendon, des cloisons visibles sur une coupe transversale du ventre du muscle contenant des faisceaux de fibres. Les muscles striés contiennent beaucoup d'hémoglobines d'où leur nom muscle rouge.

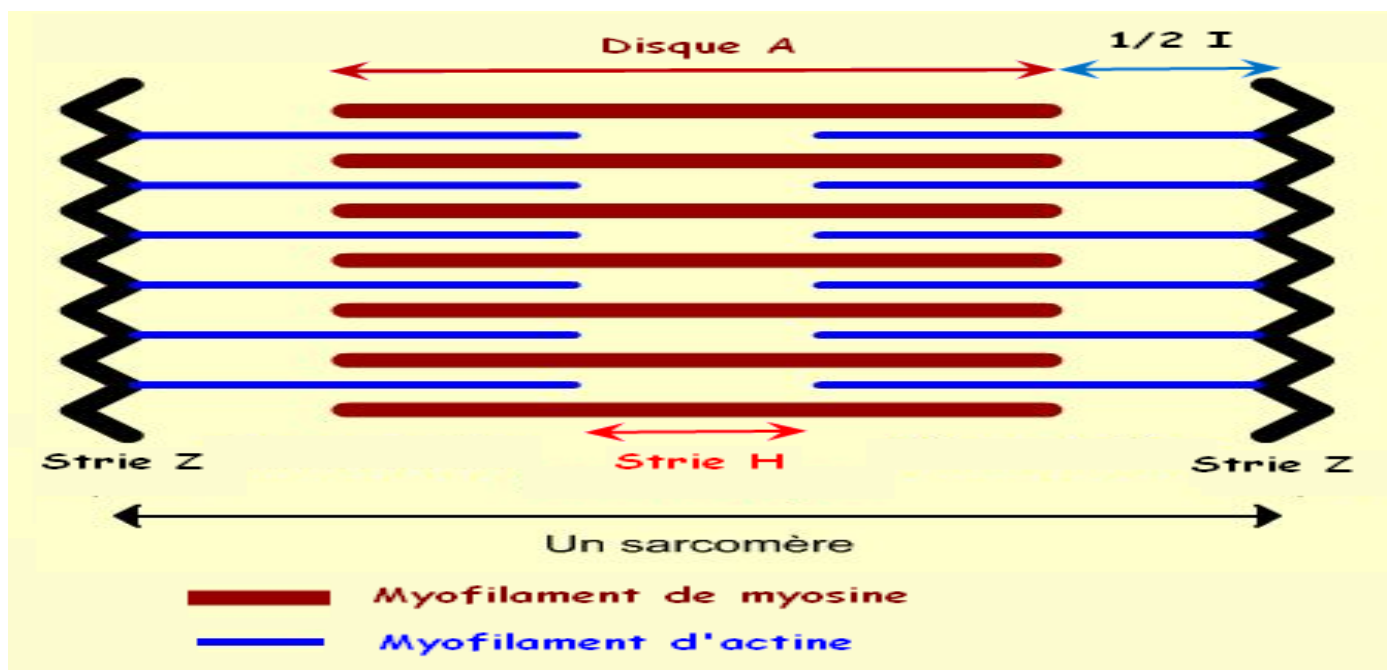


Elle présente au microscope des myofibrilles contenant une alternance de disques sombres et de disques claires.

Les disques sombres se raccourcissent pendant la contraction. Chaque disque sombre ou disque A présente en son centre une **bande H**.

Les disques clairs sont des éléments élastiques. Chaque disque clair ou disque I est traversée par une ligne sombre au centre appelée strie-Z.

Sarcomère est une case musculaire au sein de laquelle se situe une myofibrille entre deux stries Z. Chaque myofibrille est formée de deux filaments dont l'un fin (actine) contenant uniquement de disque clair et l'autre épais (myosine) contenant de disques sombres. Ces deux filaments glissent l'un par rapport à l'autre pour assurer la contraction musculaire.



-Etudes de quelques propriétés du muscle gastrocnémien :

En dépit de sa contractilité, le muscle strié possède d'autres propriétés d'excitabilité, d'élasticité et de tonicité dont l'étude nous sera facilitée par un appareil appelé le myographe.

Le myographe est un appareil qui enregistre les différentes contractions d'un muscle. L'enregistrement obtenu est le myogramme.

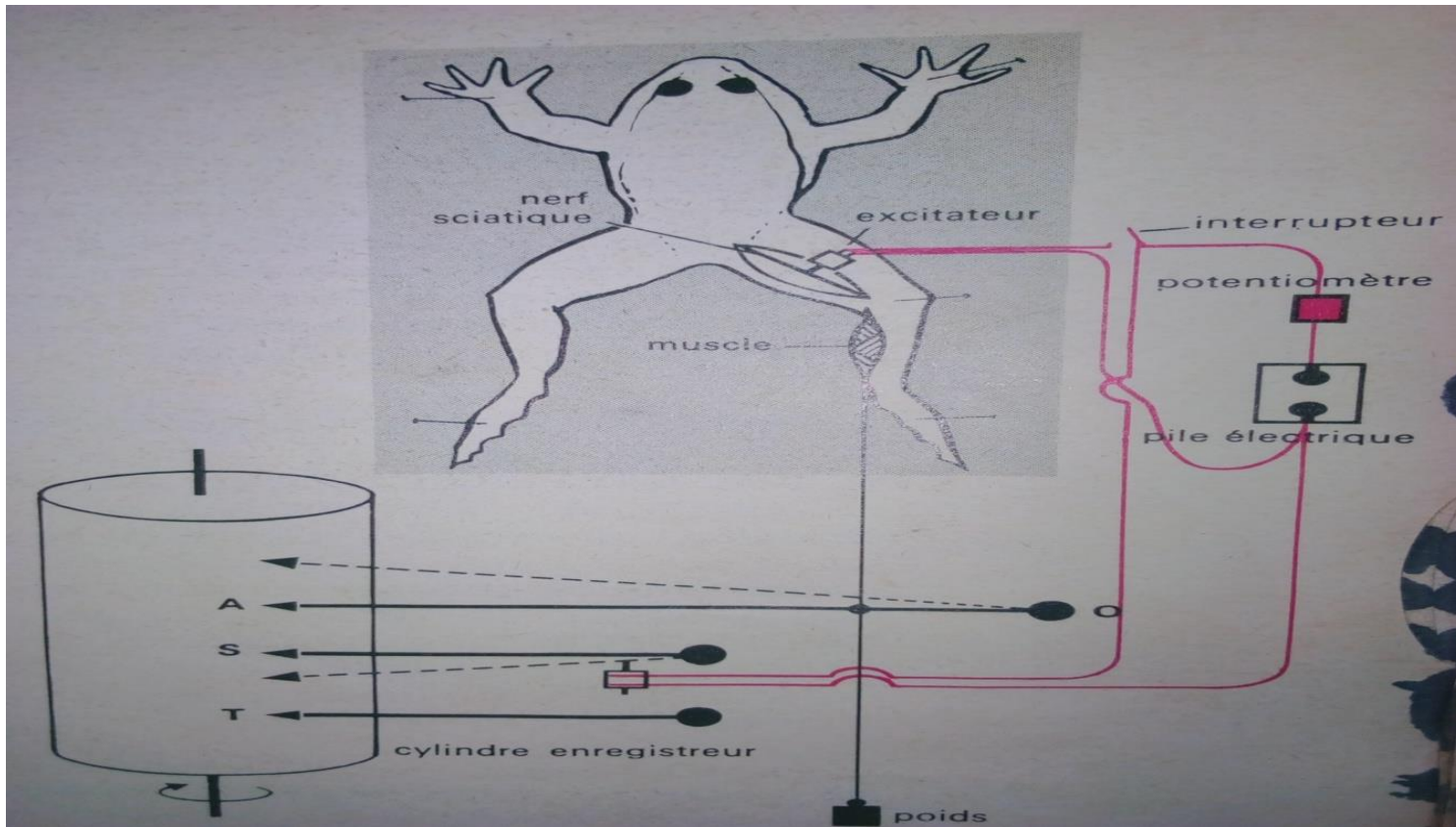
Qu'appelle-t-on excitabilité, élasticité, tonicité et la contractilité d'un muscle?

***L'excitabilité :** la propriété que possède un muscle d'agir suite à une stimulation.

***L'élasticité:** la propriété d'un muscle de se distendre suite à une excitation et de revenir à sa position initiale après excitation.

***La tonicité :** la capacité d'un muscle vivant de se contracter automatiquement en permanence sans aucune excitation entraînant un tonus musculaire.

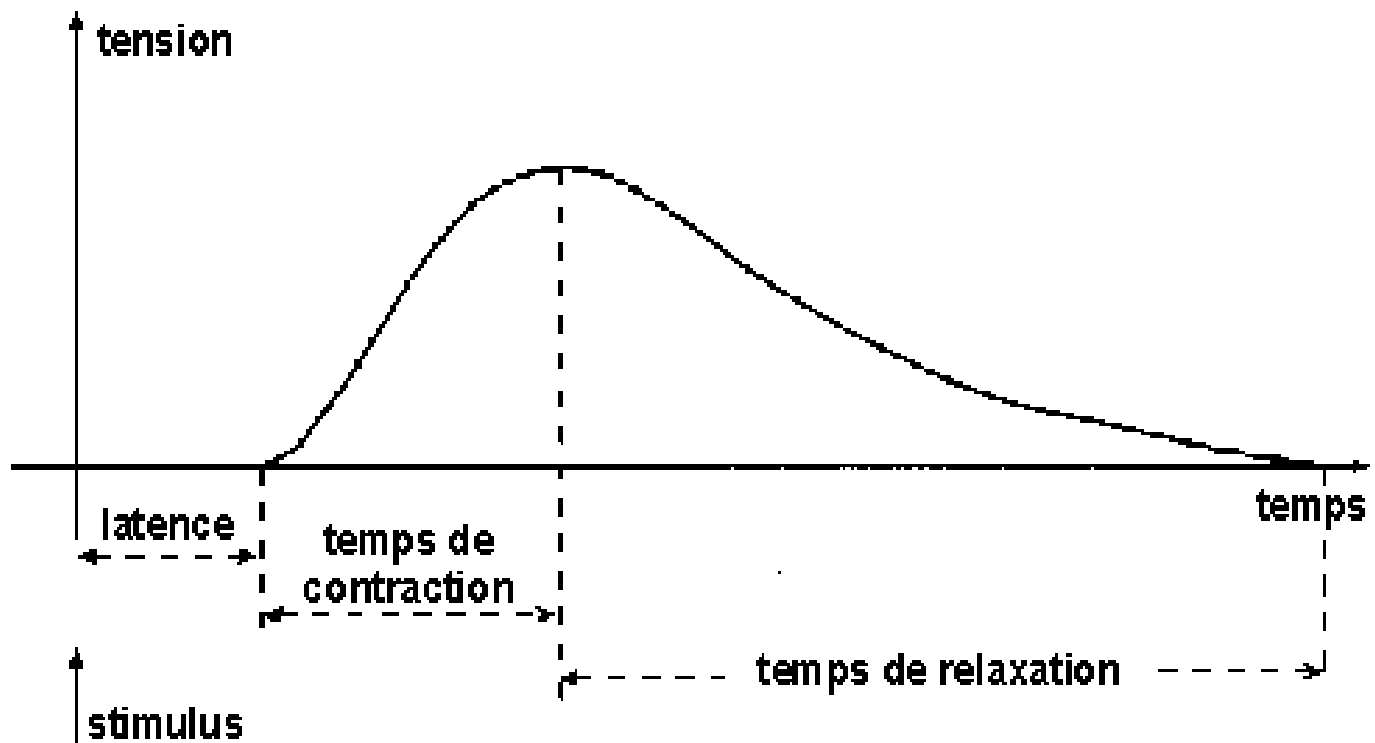
***La contractilité :** c'est la propriété essentielle et exceptionnelle des muscles à se contracter suite à une excitation et se relâcher après excitation. Cela introduit la notion de secousse musculaire. Elle est souvent observée à travers un myographe à interrupteur relié au muscle gastrocnémien de la grenouille comportant une masse.



Le myogramme enregistré lors d'une contraction musculaire :

Analyse et interprétation d'un myogramme lors d'une contraction (secousse musculaire): La fermeture et l'ouverture de l'interrupteur du myographe relié au muscle gastrocnémien de la grenouille par exemple, entraîne des variations qui comportent trois phases essentielles comme le montre ce myogramme ci-dessous

enregistré :



#-La phase de latence: c'est le temps qui s'écoule entre l'instant de l'excitation et le début de la contraction. Sa durée est de l'ordre de 0,01 seconde ou 10 millisecondes.

#-La phase de contraction: elle correspond au raccourcissement du muscle jusqu'à une amplitude maximale où s'annule son intensité puis se relâche. Elle dure environ 0,04 secondes ou 40 millisecondes.

#-La phase de relâchement : ou phase de décontraction, plus longue, correspond au retour du muscle à sa position initiale. Elle dure jusqu'à plus de 0,07 secondes ou 70 millisecondes.

NB : On distingue deux types de myographe :

- Le myographe isométrique et
- Le myographe isotonique.

Ces deux types ont permis de savoir les types de contraction :

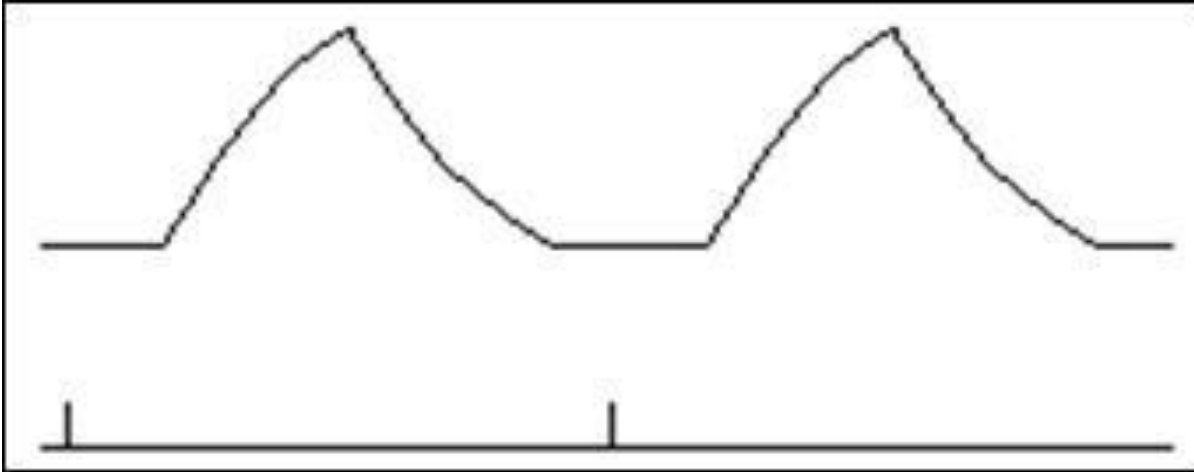
La contraction isométrique : pendant laquelle la longueur ne varie presque pas (constante), c'est la tension qui varie.

La contraction isotonique: au cours de laquelle la tension est constante c'est la longueur qui varie.

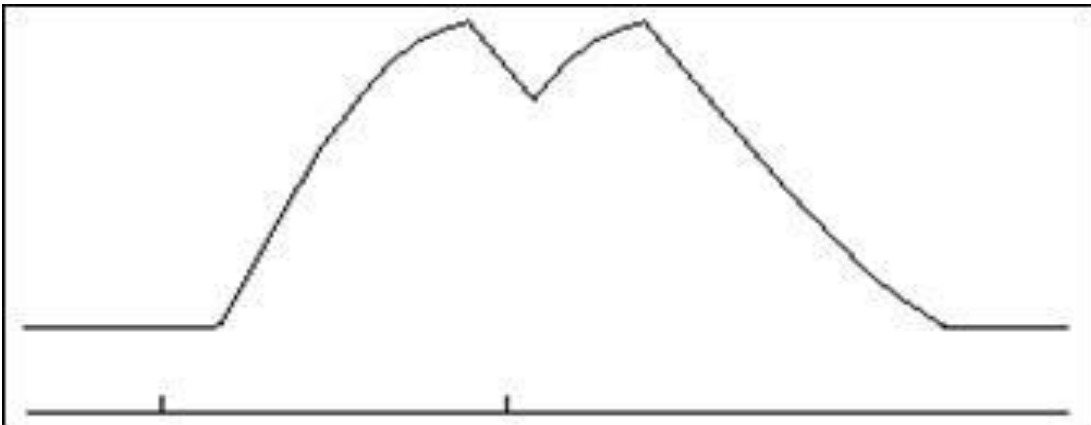
LES ASPECTS DES SECOUSSES MUSCULAIRES:

A-La réponse du muscle à deux excitations successives:

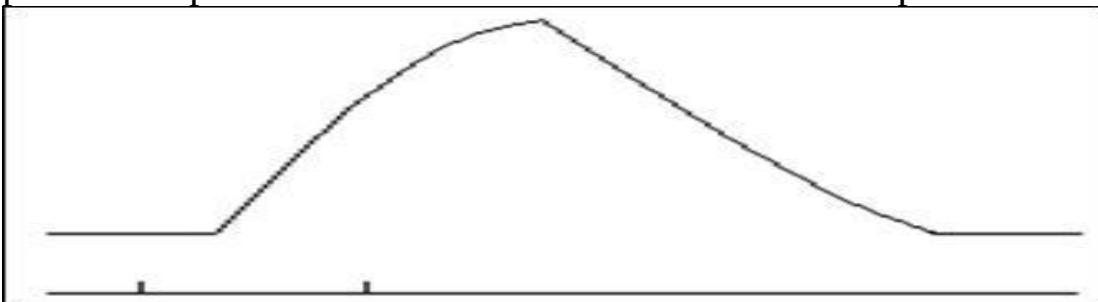
1-Deux secousses isolées : ce sont des secousses au cours desquelles la 2ème stimulation intervient après la phase de relâchement de la 1ère stimulation. Dans ce cas, la première secousse correspond à la fermeture de l'interrupteur et la seconde correspond à l'ouverture de l'interrupteur.



2-Deux secousses musculaires à fusion incomplète : au cours desquelles la 2ème stimulation intervient pendant la phase de relâchement de la 1ère stimulation.



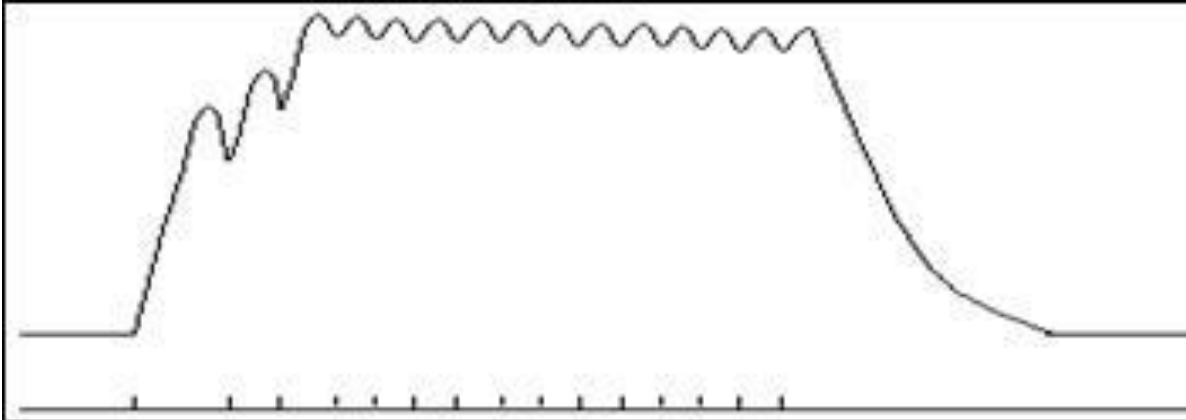
3-Deux secousses à fusion complète : dans laquelle la 2ème excitation intervient pendant la phase de contraction du muscle suite à la première excitation.



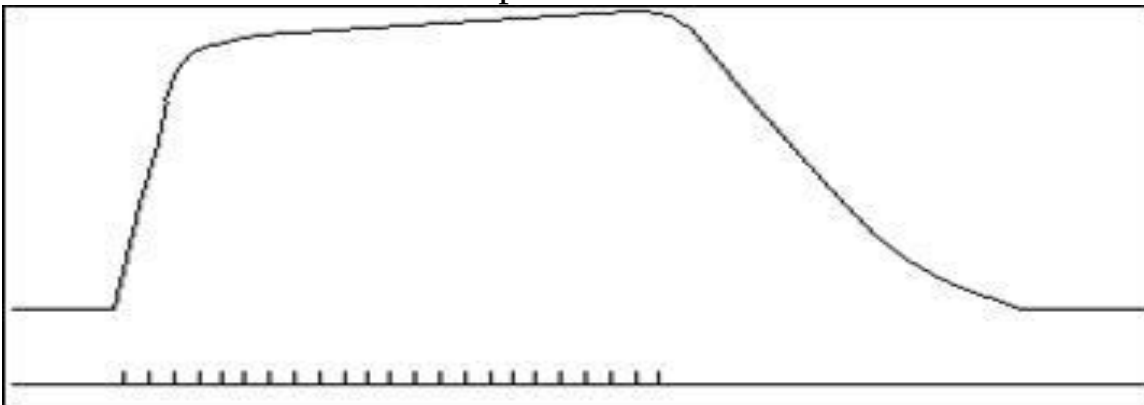
B-La réponse du muscle à plusieurs excitations :

C'est le cas des tétanos physiologiques :

1-Tétanos imparfait : au cours duquel chaque excitation survient pendant la phase de relâchement de la secousse précédente.



2-Tétanos parfait : les excitations se suivent et chacune d'elle survient pendant la contraction de la secousse précédente.



L'amplitude de la contraction qui est maximale diminue au fur et à mesure que l'excitation s'allonge puis devient constante lorsque toutes les fibres du muscle sont contractées. Ces excitations successives entraînent finalement la fatigue musculaire.

La fatigue musculaire est liée à l'accumulation de l'acide lactique dans le muscle lors de sa contraction. Si on laisse le muscle au repos une minute, la fatigue et l'acide lactique disparaissent. Le nerf ne se fatigue, mais le muscle se fatigue vite. Les contractions durables des muscles entraînent aussi l'épuisement des réserves (glycogène, Oxygène et calcium) qui sont l'une des causes de la fatigue. Le manque de repos entraîne l'augmentation de la quantité de l'acide lactique qui maintient le tétanos constant du muscle: c'est la crampe. A long terme, cela entraîne la courbature puis le surmenage capable de conduire à la mort si le muscle concerné est vital.

NB: Le tétanos physiologique est la réponse ou la contraction du muscle suite aux excitations très rapprochées. Elle est complètement différente du tétanos maladie qui se traduit ou se manifeste par des contractions involontaires et prolongées de divers muscles sous l'action de toxines microbiennes (Bacille tétanique).

Les aspects ou phénomènes biologiques de la contraction musculaire :

L'étude des propriétés physiologiques du muscles, montre que l'excitation d'un muscle peut être liée à des phénomènes tels que:

***Les phénomènes mécaniques :** qui sont mis en évidence par le myographe.

La réponse d'un muscle dépend de l'intensité de l'excitation. De ce fait, la réponse de chaque fibre obéit à la loi "de tout ou rien" tandis que l'excitation du muscle dépend du nombre de fibres mises en jeu et aussi de facteurs externes comme la température.

***Les phénomènes électriques :** la fibre musculaire tout comme la fibre nerveuse, possède un potentiel de repos et d'un potentiel d'action. L'électromyogramme engendré par ce potentiel d'action montre que l'onde de dépolarisation se propage le long de la fibre précédée de la contraction. Si la propagation du courant entraîne la contraction, on parle alors du phénomène électrique.

***Les phénomènes thermiques :** toute fibre qui se contracte, dégage de la chaleur. Cette énergie calorifique provient de certaines des réactions étudiées. Cette chaleur peut être initiale ou retardée.

-La chaleur initiale est celle qui se produit lors des contractions-relaxations. Elle témoigne de l'activité musculaire intense, moyenne ou faible.

-La chaleur retardée est celle qui explique la restauration et se produit après la contraction musculaire.

***Les phénomènes chimiques :** la contraction musculaire transforme de l'énergie chimique en énergie mécanique accompagnée de dégagement de chaleur. Deux grandes réactions permettent de mettre en évidence la production d'énergie chimique :

PREMIÈRE RÉACTION (ANAÉROBIE) : L'hydrolyse de l'ATP et du glycogène :

L'activité musculaire dégrade le glycogène en acide lactique accompagnée du dégagement de chaleur. Elle se note:

Glycogène + eau ----->acide lactique + énergie.

L'ATP (adénosine triphosphate) est réduite en ADP (adénosine di-phosphate) + 8kcal (énergie) sous l'action du complexe actomyosine et du calcium. Le bilan se note comme suit:

ATP -----> ADP + 8kcal + Pi (phosphore inorganique). L'énergie libérée est aussi utilisée pour synthétiser l'ATP à partir de l'ADP et d'acide phosphorique.

DEUXIÈME RÉACTION (AÉROBIE): La restauration ou régénération de l'ATP et du glycogène :

Par voie métabolique rapide:

La plus grande partie de l'acide lactique formé est transformée encore en glycogène utilisable par les muscles. Le reste de l'acide lactique est oxydé en gaz carbonique et eau avec dégagement de chaleur.

Acide lactique -----> CO₂ + H₂O + énergie (ATP).

C'est une réaction importante car l'accumulation de l'acide lactique peut rendre le muscle inexcitable. Cela conduit à la courbature. La restauration du glycogène aussi est capitale.

Par voie métabolique lente:

Deux molécules d'ADP sont transformées en AMP (adénosine mono-phosphate) et ATP, puis, l'ADP agit avec la phospho-créatine pour donner finalement l'ATP et la créatine. Elle se note:

2ADP -----> AMP + ATP.

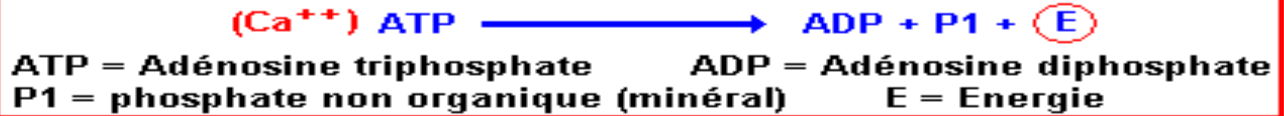
ADP + Phosphocréatine -----> ATP + Créatine.

Les équations bilans sont comme suit :

img 15

Phénomènes chimiques de la contraction musculaire

Principe général de la production d'énergie

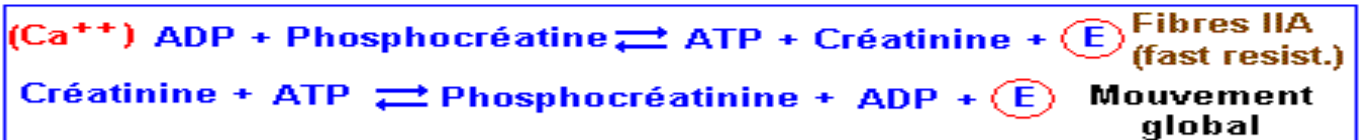


APPLICATION AU MOUVEMENT (trois régimes de fonctionnement)

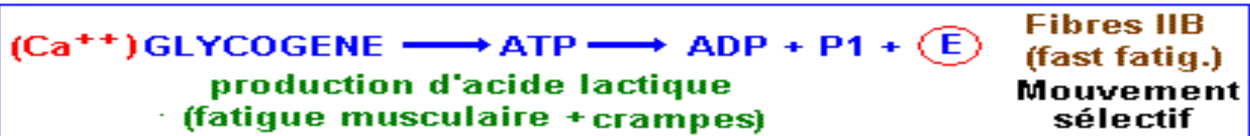
AEROBIE dépense énergétique faible



ANAEROBIE ALACTIQUE dépense énergétique moyenne



ANAEROBIE LACTIQUE dépense énergétique forte



III-Etude d'une fonction sensorielle : la vision.

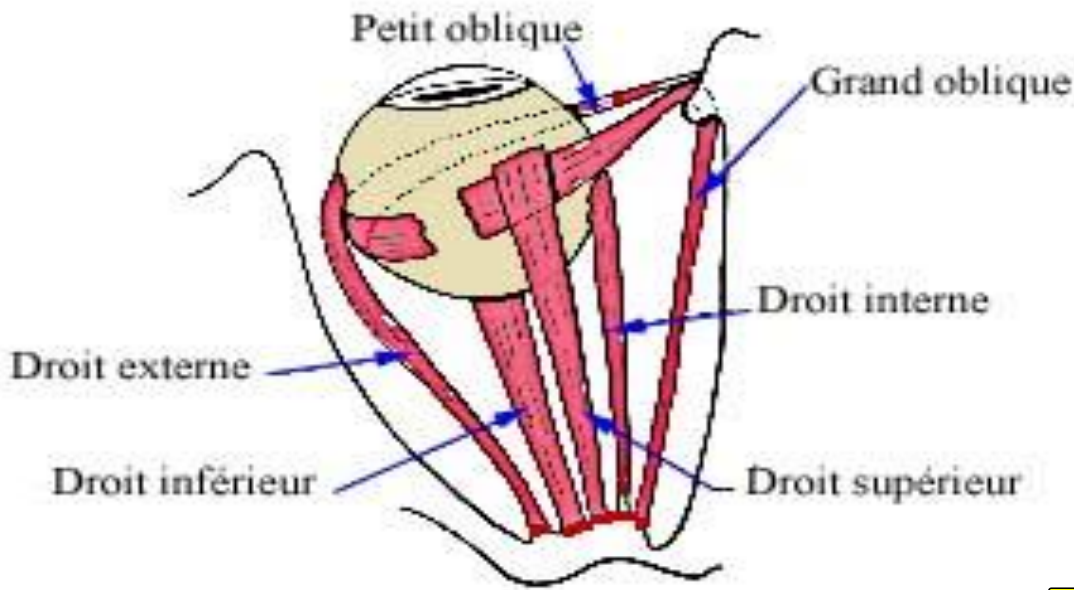
L'œil est un organe de sens de forme arrondie (globe) qui apporte au cerveau les informations du milieu, les différents objets et phénomènes naturels. Il permet aux animaux de voir les objets, apprécier leur forme, taille et contour.

1-Les organes annexes de l'œil :

Le globe oculaire est situé dans une cavité à paroi osseuse appelée orbite, au fond de laquelle se trouve l'orifice par où passe le nerf optique. L'œil a un volume estimé à 6,5 centimètres cubes et une masse de l'ordre de 7,5g.

L'œil (globe oculaire) est rattaché à six (6) muscles qui assurent sa mobilité, insérés sur la paroi de l'orbite.

Schéma des muscles de l'œil

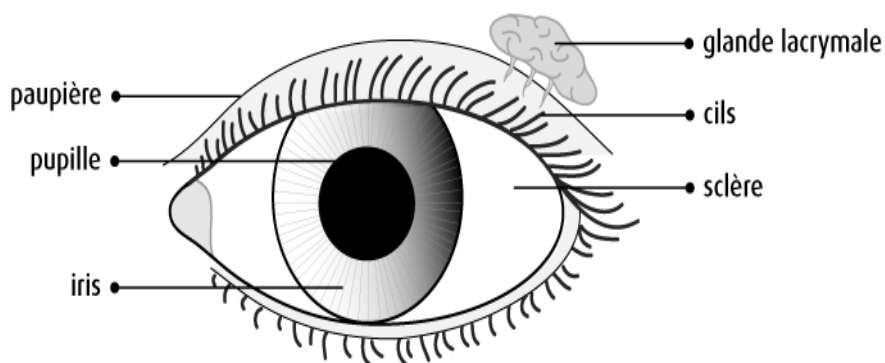


Le repli de la peau de bas en haut qui couvre l'œil forme les paupières.

La couche mince et transparente qui passe devant l'œil est la conjonctive. Elle est constamment humectée par la sécrétion de la glande lacrymale placée à l'extérieur de l'œil sous la paupière supérieure.

Les cils et les sourcils sont des amas de poils qui protègent l'œil contre la poussière et la sueur du front.

Devant de l'œil



2-Structure du globe oculaire:

Le globe oculaire a près de 24 de diamètre. Sa paroi comporte trois (membranes) de l'extérieur vers l'intérieur :

***-La sclérotique :** fibreuse, blanche, épaisse (1mm) et résistante. La sclérotique est la membrane externe qui constitue le blanc de l'œil et protège le globe oculaire. Elle est bombée et transparente à l'avant et forme la cornée transparente, à l'arrière, elle entoure le nerf optique.

***-La choroïde :** fine, riche en vaisseaux sanguins, chargée de pigment noir, la choroïde est la membrane moyenne de l'œil qui présente un tapis (irisé et réfléchissant).

Elle comporte l'iris (amas de fibres musculaires rayonnantes et circulaires) percé au centre d'un orifice circulaire appelé pupille qui sert de passage à la lumière dans l'œil. Derrière l'iris se trouve le corps ciliaire qui comprend un muscle et des replis rayonnants riches en vaisseaux sanguins. La choroïde assure la nutrition de l'œil.

***-La rétine:** peu épaisse (0,5 mm), translucide, légèrement rose très fragile, la rétine est la membrane interne de l'œil à fonction sensorielle (assure la vision). Elle présente au centre une fossette (2mm): c'est la fovéa contenant une tache jaune (2 à 3mm). La partie de la rétine qui aboutit au nerf optique est le point aveugle situé sur le même plan horizontal que la fovéa.

3-Quels sont les milieux transparents de l'œil ?

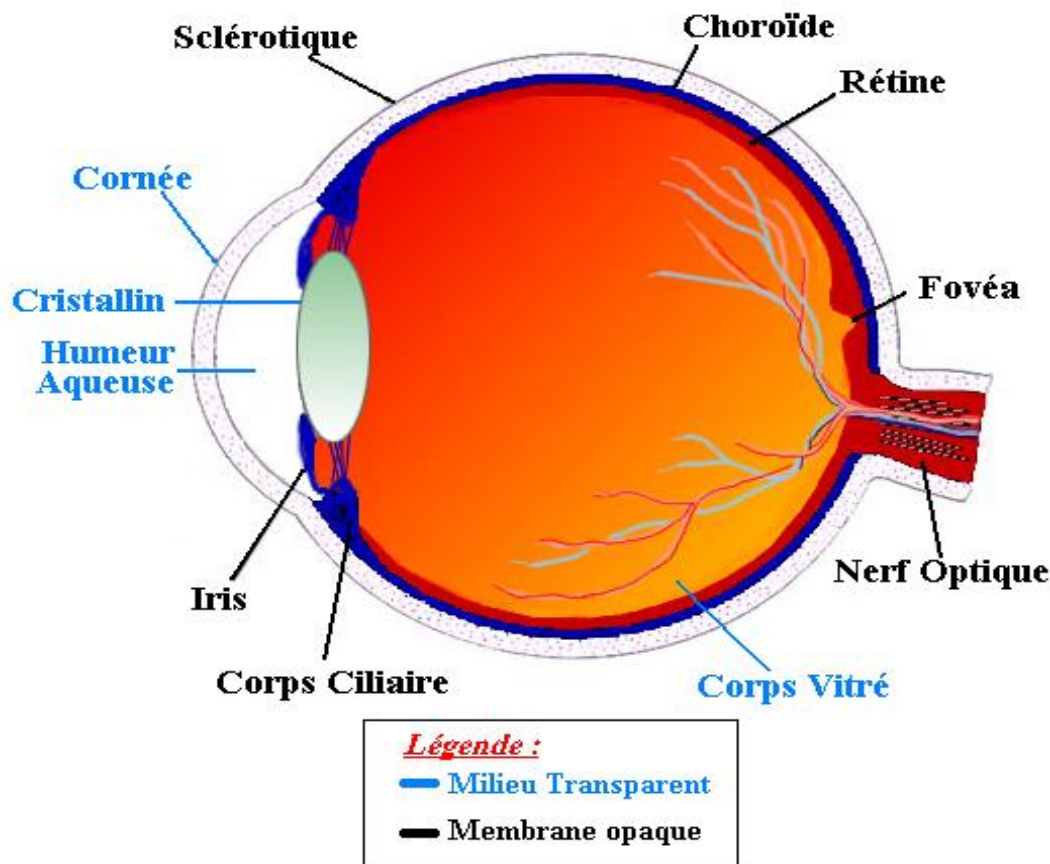
L'œil comporte trois milieux transparents :

-Le cristallin : lentille biconvexe de 9mm de diamètre, 4mm d'épaisseur, avec un indice de réfraction égal à 1,4, le cristallin est un milieu dont la face antérieure est plus bombée que celle postérieure. Il est rattaché au corps ciliaire derrière l'iris par des ligaments suspenseurs. Le cristallin et l'iris divisent le globe oculaire en deux chambres dont l'une antérieure (humeur aqueuse) et l'autre postérieure (humeur vitrée). Son principal rôle est l'accommodation.

-L'humeur aqueuse : liquide transparent et incolore situé en avant du cristallin et derrière la cornée. Son indice de réfraction est celui de l'eau 1,33.

-L'humeur vitrée : liquide transparent, incolore et gélatineux (visqueux) situé derrière le cristallin et entourée par la rétine. Son indice de réfraction est aussi celui de l'eau.

Schéma de la coupe longitudinale de l'œil



4-La structure de la rétine:

a-Disposition des couches de cellules dans la rétine:

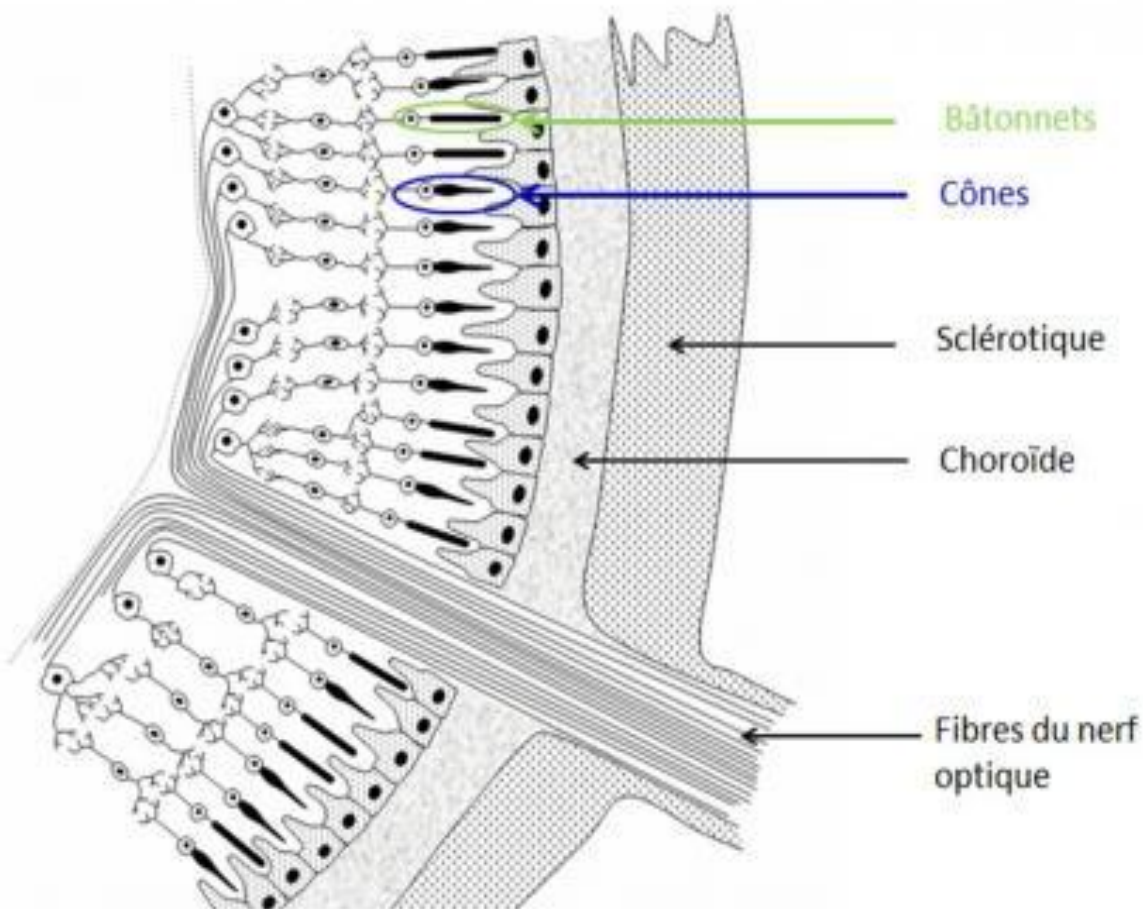
La rétine comprend deux feuillets dont l'un externe contenant épithélium pigmentaire (foncé) appliqué contre la choroïde suivi du feuillet interne nerveux contenant trois couches successives de cellules: cellules visuelles, cellules bipolaires et cellules multipolaires (ou ganglionnaires). Ce sont des cellules spécialisées comme les neurones de l'encéphale. La rétine est donc une dépendance de l'encéphale.

Les cellules visuelles se divisent en deux catégories: les cônes et les bâtonnets.

Les cellules bipolaires sont des cellules qui présentent deux prolongements qui les relient aux cellules visuelles et aux cellules multipolaires.

Les cellules multipolaires se bifurquent en des portions dirigées vers la rétine (tapisser sa paroi), vers les cellules bipolaires, puis le point aveugle pour se jeter dans le nerf optique (former ses fibres).

Schéma de la rétine :



b-Répartition des diverses cellules dans la rétine humaine:

La rétine humaine contient 6 millions de cônes et 120 millions de bâtonnets. La fovéa ne contient que des cellules en cônes plus de 30 milles dont le nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la fovéa. Les bâtonnets aussi apparaissent en grand nombre de plus en plus loin de la fovéa.

Toutes les autres parties de l'œil en dehors de la fovéa contiennent les trois couches de cellules.

NB: -Le centre visuel du cerveau est l'écorce cérébrale située dans les lobes occipitaux des hémisphères cérébraux. La destruction de cette écorce chez un individu entraîne la cécité visuelle d'origine corticale (les yeux et le nerf optique sont fonctionnels). Cette région est l'aire visuelle du cerveau.

-Les nerfs optiques : également sont très importants dans la vision. Ils relient l'écorce cérébrale à la rétine. Leur section chez un individu le rend aveugle.

Synthèse des voies optiques (Vue supérieure)

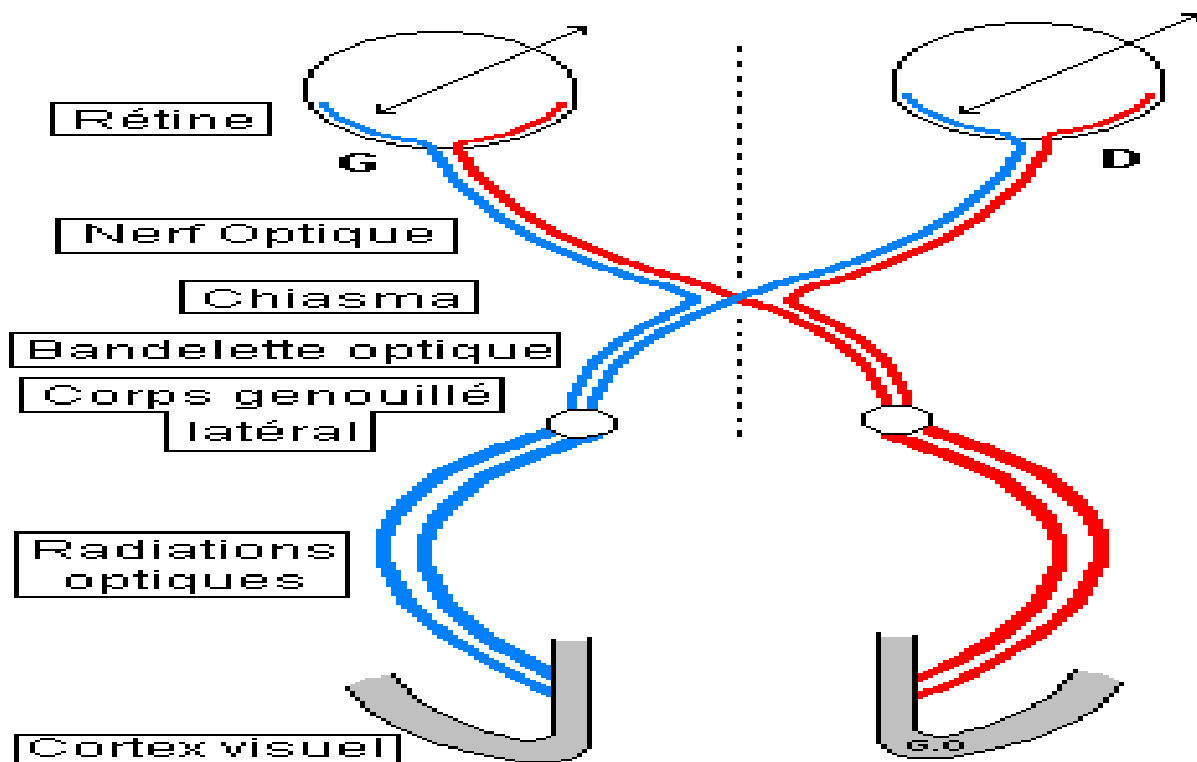


Schéma du nerf optique

5-La physiologie (fonctionnement) de l'œil:

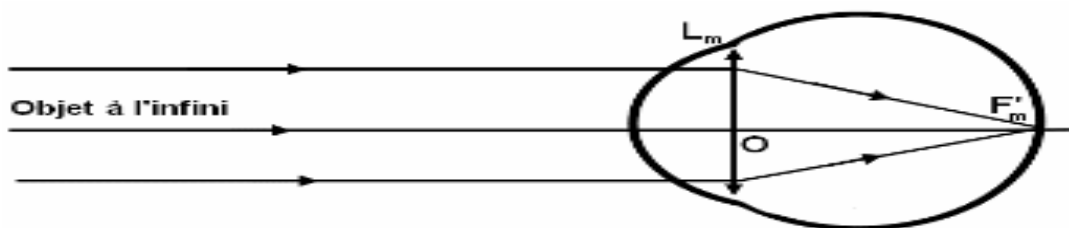
a-La formation d'image sur la rétine:

L'objet placé à une distance double de la distance focale, l'œil fait comme une lentille convergente. Ainsi il donne une image réelle renversée plus petite que l'objet. Donc l'œil est comparable à un appareil photographique dans lequel l'image se forme sur une plaque sensible ou la pellicule.

6-Système optique de l'œil :

L'œil contient des milieux transparents. La lumière qui traverse ses milieux subie des réfractions à chaque surface de séparation puis arrivent sur l'axe antéro-postérieur: c'est l'axe optique de l'œil. Il tire l'image vers la fovéa (point visuel) de la rétine.

a-Cas de l'œil réduit: l'ensemble des milieux transparents (cristallin, humeur aqueuse et humeur vitrée) forme une sorte de lentille convergente: **c'est l'œil réduit de LISTING.**



b-Cas de l'œil normal (vision à l'infini): un objet très éloigné et situé sur l'axe optique (direction de visibilité) de la rétine est toujours bien visible car son image se forme directement sur la fovéa : on dit que la vision est nette. Un œil normal est un œil qui ne présente aucun défaut de vision (myopie, hypermétropie, astigmatisme).

7-Le phénomène d'accommodation:

L'accommodation est le phénomène de mise au point de l'image sur la rétine.

a-Mise en évidence de l'accommodation :

Quand nous regardons un objet éloigné ensuite on regarde un objet rapproché, l'image nous apparaît floue au début. L'œil met un temps pour réaliser la mise au point de l'image sur la rétine: c'est l'accommodation. Cela s'explique par le fait qu'en regardant un objet à l'infini, l'image se forme au foyer sur la rétine (fovéa). En suite quand nous regardons un objet rapproché, l'image se forme en arrière de la rétine (fovéa).

Pour que cette image soit nette, la distance focale diminue et la convergence augmente.

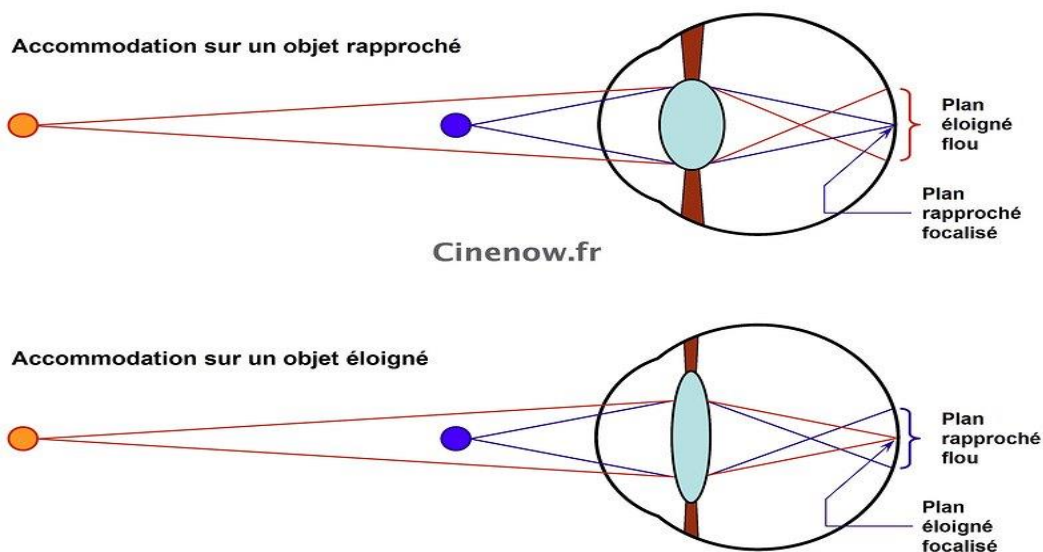
La vergence est l'inverse de la distance focale ($C=1/f$). L'accommodation est d'autant plus forte que l'objet est proche. Elle se fait lorsque l'objet se trouve à 60m de l'œil.

c-Mécanisme de l'accommodation :

L'accommodation est un phénomène réflexe et automatique qui se réalise par l'augmentation de la courbure de la face antérieure du cristallin à une distance limite.

Schéma de l'accommodation

Mécanisme d'accommodation



d-Limite de l'accommodation :

Le cristallin est d'autant plus déformé qu'on regarde un objet rapproché.

*-Un objet trop rapproché n'est pas nettement visible: donc floue. C'est la distance minimale de vision appelé *ponctum proximum* (pp). Elle varie en fonction de l'âge de l'ordre de 7cm chez l'enfant de 10 ans, 15 à 25 cm chez l'adulte jeune (15 à 45 ans), 40 cm à 50ans et 1cm à 60ans. Elle augmente au fur et à mesure que l'élasticité du cristallin diminue. Les vieillards qui ont une difficulté de lecture même quand l'image est trop rapprochée, sont atteints de la presbytie.

*-Un objet un peu trop rapproché est difficilement visible jusqu'à 1cm à l'âge de 60 ans. La vision est floue.

8-Phénomène de Diaphragmation: c'est la propriété que possède l'iris de régler le diamètre de la pupille suivant l'intensité de la lumière perçue par l'œil.

Elle peut varier de 2 à 8cm.

9-Excitation des cellules visuelles :

a-La rétine : elle est sensible à la lumière car cela induit les transformations chimiques et physiques qui agissent sur le nerf optique puis le cerveau entraînant les sensations visuelles.

L'expérience de Mariotte montre que la lumière n'excite dans la rétine que les cônes et les bâtonnets. Le point aveugle et la portion de la rétine qui se prolonge dans le nerf optique ne contiennent pas de cellules visuelles.

b-Mécanisme d'excitation des cellules en bâtonnets :

C'est un phénomène photochimique c'est-à-dire comportant des réactions chimiques provoquées par la lumière:

-A l'obscurité les bâtonnets sont imprégnés d'une substance le pourpre rétinien que la lumière décompose qui conduit à la décoloration de la rétine rose qui vire soit en noire ou blanche.

Les cônes présentent les mêmes réactions mais jusque-là non élucidées.

NB: - Les bâtonnets assurent la vision nocturne (nuit) à l'obscurité sous une faible lumière.

-Les cônes assurent la vision diurne (jour) à lumière intense.

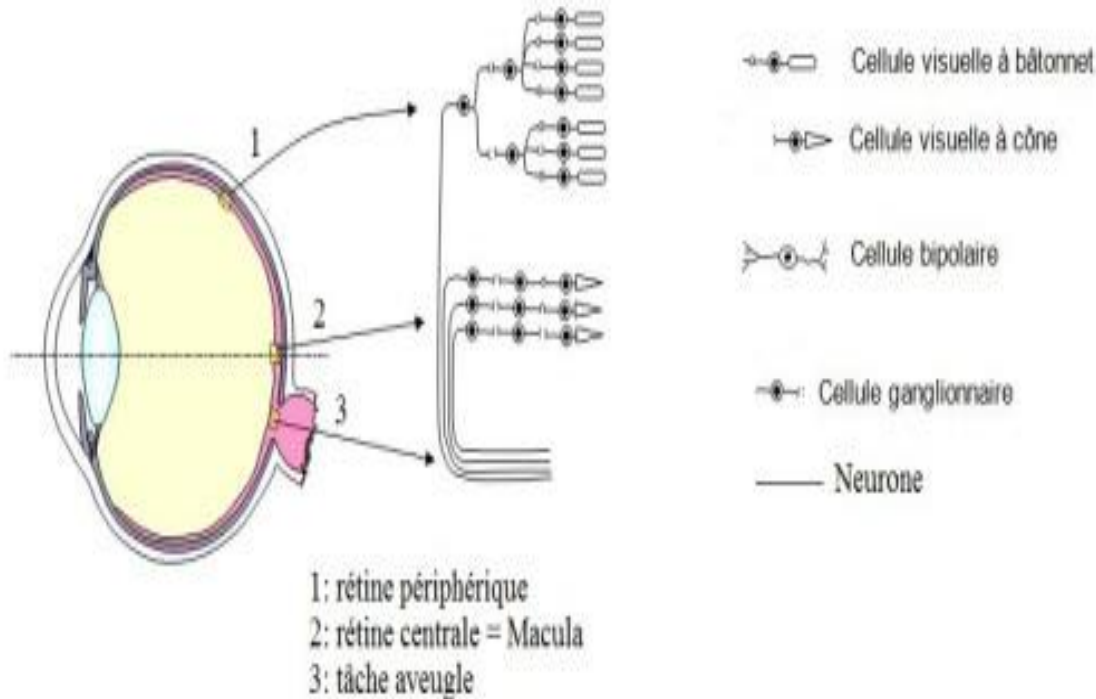
10-Les types de vision rétinienne :

On distingue selon la localisation des cellules visuelles (cônes et bâtonnets), deux types de vision:

a-Vision centrale : qui est une vision dont l'image se forme directement sur la fovéa de la rétine (foyer visuel). Son pouvoir séparateur (acuité visuelle) est très élevé mais la sensibilité est minime. Elle est assurée par les cônes qui sont moins sensibles à la lumière.

b-Vision périphérique : qui est une vision dont l'image se forme sur la partie extra fovéale de la rétine (en arrière du foyer visuel). Son pouvoir séparateur (acuité visuelle) est très bas mais sa sensibilité est par contre très grande. Elle est assurée par les cellules en bâtonnets qui sont très sensibles à la lumière.

Schéma de la rétine centrale et de la rétine périphérique



Le champ visuel: est la direction de visibilité de l'œil sans mouvoir la tête.

L'acuité visuelle: est le pouvoir qu'à l'œil voir un objet éloigné petit quelle que soit sa taille. Elle est aussi le pouvoir séparateur de deux points A et B proches situés à distance égale éloignée.

La vision binoculaire: est la vision assurée par les deux yeux. Elle fait intervenir une seule sensation au niveau du cortex cérébral.

La vision des couleurs: elle s'explique par la théorie trichromatique. Elle admet trois cônes sensibles à trois couleurs (rouge, vert et bleu). Elle permet d'expliquer les anomalies de la vision des couleurs telle que le daltonisme dont la forme répandue est la confusion du rouge et vert.

Le principal rôle des nerfs optiques est la transmission vers le cerveau des excitations nées dans la rétine sous l'action de la lumière. Le chiasma optique est le point de croisement des fibres des nerfs optiques des deux yeux.

Le cerveau assure la réception, l'analyse et la correction de l'image qui arrive renversée.

NB: La vision élargie les réflexions conscientes de l'individu par rapport au milieu de vie.

Les anomalies de l'œil sont la myopie, hypermétropie, astigmatisme, strabisme.

IV-REGULATION HUMORALE:

Les travaux de Claude Bernard, Bayliss et Sterling ont montré que l'organisme est un tout qui implique des relations d'organe à organe.

Deux facteurs:

-La sécrétion de certaines substances qui assurent le bon fonctionnement de l'organisme: ce sont des hormones qui peuvent être endocriniennes ou exocriniennes qui équilibrent l'organisme. Elles sont sécrétées par les glandes endocrines, exocrines ou mixtes.

-Le contrôle exercé par les organes régulateurs essentiellement les reins qui interviennent pour assurer le maintien de l'équilibre hydrominéral du milieu intérieur "homéostasie".

Il a une action sur le volume sanguin ou la volémie. Le sang sert de transport pour les hormones.

Les reins sont des organes qui assurent l'épuration du sang et la fabrication de l'urine. Ils maintiennent toujours à un niveau constant la teneur en sels et en eau de l'organisme.

Pour élucider ce rôle, comparons d'abord la composition du plasma et celle de l'urine.

Tableau des composants d'urine :

Principaux constituants (g/l)	Plasma	Urine normale
Eau	910	950
Protides	69	0
Lipides	4 à 6	0
Glucose	1	0
Chlorure de sodium	7	8 à 10
Urée	0,3	20
Acide urique	0,03	0,6
Ammoniaque	0	0,5
Pigments et acides organiques	0	0

Les glucides, lipides et protides ne se retrouvent pas dans l'urine, leur présence dans l'urine traduit une maladie dont les glucides: glycosurie (diabète), les protides : protéinurie ou albuminurie (insuffisance rénale).

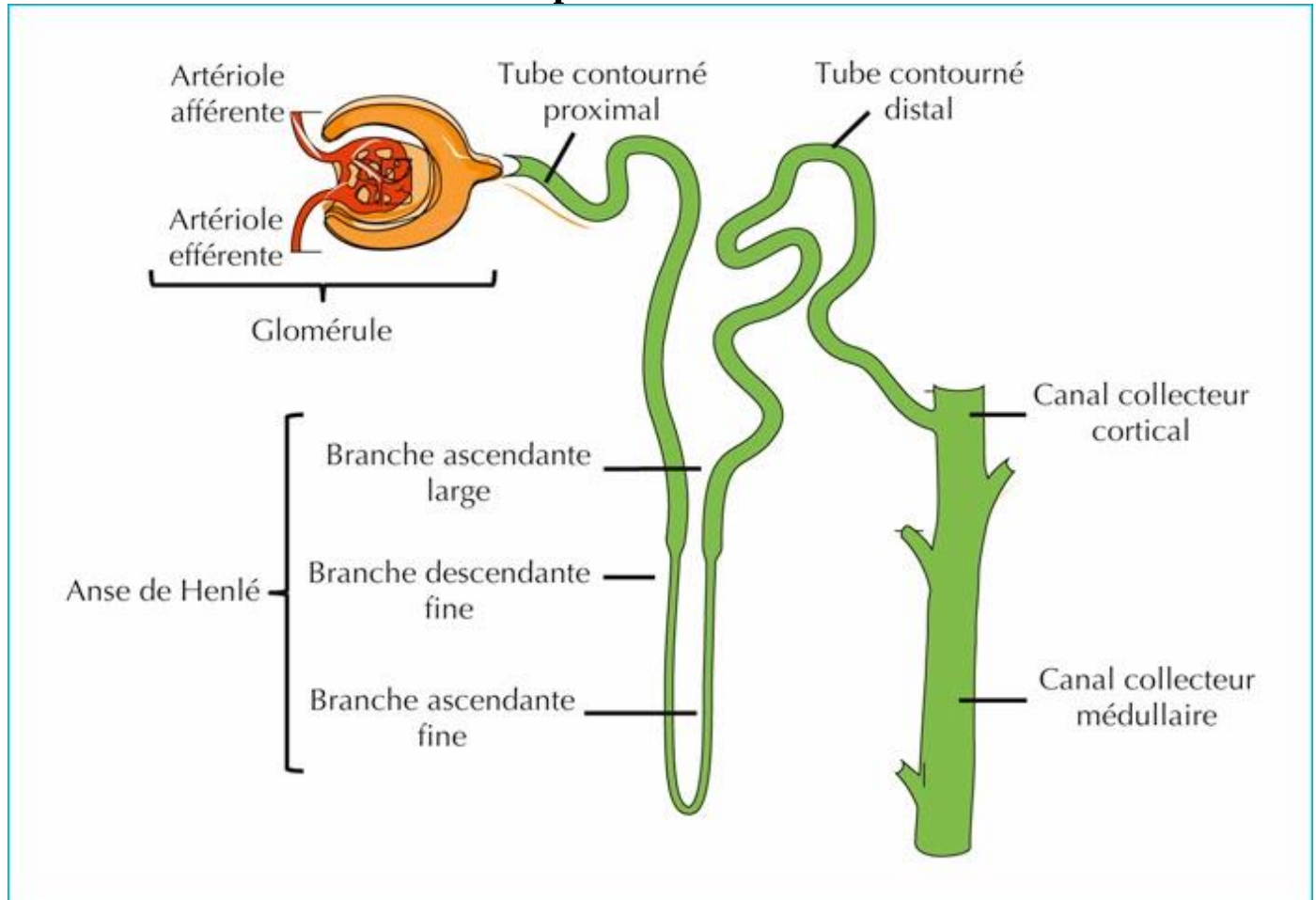
Les sels minéraux présents dans le plasma sanguin passent totalement dans l'urine. Ils sont donc renouvelés par alimentation de tous les jours.

La quantité d'eau contenue dans l'urine est variable, elle augmente quand la pression osmotique du sang tend à diminuer. Et elle diminue quand la pression osmotique du sang tend à augmenter. L'excrétion urinaire avec ion H^+ sert efficacement à maintenir constante la pression osmotique du milieu intérieur et le pH sanguin.

1-Comment les reins interviennent dans la régulation du milieu intérieur ?

Les reins interviennent par la formation d'urine qui se fait par une unité structurale et fonctionnelle des reins appelés le néphron. Chaque rein contient un million de néphrons.

Le schéma de la structure du néphron :

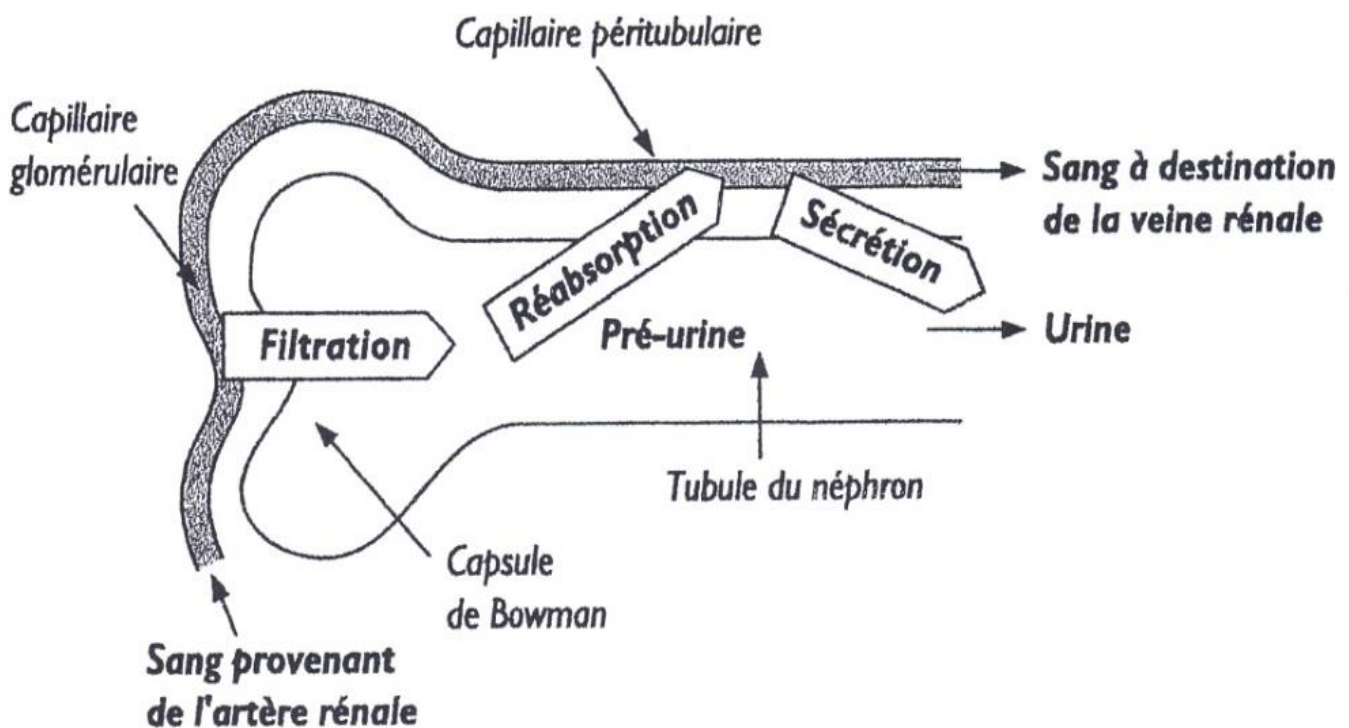


La formation de l'urine se déroule en trois (3) étapes par épuration du sang:

a-La filtration glomérulaire : qui produit l'urine primitive contenant toute les substances du sang exceptées les protéines et les acides gras (graisses).

b-La réabsorption tubulaire: qui consiste au renvoi dans le sang d'une grande partie des substances contenues dans l'urine primitive vers le sang (eau, sels minéraux, ions sodiums, urée) et la totalité de glucose qui ne passe pas dans l'urine définitive sauf des cas de maladies citées ci-haut.

c-La sécrétion tubulaire: qui correspond à l'élaboration par le néphron de certaines substances (ammoniaque, acide hippurique) absentes dans le sang et dans l'urine primitive. L'urine contenant ces substances est celle définitive de couleur jaune foncée, d'odeur fétide qu'on évacue lors d'une miction normale lorsque la quantité se trouve entre 300ml à 1200ml.



2-Comment équilibre-t-on la concentration hydrominérale ?

La régulation de l'équilibre hydrominéral (eau et sels minéraux) se réalise sous l'action et rétroaction des hormones.

a-La régulation de la teneur en eau:

Elle présente deux conséquences essentielles:

*-Le déséquilibre par rapport à la volémie (diminution ou augmentation de la quantité du sang) et du volume du milieu intérieur: qui stimule les volorécepteurs situés dans l'oreillette gauche et la carotide, jouant le rôle de régulateur de la teneur en eau. Ils contrôlent le fonctionnement du cœur gauche.

Les volorécepteurs sont des récepteurs sensoriels sensibles à la variation du volume du milieu intérieur.

Les volorécepteurs sont en relation avec les neurones sécrétant l'ADH (hormone antidiurétique) appelée encore vasopressine. L'augmentation du volume du milieu intérieur inhibe la sécrétion de la vasopressine (ADH), sa diminution active la sécrétion de la vasopressine (ADH) par l'antéhypophyse.

*-Le déséquilibre par rapport à la pression osmotique, stimule les osmorécepteurs situés dans l'hypothalamus.

Les osmorécepteurs sont des neurones sensibles à la variation de la pression osmotique du milieu intérieur en relation avec les neurones sécrétant la vasopressine (ADH) ensuite déversée dans l'hypophyse postérieure ou la posthypophyse.

L'augmentation de la pression osmotique du milieu intérieur stimule la sécrétion de la vasopressine (ADH) et sa diminution inhibe la sécrétion de la vasopressine (ADH).

NB: la vasopressine est une neuro-hormone régulatrice des variations de la pression osmotique et du volume du milieu intérieur.

Chez le grand brûlé, la vasopressine (ADH) permet de limiter les pertes d'eau et ainsi de maintenir à une certaine valeur la pression artérielle. Dans ce cas, elle agit sur les tubules collecteurs en augmentant la réabsorption d'eau et diminuer la production d'urine. Elle est une hormone qui contrôle la diurèse. Cette régulation est assurée en général par le complexe typothalamohypophysaire.

b-La régulation de la teneur en sodium (Na):

Toute variation de la teneur en sodium est directement décelée au niveau du néphron dans la paroi des vaisseaux glomérulaires.

La diminution de la teneur en sodium du milieu intérieur lors d'une hémorragie ou brûlure entraîne l'hypotension. Les reins sont mal irrigués. Cela conduit davantage les cellules juxtaglomérulaires des reins à sécréter la rénine une enzyme qui favorise la sécrétion de l'angiotensine sous l'action de l'angiotensinogène sécrétée par le foie. Cette angiotensine provoque la diminution du diamètre des artérioles et l'augmentation de la sécrétion de l'aldostérone.

La diminution du diamètre des artérioles augmente la résistance à l'écoulement du sang et freine la circulation du sang dans les artérioles, provoquant ainsi une augmentation de la pression artérielle. L'augmentation de la sécrétion d'aldostérone provoque l'augmentation de la rétention d'eau ce qui augmente la masse sanguine et élève ainsi la pression artérielle.

NB: L'aldostérone, une hormone sécrétée par les minéralocorticoïdes des glandes surrénales, joue un rôle capital dans le maintien de l'équilibre sodium-potassium du milieu intérieur en agissant sur le tubule distal qui réabsorbe le sodium (Na^+) qui entraîne la rétention d'eau et de sels minéraux et élimine le potassium (K^+). Les médullosurrénales (adrénaline et noradrénaline) sont des hormones qui contrôlent la pression artérielle : elles exercent un pouvoir hypertenseur.

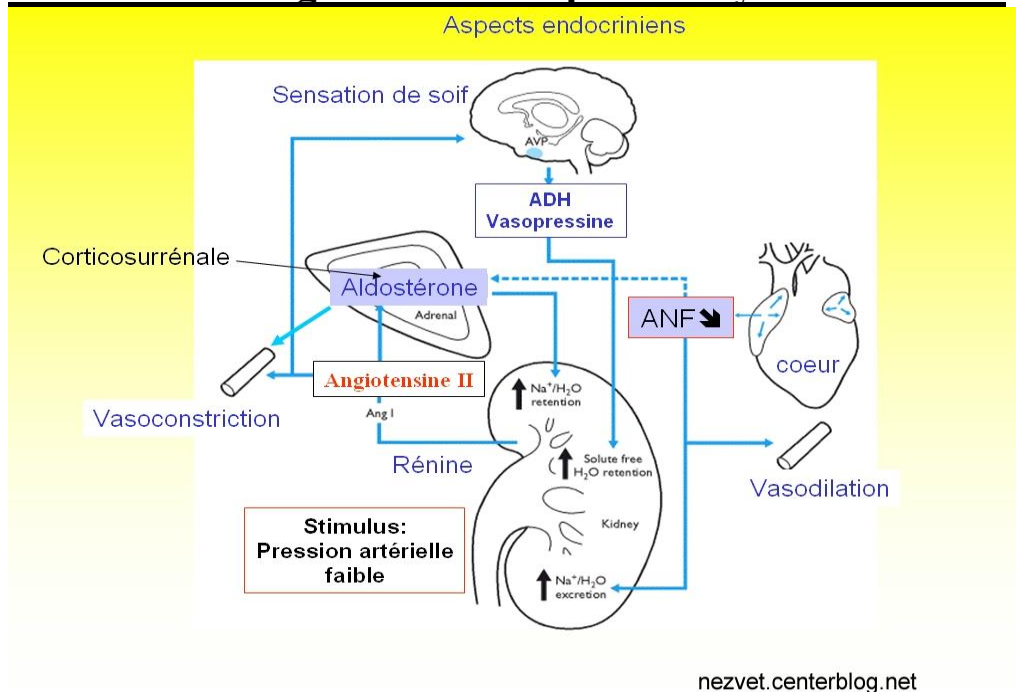
c-La régulation du pH par les reins:

Le pH du milieu intérieur est constant situé entre 7,38-7,43. Surtout le pH du sang donc l'organisme s'oppose à toutes les variations hors des limites compatibles à la vie qui sont corrigées par les reins par épuration du sang formant l'urine. Grâce à l'anhydrase carbonique des cellules tubulaires, les reins produisent de l'acide carbonique (H_2CO_3) dont l'ionisation libère des ions H^+ et l'hydrogénocarbonate. Cela se déroule en deux temps:

-Le premier en cas d'acidose: qui se manifeste par l'insuffisance respiratoire, confusion mentale, somnolence, trouble de la conscience, les ions Na^+ se mobilisent par échange avec les ions H^+ dans l'excrétion sous forme de sels acides organiques libres.

-Le second en cas d'alcalose: se manifestant par agitation, crampe, crise tétanique, les ions H^+ très abondants sont réabsorbés puis les ions carbonates (HCO_3^-) sont excrétés.

Schéma de la régulation de l'équilibre hydrominérale :



d-La régulation de la glycémie :

La glycémie est le taux ou la concentration du sucre dans le sang d'un individu dont la valeur est de 1g/l soit 5,5mmol/l.

***-Le pancréas glande régulatrice de la glycémie :**

Le pancréas est une glande mixte c'est-à-dire endocrine et exocrine.

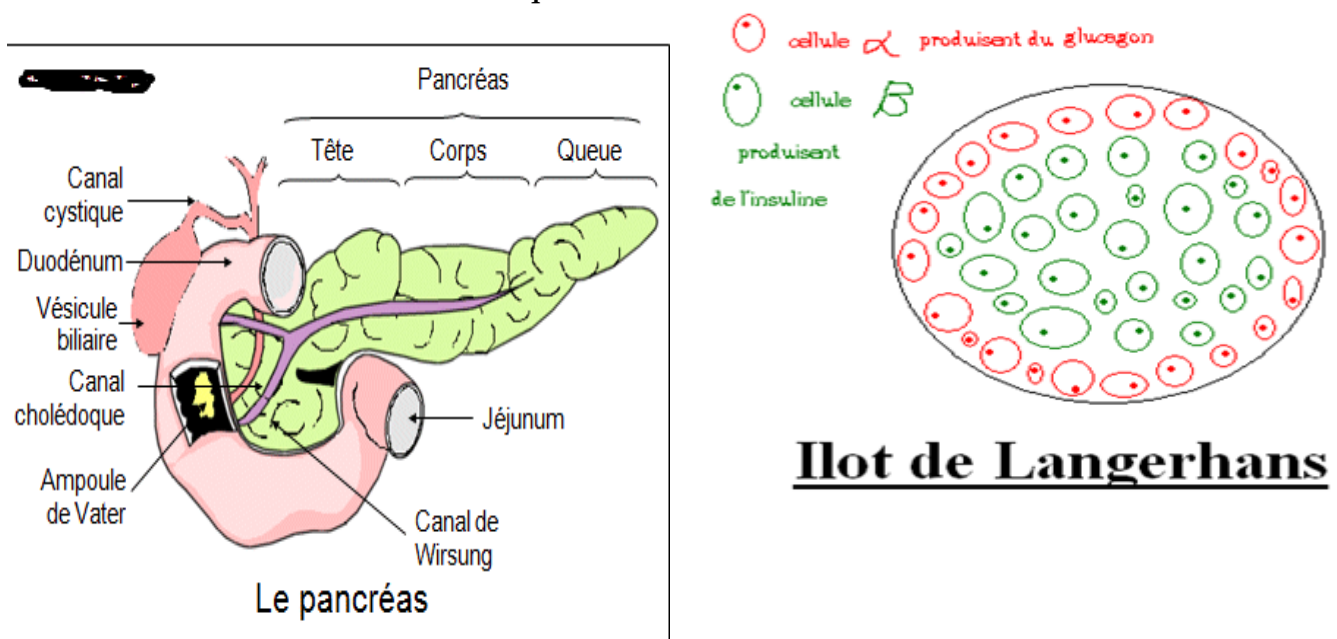
Dans sa structure, le pancréas présente deux groupes de cellules:

-Les cellules acineuses ou acini qui jouent le rôle exocrine par la sécrétion du suc pancréatique qui est ensuite déversé dans l'intestin pour la digestion des aliments.

-Les cellules insulaires jouant le rôle endocrine, sont deux amas de cellules formant des îlots de Langerhans dont :

Les unes sont des cellules alpha qui sécrètent le glucagon.

Les autres sont des cellules bêta qui sécrètent l'insuline.



Le glucagon est une hormone formée d'une seule chaîne peptidique contenant 29 acides aminés. Il est une hormone hyperglycémiant c'est-à-dire qui augmente la glycémie au niveau égal ou supérieur à 1g/l.

L'insuline est une hormone formée de deux chaînes peptidiques contenant respectivement 21 et 30 acides aminés. Elle est une hormone hypoglycémiant c'est-à-dire qui diminue la glycémie en deçà de 1g/l.

***-Les variations de la glycémie :**

La glycémie est une constante vitale que l'on doit surveiller quotidiennement car elle varie tout le long de la journée.

Cette variation peut être une diminution lors d'un exercice physique ou un jeun court ou prolongé du taux de sucre (hypoglycémie) ou une augmentation du taux de sucre lors de la prise d'un repas (hyperglycémie).

La diminution (hypoglycémie) conduit aux troubles de la conscience, convulsion voire coma.

L'augmentation (hyperglycémie) entraîne l'infarctus du myocarde, la rétinopathie, cécité et diabète.

Ce sont des paramètres vitaux à réguler.

***-La régulation des variations de la glycémie:**

-En cas d'hypoglycémie, la régulation se fait par apport de glucose dans le sang. Cela se fait suivant deux voies:

L'une exogène par apport alimentaire du glucose.

L'autre endogène par la mobilisation du glycogène stocké dans le foie. Le foie est une glande aussi mixte de l'organisme qui assure la mise en réserve du glucose sous forme de glycogène. Il est suivi de tissu adipeux également qui stockent le glucose mais en quantité minimale par rapport au foie.

Le glycogène stocké dans le foie est élaboré pour les muscles et l'encéphale lorsque la quantité de glucose devient beaucoup supérieure dans le plasma sanguin.

Le foie est le seul organe du corps capable de libérer le glucose dans le sang. Par exemple, lors d'un jeun court le foie transforme le glycogène en du glucose circulant dans le plasma sanguin: c'est la glycogénolyse ou la glycolyse avec production d'énergie.

Lors d'un jeun prolongé jusqu'à 72h voire, la production du glucose sera est de transformer certains précurseurs non glucidiques en glucose (acides aminés, acides gras...): c'est la néoglucogenèse.

Toutes ces réactions s'accompagnent par l'action régulatrice du glucagon une hormone qui agit sur le foie puis déclenche la glycogénolyse et favorise en dehors du foie la néoglucogenèse. Le glucagon lutte contre toute diminution du taux de sucre dans le sang. Par manque de sécrétion du glucagon ou pour cause d'hypoglycémie sévère, interviennent d'autres types d'hormones comme l'adrénaline, le cortisol et l'ACTH (hormone adénocorticothyrotrope) ou hormone de croissance sécrétée par l'antéhypophyse a un rôle hyperglycémiant.

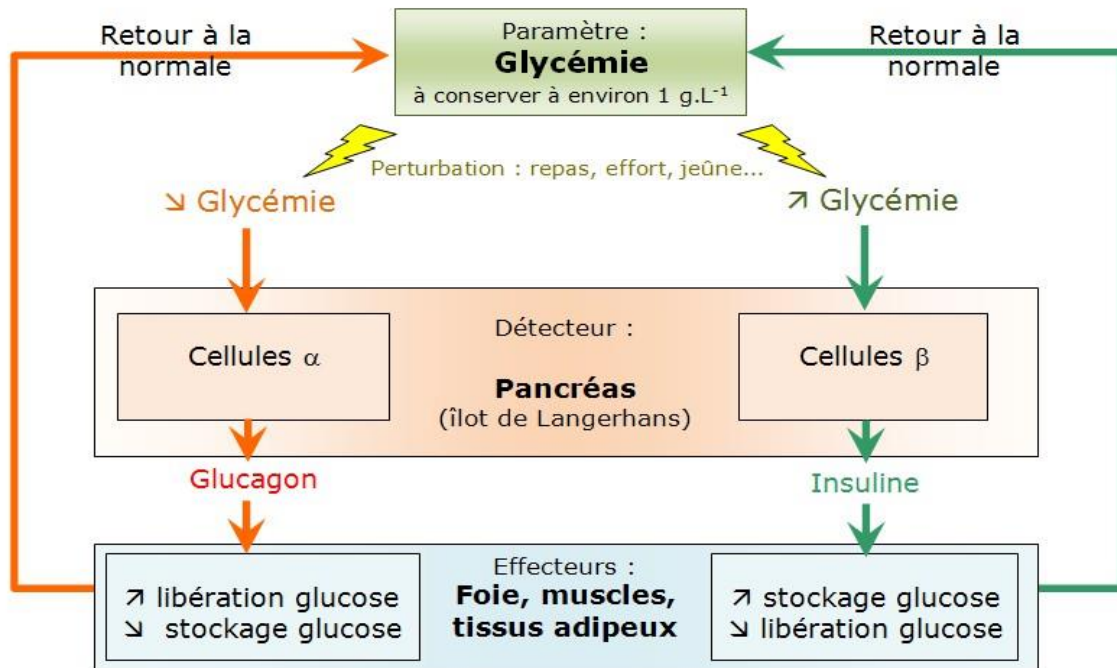
L'adrénaline sécrétée par les médullosurrénales agit rapidement comme le glucagon pour augmenter le taux de sucre.

Le cortisol sécrété par les cortisurrénales, agit lentement sur des tissus adipeux pour dégrader les protéines et les lipides pour produire du glucose. Il favorise la néoglucogenèse hépatique. Le cortisol intervient aussi dans le fonctionnement des reins.

-En cas d'hyperglycémie, intervient l'insuline la seule hormone capable de diminuer le taux de sucre dans le sang.

L'insuline assure le stockage du sucre dans certains organes de stockage (tissus adipeux et le foie) et utilisateurs (système nerveux, muscles et ceux de nutrition excepté les reins). Le glucose n'est pas présent dans l'urine.

L'insuline cible certaine cellule qui présente des récepteurs spécifiques à insuline.



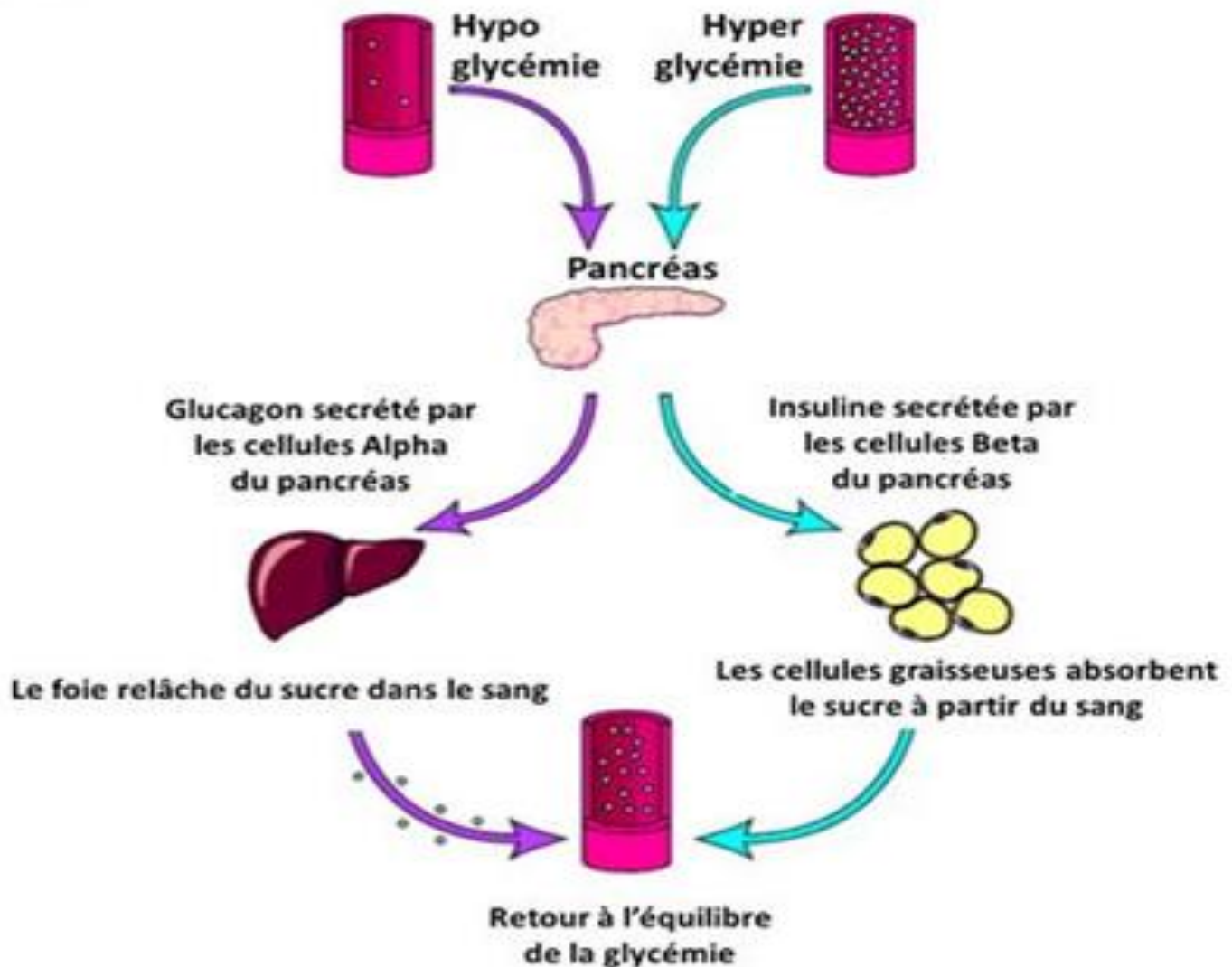
NB:

-L'hypoglycémie dépend du déficit de sécrétion du glucagon, adrénaline, cortisol et de l'hormone de croissance (ACTH). Elle est rapidement mortelle.

-L'hyperglycémie se traduit par le déficit d'insuline ou les cellules réceptrices d'insuline.

Elle conduit au diabète sucré ou diabète insulino-dépendant qui s'explique par l'augmentation du taux de sucre au-dessus de 1,2g/l.

Schéma de la régulation de la glycémie



V-L'INTÉGRATION NEURO-HORMONALE:

Le système nerveux, centre coordonnateur de toute la physiologie de l'organisme vivant ainsi que les fonctions de nutrition (digestion, respiration, circulation sanguino-lymphatique, excrétion) et de reproduction possèdent un fonctionnement en synergie avec certains produits de sécrétion qui sont des hormones.

-Qu'appelle-t-on hormones ?

Les hormones sont des substances organiques spécifiques de composition chimique particulière qui assurent le fonctionnement de l'organisme selon le type de récepteur. Elles sont sécrétées par plusieurs types d'organes et glandes du corps. Les glandes peuvent être exocrines ou endocrines.

Une glande exocrine est une glande dont le produit de sécrétion est déversé à l'extérieur des cellules.

Une glande endocrine est une glande dont le produit de sécrétion est déversé dans le sang et la lymphe ou à l'intérieur des cellules.

Comment se classe les glandes endocrines dans l'organisme ?

L'organisme humain comporte plusieurs types de glandes endocrines dont les uns sont mixtes c'est-à-dire endocrine et exocrine.

L'organisation des glandes endocrines dans l'organisme humain:

-L'hypothalamus est le centre nerveux intégrateur de très importante ayant une fonction endocrine. Il transforme les signaux en une libération d'hormone au niveau de l'hypophyse soumise à son contrôle. L'hypothalamus et l'hypophyse forme le complexe hypothalamo-hypophysaire (coordonnateur des activités de l'organisme).

L'hypophyse présente deux portions dont l'une située en bas et en avant de l'hypothalamus appelée antéhypophyse ou adénohypophyse et l'autre en bas et en arrière de l'hypothalamus appelée posthypophyse ou neurohypophyse.

La neurohypophyse sécrète deux (2) neurohormones (ADH et Ocytocine).

L'adénohypophyse sécrète sept (7) hormones (hormone de croissance, FSH, LH, Prolactine, ACTH, mélanotrope et thyroïdrotrope).

Les hormones hypophysaires agissent sur les autres glandes après leur excitation par l'hypothalamus qui sont successivement :

***La glande thyroïde :** qui sécrète deux groupes d'hormones :

-les hormones thyroïdiennes ou thyroxines (T3 et T4) importantes dans la croissance des systèmes génitaux et nerveux.

-la calcitonine hormone hypocalcémiant qui assure la diminution du taux de calcium dans les os en bloquant les cellules productrices de calcium.

***Les glandes parathyroïdes :** aux nombres de quatre (4) auprès de la thyroïde qui sécrètent la parathormone hormone hypercalcémiant qui assure l'augmentation du taux de calcium dans les os par activation des cellules sécrétrices: c'est l'homéostasie phosphocalcique.

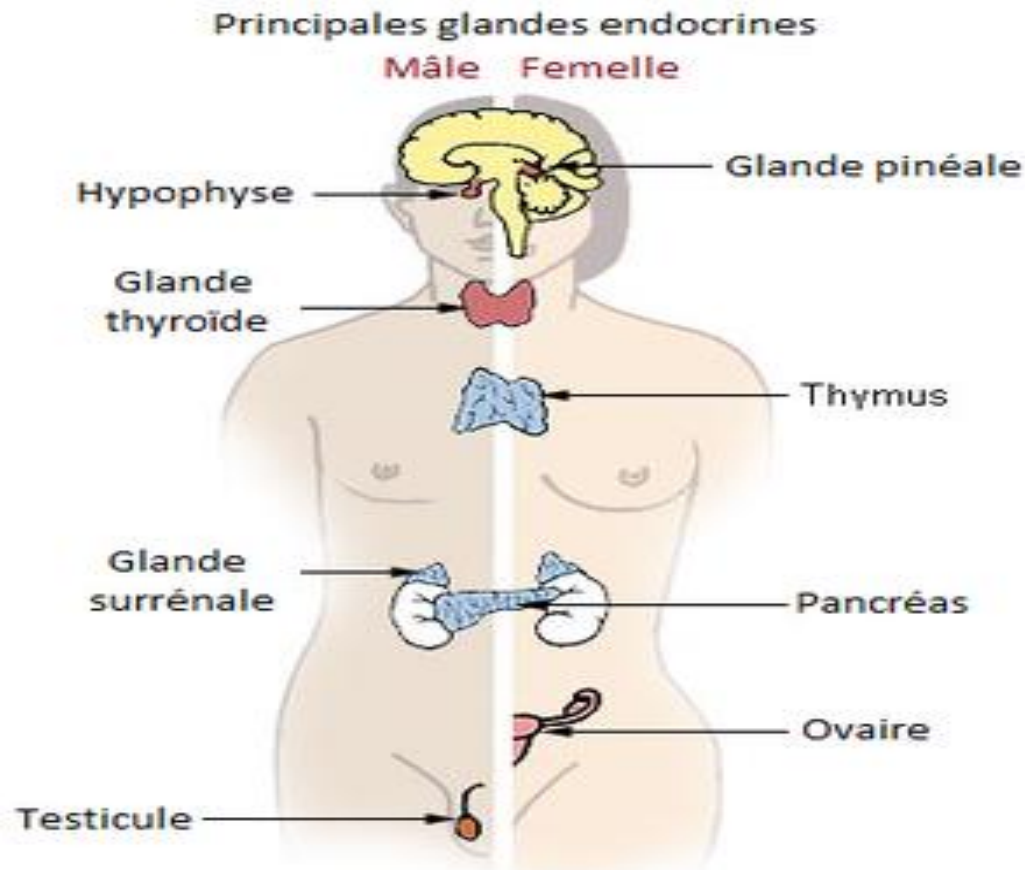
***Les glandes surrénales :** (gauche et droite) surplombant les reins. Il y'a les corticosurrénales sécrétant une trentaine d'hormones (cortisol, cortisone, androgènes, aldostérone...) et les médullosurrénales sécrétant deux hormones (adrénaline et noradrénaline) qui luttent surtout l'adrénaline contre le stress.

***Le pancréas :** qui sécrète le suc pancréatique, la somatostatine et deux hormones antagonistes (insuline et glucagon) régulant la glycémie que nous montre le cours sur la régulation de la glycémie.

***Les testicules :** qui sécrètent la testostérone, les ovaires qui sécrètent la progestérone et l'œstrogène qui régulent la reproduction que nous verrons dans le chapitre suivant.

NB: Il y a plusieurs hormones qui restent à connaître dans le fonctionnement de l'organisme humain.

Schéma de classification des principales glandes endocrines :



#-Le fonctionnement du cœur :

Le système nerveux joue un rôle essentiel sur le fonctionnement du cœur. Pendant l'étude des contractions du cœur, on verra l'expérience de fonctionnement du cœur isolé puis l'influence sur le cœur du système nerveux et les substances chimiques qui sont les médiateurs chimiques du système nerveux.

1-Observation directe et cinématographique des contractions cardiaques:

-L'observation directe est facile chez la grenouille décérébrée (dépourvue de l'encéphale et la moelle épinière).

Dans ce cas, lorsqu'on ouvre la cage thoracique puis enlève le péricarde, on verra les battements réguliers du cœur de la grenouille. Chaque contraction est accompagnée d'un changement de couleurs (rencontre de sang rouge sombre et celui rouge vif): c'est la révolution cardiaque.

Chez l'être humain ou les mammifères en général, il faut ouvrir la cage thoracique avec l'utilisation de certains dispositifs tels que celui de la respiration artificielle.

Avec une respiration normale le cœur continue à battre. Le cœur s'arrête quelques minutes lorsque s'arrête la respiration artificielle.

-L'observation indirecte consiste à l'utilisation de la cinématographie pour contrôler les battements cardiaques sillonnant à l'état normal autour de 70 battements par minutes chez l'adulte. Ils varient en fonction de l'âge et du sexe. Cela surveille les contractions des cavités cardiaques (oreillettes et ventricules). La révolution cardiaque est la fréquence des contractions-relaxations du cœur pendant une unité de temps.

La révolution cardiaque comprend trois (3) phases:

-la systole auriculaire ou contraction: des oreillettes (0,1s) qui renvoie le sang vers les ventricules et fermeture des valvules auriculo-ventriculaires produisant le premier bruit <<toum>> du cœur. Ces valvules tricuspide et mitrale empêchent le reflux du sang vers les oreillettes. Les valvules sigmoïdes empêchent le reflux du sang dans les ventricules.

-la systole ventriculaire: (0,3s) qui renvoie le sang des ventricules vers les artères (aorte et artère pulmonaire) et fermeture des valvules sigmoïdes produisant le second bruit <<tac>> du cœur.

-la diastole générale: ou repos du cœur (0,4s) qui correspond au retour du sang dans le cœur. Cette révolution est explicite par l'enregistrement graphique ou la cardiographie.

2-Qu'appelle-t-on cardiographie?

La cardiographie est l'enregistrement des contractions du cœur à l'aide d'un dispositif appelé le cardiographe. Il est utilisé pour contrôler les contractions extracardiaques.

La cardiographie intracardiaque consiste à l'utilisation des sondes.

Le cardiogramme est l'ensemble des représentations graphiques des contractions du cœur.

Le cathétérisme cardiaque est appliqué à l'Homme et consiste à placer le cathéter ou sonde dans les vaisseaux vers les cavités du cœur.

3-Qu'est-ce que l'automatisme cardiaque ? Comment se met-il en évidence ?

Quelle est son origine?

Le cœur est un organe musculaire qui fonctionne de lui-même grâce à sa constitution. Il peut fonctionner même en dehors du cœur.

Mise en évidence :

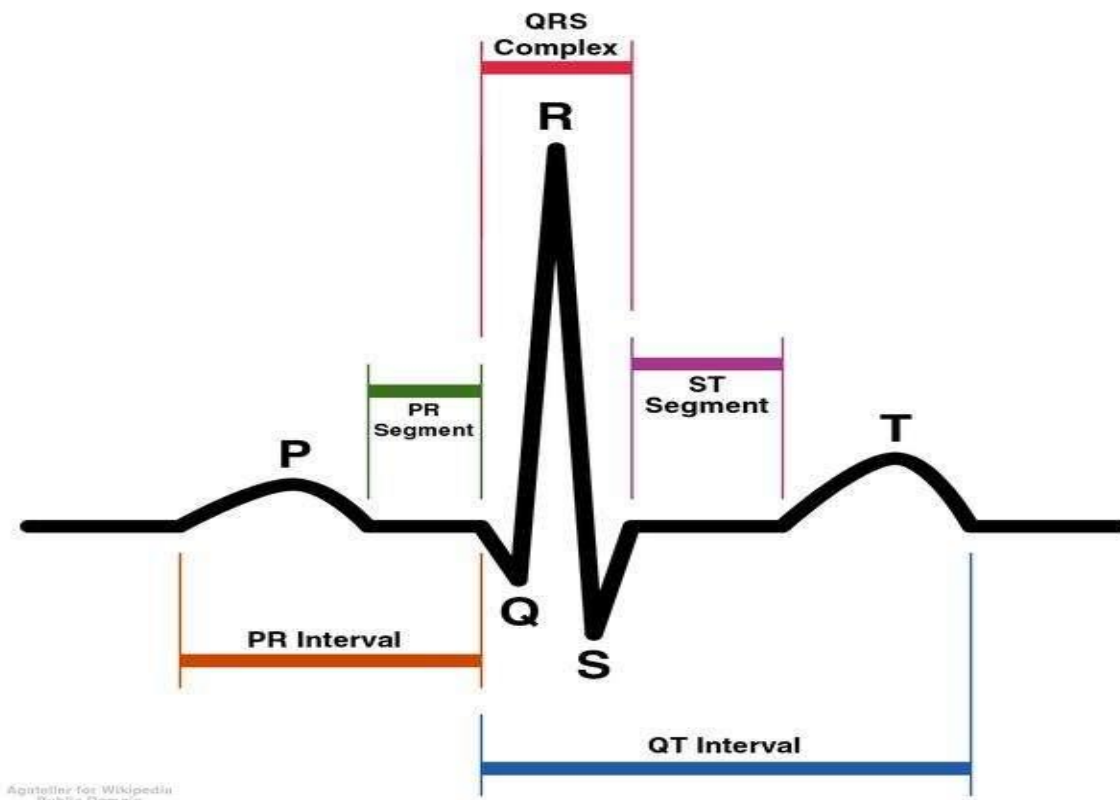
Pour facilement mettre en évidence l'automatisme cardiaque, on envisage deux cas:

1er Cas: Lorsque l'on extrait le cœur de la grenouille puis on l'isole dans une solution salée contenant plus de liquide physiologique le "Ringer", il continue de battre pendant une heure ou plus.

Avec un cœur isolé, la perfusion du liquide de Ringer dans les cavités (Oreillettes et ventricules) du cœur entraîne le fonctionnement régulier et durable du cœur. Le liquide de Ringer est alors un liquide qui maintient normal le fonctionnement du cœur en dehors du corps.

2ème Cas: Pour l'Homme et les autres mammifères, le cœur étant plus épais, il faut faire circuler le liquide nourricier maintenu à une température de 37° contenant du glucose et de l'oxygène dans les vaisseaux du myocarde. Le glucose et l'oxygène sont des éléments indispensables pour la nutrition des fibres musculaires.

Schéma du cardiogramme



NB:

- Le cœur ne doit pas être isolé à l'air libre, cela arrête son fonctionnement lorsqu'il se dessèche.
- Le cœur isolé dans l'eau ne pas comme dans le liquide de Ringer ou dans l'organisme.
- Ne traite pas le cœur humain comme celui de la grenouille.

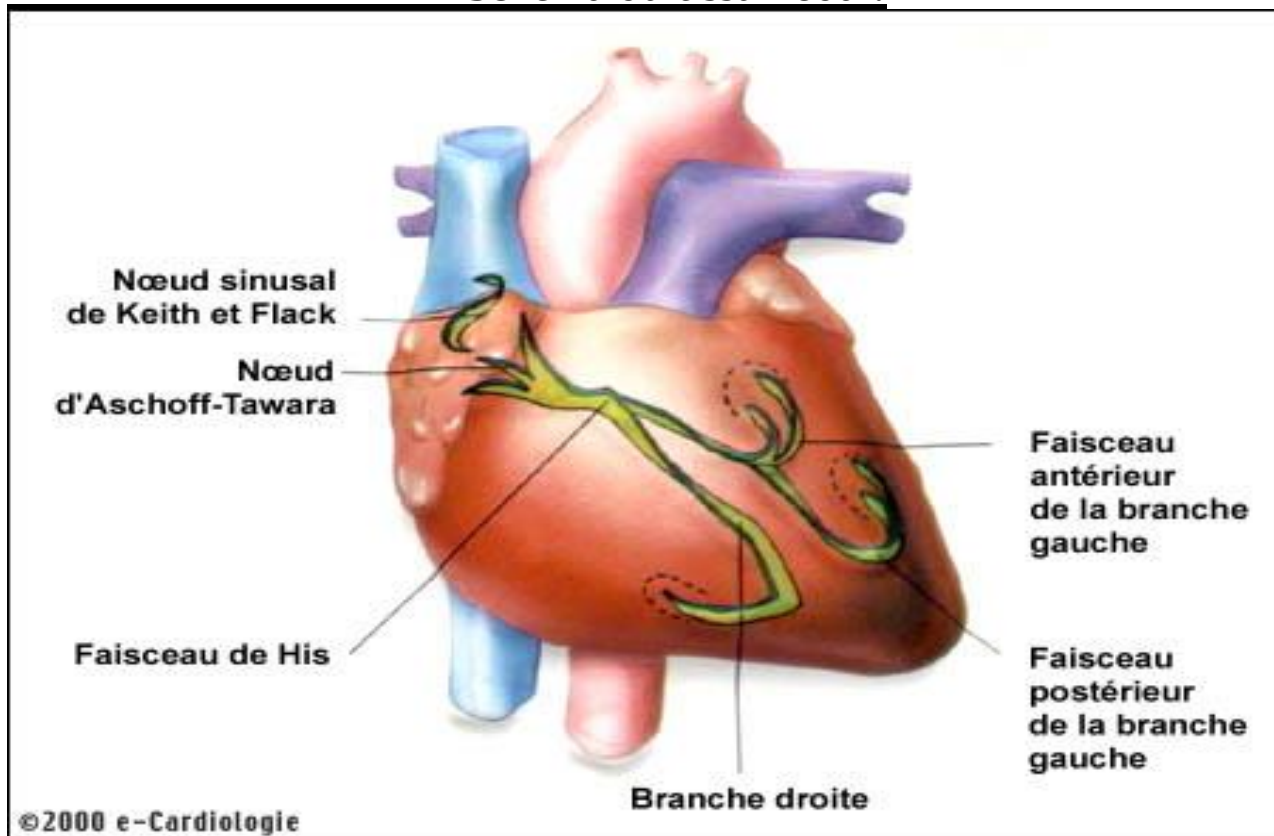
Origine de l'automatisme cardiaque :

Le fonctionnement autonome du cœur dépend chez les mammifères du tissu nodal. **Le tissu nodal** est un ensemble de structure musculaire présentant des nœuds d'où son nom nodal.

Il comporte quatre (4) éléments qui régissent l'automatisme du cœur :

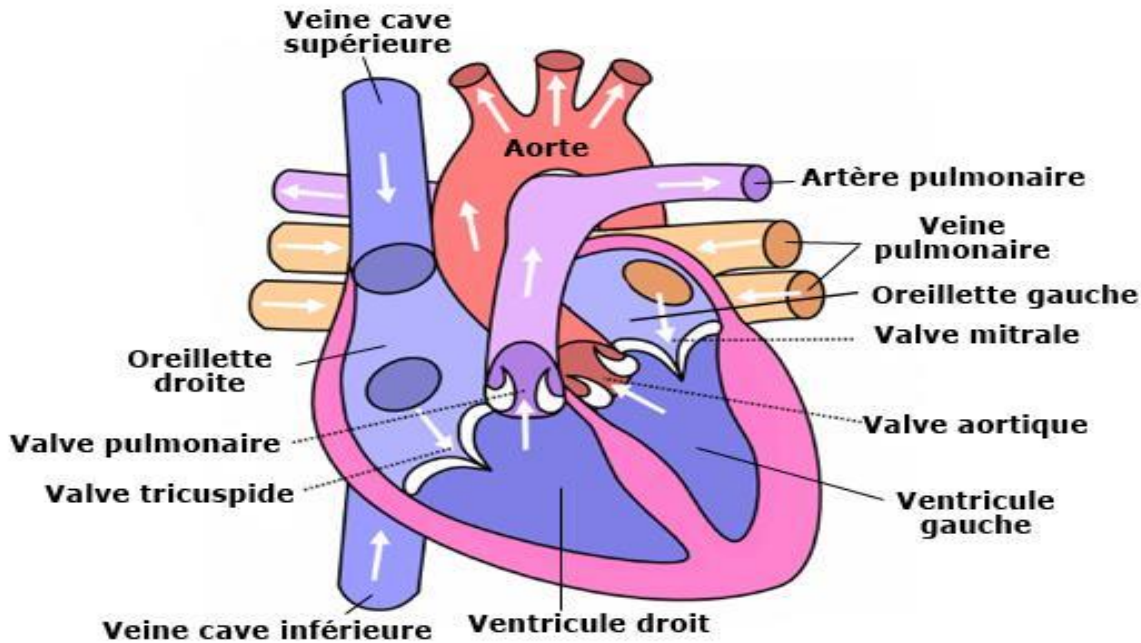
- le **nœud sinusal ou nœud de Keith et Flack ou nœud sino-auriculaire** qui contrôle la fréquence cardiaque : c'est là que naît l'impulsion des battements cardiaques;
- le **nœud septal ou nœud d'Ashoff Tawara ou auriculo-ventriculaire ou atrio-ventriculaire** qui retarde l'impulsion pendant environ quelques secondes.
- le **faisceau de His** qui transmet l'impulsion aux ventricules ;
- les **réseaux de Purkinje et leurs branches** qui permettent la contraction des ventricules.

Schéma du tissu nodal:



Le cœur présente dans sa structure un ensemble musculaire appelé le myocarde. Le myocarde est un tissu constitué de fibres striées rouges ayant des noyaux centraux. Le cœur possède quatre (4) cavités dont deux oreillettes en haut et deux ventricules en bas. Les cavités du cœur communiquent entre elles à l'aide de valvules. L'oreillette droite communique avec la valvule tricuspide, celle gauche et son ventricule correspondant communique avec la valvule mitrale ou bicuspidale. Il existe aussi les valvules sigmoïdes (aortique et pulmonaire).

Schéma du cœur humain



4-Comment le système nerveux agit-il sur le cœur ?

Le cœur est innervé dans sa partie supérieure et dans la région de la crosse aortique par le plexus cardiaque formé par deux principaux groupes de nerfs :

D'une part une branche des nerfs pneumogastriques ou parasympathiques qui se rattachent au bulbe rachidien. D'autre part les nerfs sympathiques ou orthosympathiques provenant des premiers ganglions spinaux rattachés à la moelle épinière.

#-Le système sympathique est cardio-accélérateurs c'est-à-dire il augmente le rythme cardiaque, des contractions cardiaques et la vasoconstriction.

#-Le système parasympathique ou orthosympathique est cardio-modérateur c'est-à-dire il diminue le rythme cardiaque, des contractions cardiaques et la vasodilatation.

NB:

-Ces deux nerfs conduisent chacun des substances chimiques ou les neuromédiateurs (acétylcholine et la noradrénaline) ayant les mêmes actions que ces nerfs.

-L'excitation du nerf parasympathique ou pneumogastrique ralentit les battements, la contraction et le tonus du cœur.

-L'excitation du nerf sympathique ou orthosympathique augmente les battements, la contraction et le tonus cardiaque. Les nerfs parasympathique (pneumogastrique) et sympathique (orthosympathique) sont antagonistes: c'est-à-dire à fonction opposée.

5-Quelle est l'action des médiateurs chimiques sur le cœur ?

Les substances chimiques ou les médiateurs chimiques qui sont conduites vers le cœur assurent également la régulation du fonctionnement cardiaque.

Elles sont principalement l'acétylcholine et les catécholamines (adrénaline et noradrénaline).

***L'acétylcholine :** est un neuromédiateur ou neurotransmetteur située dans la moelle épinière et transmise au cœur par le nerf parasympathique.

L'acétylcholine joue au niveau du cœur, le rôle de vasodilatation et de modération du rythme cardiaque.

***La noradrénaline :** est un neuromédiateur sécrété par le médullosurrénal et conduite vers le cœur à partir du nerf sympathique en passant par le bulbe rachidien.

La noradrénaline est une hormone qui joue le rôle de vasoconstriction et l'accélération du rythme cardiaque.

NB:

-Le rôle des nerfs cardiaques est de modifier l'activité du cœur de manière à adapter l'organisme face aux circonstances nouvelles.

Le cœur joue un rôle important dans la régulation de la pression artérielle tout comme certains organes.

CHAPITRE IV: LA REPRODUCTION CHEZ L'ESPECE HUMAINE :

A- Qu'est-ce que la reproduction ?

La reproduction est la fonction biologique par laquelle les êtres perpétuent leur espèce en donnant naissance aux individus qui leur ressemblent.

Selon les différents types d'espèces vivantes, il existe deux grands modes de production de nouveaux individus:

-La reproduction asexuée qui se fait en l'absence de cellules sexuelles, au cours de laquelle un seul individu est à l'origine de plusieurs autres qui lui ressemblent.

-La reproduction sexuée au cours de laquelle deux individus, par des mécanismes physiologiques variés, s'unissent en la présence des cellules sexuelles pour produire de nouveaux individus dont les génotypes diffèrent entre eux comme ils diffèrent de ceux de leurs parents.

I-LA PUBERTÉ :

1-Qu'est-ce que la puberté ?

La puberté est l'intervalle d'âge d'acquisition des facultés de transmettre la vie. Elle se traduit par le passage de l'enfance à l'adolescence par le développement des caractères sexuels primaires et l'apparition des caractères sexuels secondaires.

2-Quelles sont les caractéristiques de la puberté ?

La puberté dans l'espèce humaine comporte plusieurs caractéristiques dont les principales sont consignées dans le tableau suivant :

sexes	Caractéristiques de la puberté		
	morphologie	Physiologie	Psychologie
Masculin	-développement des organes génitaux (pénis et testicules), du thorax et de la musculature ; -Apparition de caractères sexuels : pilosités (pubiennes et des aisselles) et des barbes	-Emission des premières éjaculations ; -Croissance rapide ; -Mue de la voix (rauque) ; -Excitabilité accrue ; -Evolution totale du fonctionnement de l'appareil génital de l'homme	Evolution psychologique : -besoins d'autonomie morale, d'affection et de tendresse ; -Eveil de la faculté sexuelle; -changement progressif du comportement psycho-physique
Féminin	-Développement des seins et des organes génitaux (vagin, ovaires) ; -Elargissement du bassin ; -Apparition de caractères sexuels : pilosité (pubiennes et aisselles)	-Apparition des premières règles ; -Croissance rapide ; -Mue de la voix (fine) ; -Evolution totale du fonctionnement de l'appareil génital de la femme	Evolution de la psychologie : -besoins d'autonomie, d'affection de tendresse -Eveil de la faculté sexuelle ; -Changement progressif du comportement psycho-physique

B-Comment se forment les cellules sexuelles ou gamètes ?

Les cellules sexuelles spermatozoïdes et ovules sont formés pendant les divisions cellulaires.

La gamétogénèse est l'ensemble des phénomènes biologiques de la formation des gamètes mâles (spermatozoïdes) et femelles (ovules).

Le processus de formation des spermatozoïdes est la spermatogénèse dans les testicules.

Le processus de formation des ovules est l'ovogénèse dans les ovaires.

1-L'appareil génital masculin et la spermatogénèse:

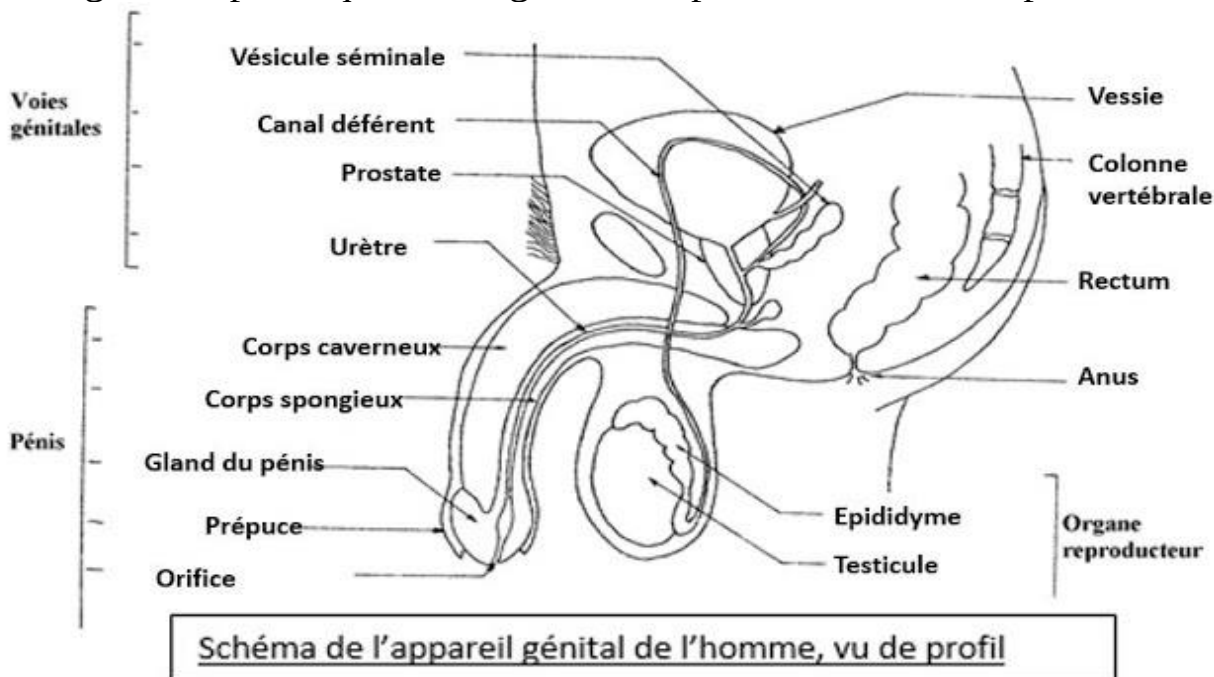
a-Organisation de l'appareil génital chez l'homme :

L'appareil génital ou reproducteur chez l'homme est l'ensemble des organes dont la fonction principale est la formation des spermatozoïdes et leur mise en circulation.

Il comprend en bref:

-Les testicules qui produisent des spermatozoïdes et hormones, ils sont localisés dans le scrotum en bas et en arrière de la verge ou pénis.

- Les conduits ou canaux conducteurs (épididyme, canal déférent, canal éjaculateur et l'urètre) à travers lesquels passent les spermatozoïdes pendant l'éjaculation.
 - Les glandes annexes (vésicules séminales, prostate et glandes de Cowper) qui sécrètent leurs produits dans les canaux au cours de l'éjaculation.
- La prostate et les vésicules séminales sont des glandes qui sont à l'origine du sperme et qui permettent la maturation des spermatozoïdes.
- La verge ou le pénis qui est l'organe de copulation ou d'accouplement.



***Anatomie du testicule humain :**

Chez l'être humain, les testicules sont suspendus au scrotum à l'extrémité du cordon spermatique.

Les testicules sont des organes pairs en forme de haricot, doués de deux fonctions gamétogénèse et endocrine. Ils sont situés en bas et en arrière du pénis. Chaque testicule est revêtu d'une capsule fibreuse l'albuginée. Elle s'enfonce dans le testicule pour constituer le corps de Highmore perforé par des vaisseaux et le rete testis. Entre l'albuginée et le corps de Highmore sont situés des cloisons ou septa, souvent incomplets qui délimitent chez l'homme environ 300 lobules testiculaires dont chacun contient 1 à 4 tubes séminifères.

Les tubes séminifères assurent la spermatogénèse (formation continue des spermatozoïdes).

A l'intérieur des tubes séminifères, les cellules germinales et les cellules de Sertoli forment l'épithélium séminal.

Entre les tubes séminifères se trouvent les cellules de Leydig.

L'épididyme est le canal situé à la surface externe des testicules à travers lequel passent les spermatozoïdes des testicules vers le canal déférent. Il comporte une tête, un tronc et une queue.

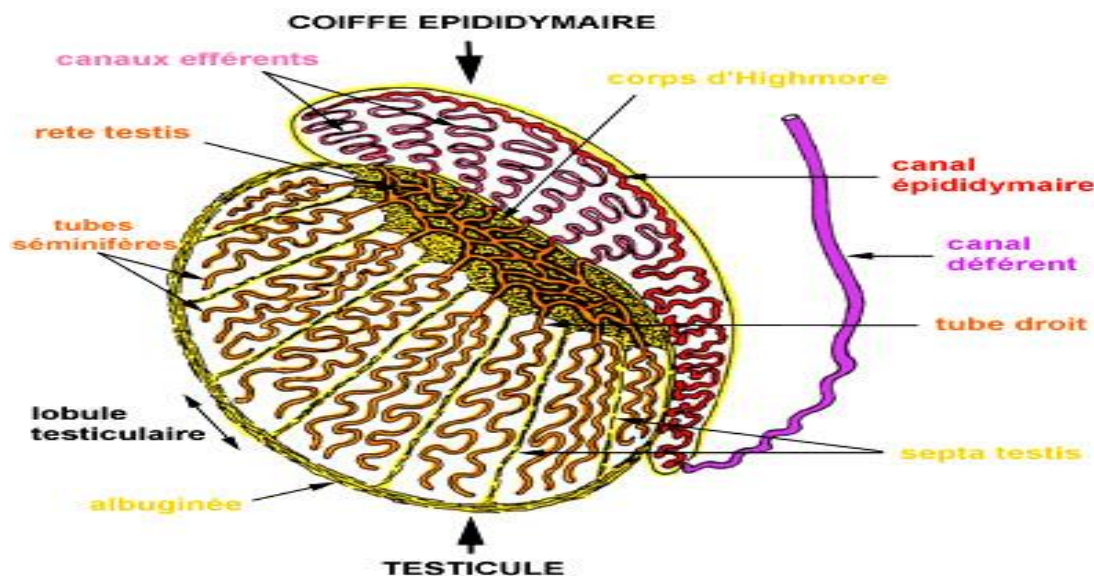


Schéma de la structure du testicule

§-Spermatogénèse :

Formation des gamètes chez l'homme : La spermatogénèse est un processus qui débute dans la méiose au moment de la puberté et devient continue. Elle se déroule en quatre (4) stades successives:

a-Multiplication: phase incessante qui débute pendant la vie embryonnaire chez l'homme est caractérisée par la division par mitose des spermatogonies en spermatocytes I.

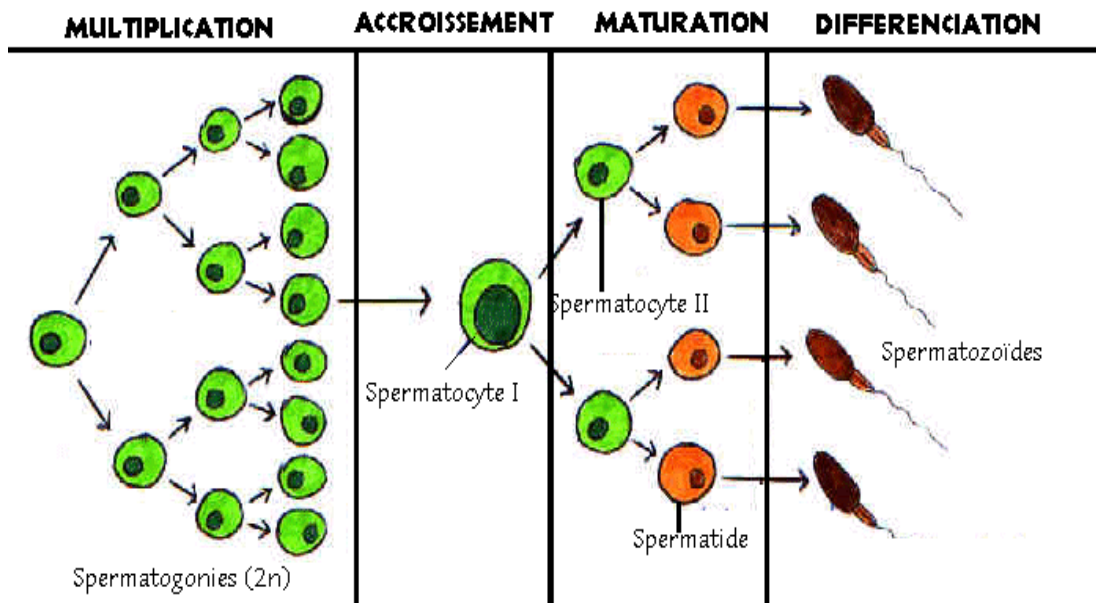
b-Accroissement: phase modérée, chez l'homme est caractérisée par le début de la méiose des spermatocytes I en spermatocytes II à la puberté sous l'influence des hormones sexuelles (FSH et LH).

c-Maturation: phase pendant laquelle s'achève la méiose réductionnelle (méiose I), chaque spermatocyte I donne deux spermatocytes II, qui produisent chacun deux spermatides d'où quatre cellules (spermatides) au total au cours de la méiose équationnelle (méiose II).

d-différentiation: phase au cours de laquelle murissent puis se différencient les spermatides en spermatozoïdes : c'est la spermiogénèse. A leur sortie du testicule,

les spermatozoïdes ne sont pas féconds, ils deviennent féconds après leur passage dans l'épididyme.

Schéma de la spermatogenèse

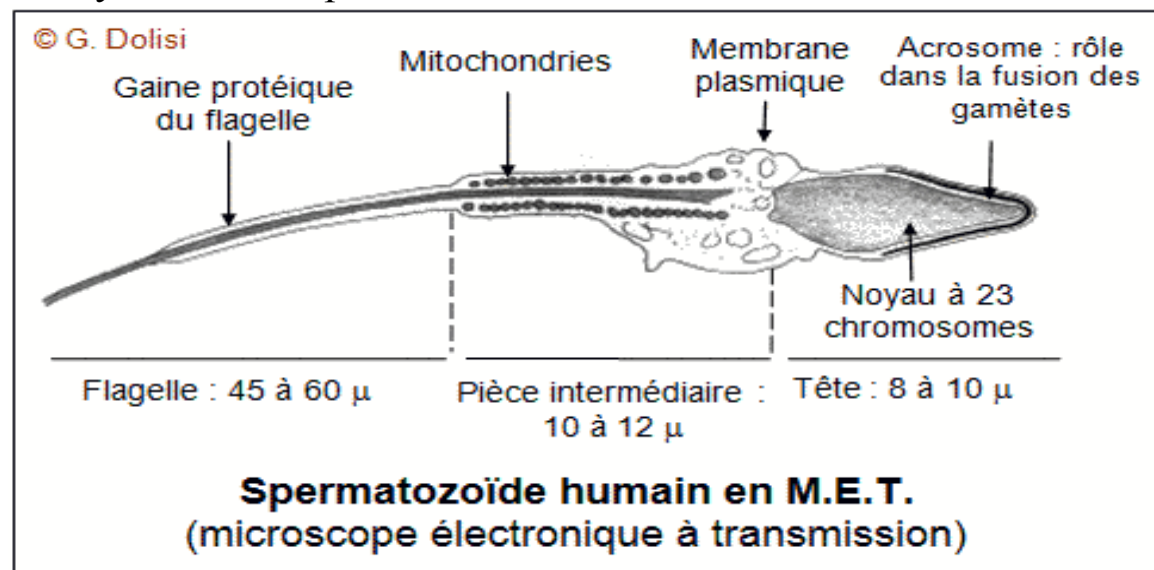


Structure du spermatozoïde :

Le spermatozoïde est une cellule compacte, pourvue d'un flagelle. Il est le gamète male produit et développé par les testicules. Dans sa structure, le spermatozoïde présente un diamètre de 5 micromètres. Il est plus petit que l'ovule mais possède une queue mobile (flagelle) de 60 micromètres de long.

Sa tête est recouverte de l'acrosome, une poche plein d'enzyme qui serviront à percer la membrane de l'ovule. C'est une cellule haploïde car elle contient la moitié du matériel génétique.

Le spermatozoïde contribue à donner la moitié du patrimoine génétique du futur embryon. Il est responsable de la détermination du sexe de l'enfant.



b-Organisation de l'appareil génital chez la femme et l'ovogenèse :

L'appareil génital féminin est l'ensemble des organes qui participent aux processus biologiques de reproduction chez la femme.

L'appareil génital de la femme est formé de :

×-deux gonades, les ovaires, dans lesquelles se forment les cellules sexuelles ou gamètes (ovocytes);

×-des conduits génitaux dans lesquels se déplacent ces gamètes :

-Trompes de Fallope: Les trompes de Fallope (également appelées trompes utérines) sont des conduits qui transportent l'œuf, ou ovule, vers l'utérus. Lorsque l'ovaire libère un nouvel ovule, celui-ci chemine le long de la frange ovarienne jusqu'à dans l'une des trompes de Fallope. C'est là qu'il sera éventuellement fécondé par un spermatozoïde venant de l'homme. L'ovule fécondé, appelé zygote, descend ensuite le long de la trompe propulsée par les cils qui bordent sa paroi interne, jusqu'à dans l'utérus. Les trompes utérines doivent leur nom à Gabriele Falloppio, le premier chercheur à avoir étudié leur fonction.

-Utérus: est un organe génital féminin, situé entre les trompes utérines et le vagin. C'est dans l'utérus que se développe l'œuf fécondé en embryon puis fœtus qui sera expulsé à la fin de la grossesse. Il est constitué d'un corps qui communique avec les trompes utérines, et d'un col qui s'ouvre dans le vagin. L'utérus, ou matrice, dans lequel se développe le fœtus, est un organe creux, piriforme, à paroi épaisse, constitué de deux parties, le corps de l'utérus dans la partie supérieure et le col, plus étroit, qui s'ouvre dans le vagin situé au-dessous. Il est situé entre la vessie et le rectum. Durant la grossesse, l'utérus se dilate au fur et à mesure de la croissance du fœtus, son volume étant multiplié par trente à la fin de la gestation. Les contractions utérines indiquent généralement le début du travail. Lorsque l'utérus commence à se contracter, il presse la cavité amniotique dans le col, ce qui rompt la membrane.

Dans la deuxième phase du travail, les contractions utérines s'accroissent et l'expulsion du fœtus est également facilitée par la contraction des muscles abdominaux. Après la naissance, l'utérus se contracte et reprend peu à peu son volume initial.

-Vagin: est un organe génital féminin, dont le fond s'ouvre sur le col de l'utérus et qui communique avec l'extérieur par la vulve.

Le vagin est un canal qui s'étend entre le col de l'utérus et les organes génitaux externes, se terminant dans le vestibule du vagin. Chez la femme, l'urètre s'ouvre dans la paroi vaginale par un orifice de forme allongée. La longueur du vagin est généralement comprise entre 7 et 10 centimètres, la paroi antérieure étant

légèrement plus courte que la paroi postérieure. Les parois du vagin sont recouvertes d'une muqueuse et un repli de celle-ci, appelé l'hymen, obstrue l'orifice inférieur du vagin chez la vierge. Les parois musculaires et fibreuses du vagin sont capables de se dilater de façon considérable pendant l'accouchement.

-Vulve: est un orifice externe des parties génitales féminines, constitué des grandes et des petites lèvres. Elle est le lieu où aboutit le méat urinaire. Au-dessus, se situe l'organe contractile et excitable chez la femme appelé le clitoris. L'ablation du clitoris chez la femme constitue l'excision.

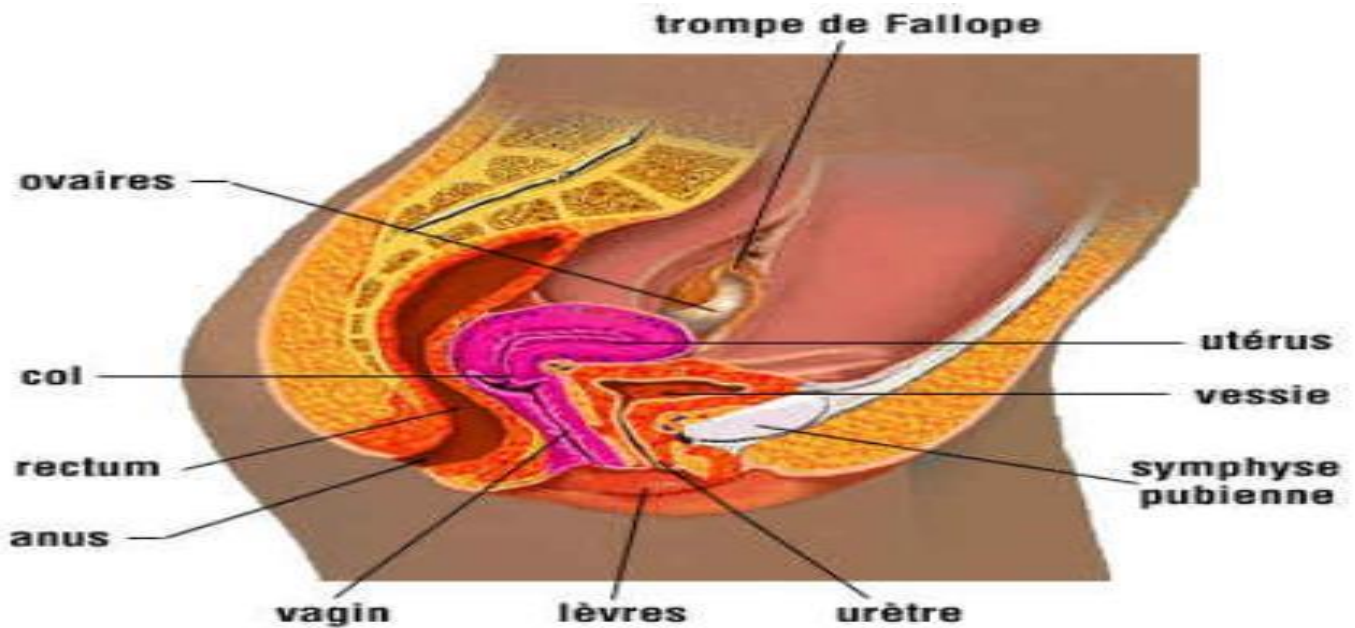


Schéma de la coupe sagittale de l'appareil génital d'une femme

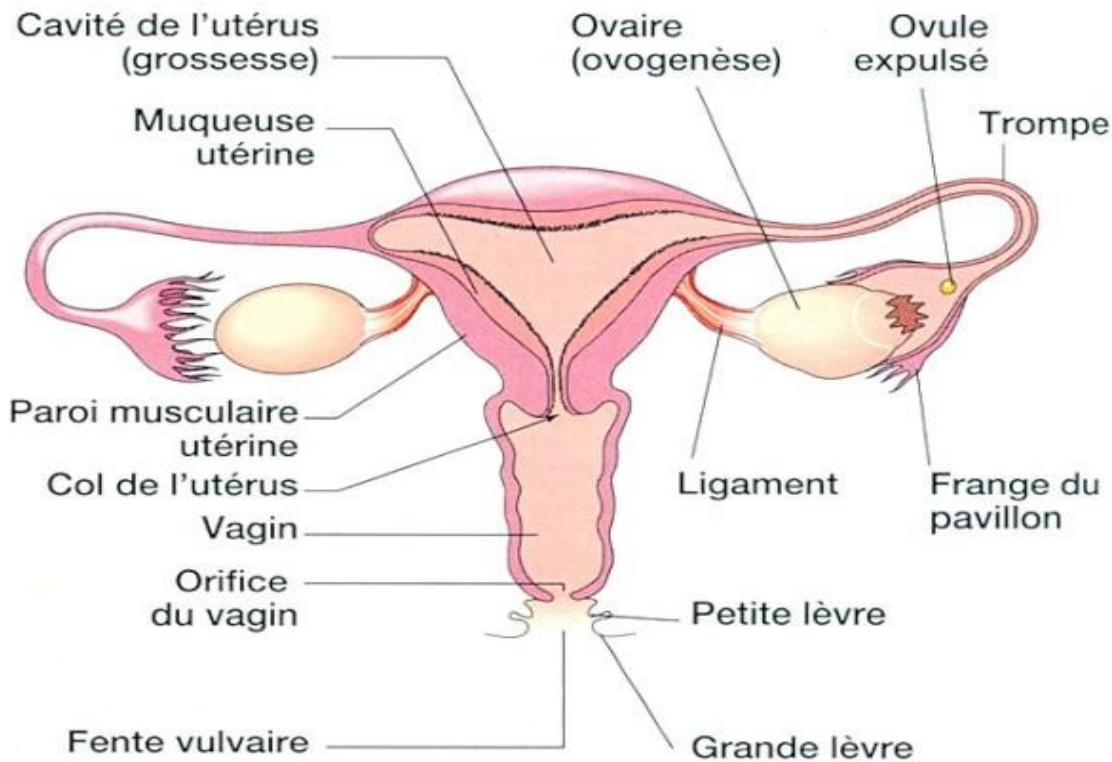


Schéma d'organisation de l'appareil génital féminin

§-OVOGENESE:

L'ovogenèse est un processus discontinu de formation de l'ovule chez la femme. Contrairement à la spermatogenèse chez l'homme, l'ovogenèse commence pendant la grossesse chez le fœtus et s'arrête dès la naissance puis reprend de la puberté à la ménopause.

Elle se déroule de division en division dans les glandes appelées ovaires.

Elle comprend principalement trois (3) phases successives qui se déroulent de la même manière que chez l'homme mais à la seule différence, l'accroissement est plus important pendant l'ovogenèse que la spermatogenèse. L'ovule est la plus grosse cellule sexuelle voire toutes les cellules de l'organisme.

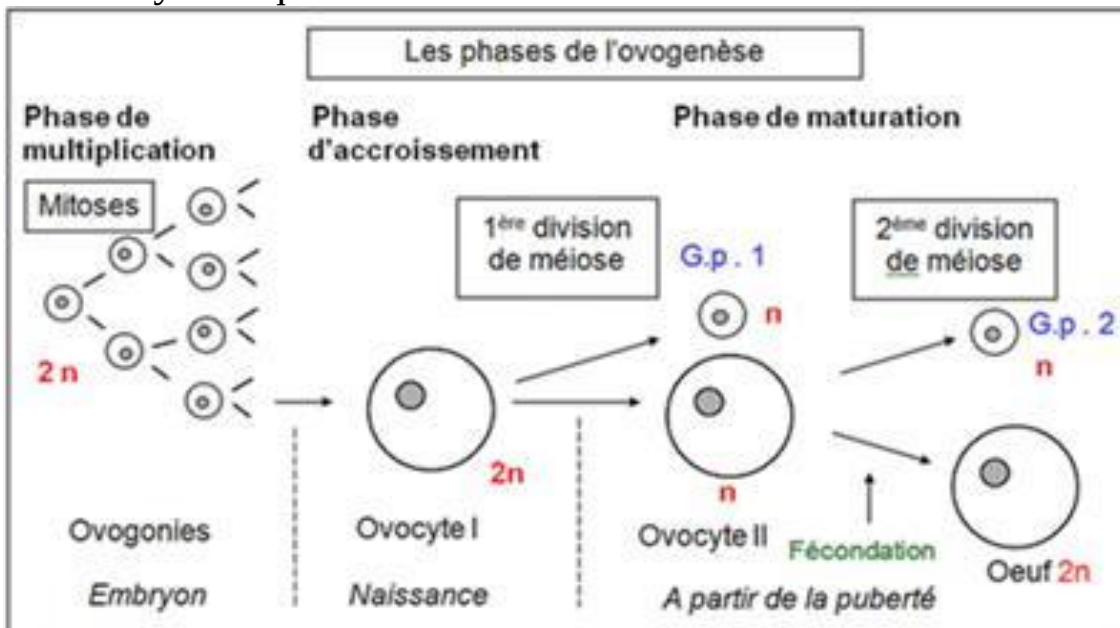
La maturation est une phase moins développée dans l'ovogenèse.

-Phase de multiplication : elle produit chez l'espèce humaine du 2ème au 6ème mois de gestation, des millions d'ovogonies diploïdes dont 90% dégénèrent chez le fœtus avant la naissance par mitose.

-Phase d'accroissement : les ovogonies non dégénérées environ 700000 évoluent en ovocytes 1 diploïdes qui subissent, avant la naissance, le début de la prophase de la première division de la méiose.

Elles restent ensuite bloquées à ce stade. Les ovocytes 1 inclus dans des follicules primordiaux puis primaires s'accroissent. Elle produit le premier globule polaire.

-Phase de maturation : cette phase intervient spontanément 24 heures avant l'ovulation. Elle n'affecte que les ovocytes inclus dans les follicules cavitaires dominants destinés à ovuler. Elle se termine par la méiose équationnelle. Elle est la phase où se forment l'ovotide et le second globule polaire. Elle n'affecte que des ovocytes 2 qui se différencient en ovule.



LA STRUCTURE DE L'OVULE :

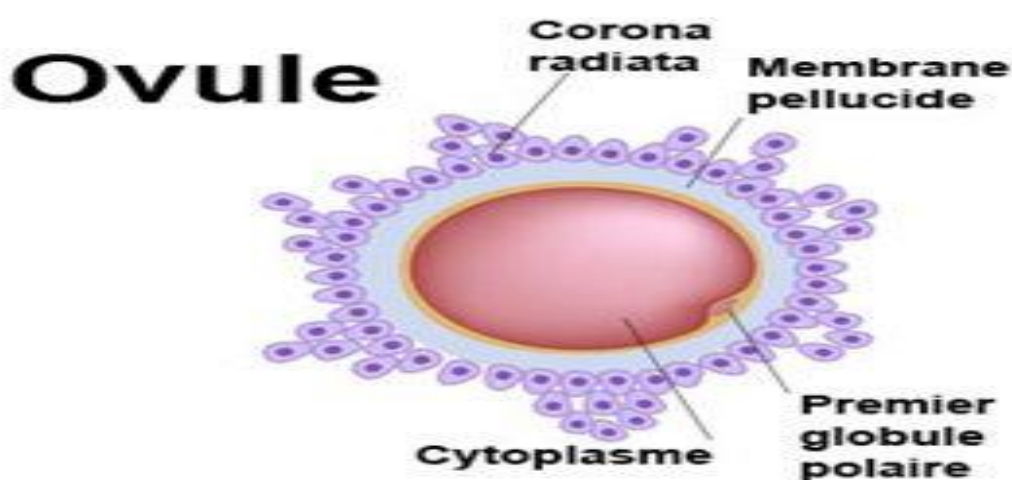
L'ovule est le gamète femelle produit et développé par les ovaires. Il est souvent confondu avec l'ovocyte, car ce gamète femelle est en réalité un ovocyte jusqu'au même de la fécondation.

Dans sa structure, l'ovule est la plus grosse cellule environ 120micrometres de diamètre chez la femme.

Bien plus grosse que le spermatozoïde, l'ovule est immobile. C'est aussi une cellule haploïde.

L'ovule contribue aussi a donné la moitié du patrimoine génétique du futur embryon. Il ne possède qu'un seul chromosome sexuel X.

Schéma de la structure de l'ovule



ETUDE
COMPA

REE ENTRE SPERMATOGENESE ET OVOGENESE :

Eléments de comparaison	spermatogénèse	Ovogénèse
Lieu de déroulement	Testicules (gonades mâles)	Ovaires (gonades femelles)
Durée de déroulement	Continue (Puberté à la mort)	Discontinue (vie fœtale à la naissance et puberté à la ménopause)
Les cellules souches	Spermatogonies, spermatocytes I et spermatocytes II	Ovogonies, ovocytes I et ovocytes II
Nombre de phases	4 phases : -multiplication ; -accroissement ; -maturation ; -différenciation	3 phases : -multiplication ; -accroissement ; -maturation
Nombre de cellules-filles	4 cellules filles (spermatozoïdes)	Une seule cellule fille (ovule)

ETUDE COMPAREE ENTRE SPERMATOZOÏDE ET OVULE

Eléments de comparaison	Spermatozoïde	Ovule
Lieu de formation	Testicules	Ovaires
Taille	Plus petit	Plus gros
Durée de vie	4 jours environ	1 jour environ
Mobilité	Active (à l'aide des flagelles)	Passive (à l'aide des villosités des trompes utérines)

C-LES CYCLES SEXUELS CHEZ LA FEMME :

L'appareil génital de la femme est soumis à un fonctionnement cyclique qui débute à la puberté et s'achève à la ménopause. La durée moyenne d'un cycle sexuel est de 28 jours. Le cycle sexuel est l'ensemble des modifications synchrones de l'utérus (cycle utérin) et des ovaires (cycle ovarien). Ces modifications sont régularisées par le complexe glandulaire hypothalamo-hypophysaire (sécrétion d'hormones).

1-Cycle ovarien :

Le cycle ovarien est l'ensemble des modifications physiologiques subies par les ovaires et consiste à la formation et la libération de l'ovule. La durée moyenne d'un cycle ovarien est de 28 jours mais peut varier de 24 à 90 jours environs selon les types femmes.

Le cycle ovarien comprend deux phases séparées par la période d'ovulation :

a-Phase folliculaire : d'une durée variable est caractérisée par le développement d'un follicule qui mûrit l'ovocyte (ovule) qu'il contient et sécrète par sa thèque interne une hormone appelée œstradiol (œstrogène). L'ovule formé est libéré quelques jours après sa maturation : c'est l'ovulation. L'ovulation a lieu le 14^{ème} jour pour un cycle de 28 jours.

b-Phase lutéale : d'une durée invariable toujours 14 jours dans un cycle sexuel, est caractérisée par la formation, la maturation et la dégénération du corps jaune. Le corps est le reste du follicule après la libération de l'ovule. Il sécrète à l'aide de sa thèque la progestérone : une hormone qui assure l'apparition et développement des caractères sexuels secondaires et la préparation de l'utérus pour la nidation (implantation de l'œuf fécondé) en cas d'une éventuelle grossesse chez la femme.

Elle exerce un rétrocontrôle négatif avec l'œstrogène sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. La régression du corps jaune en fin de cycle s'accompagne d'une réduction des hormones sécrétées (œstrogène et progestérone).

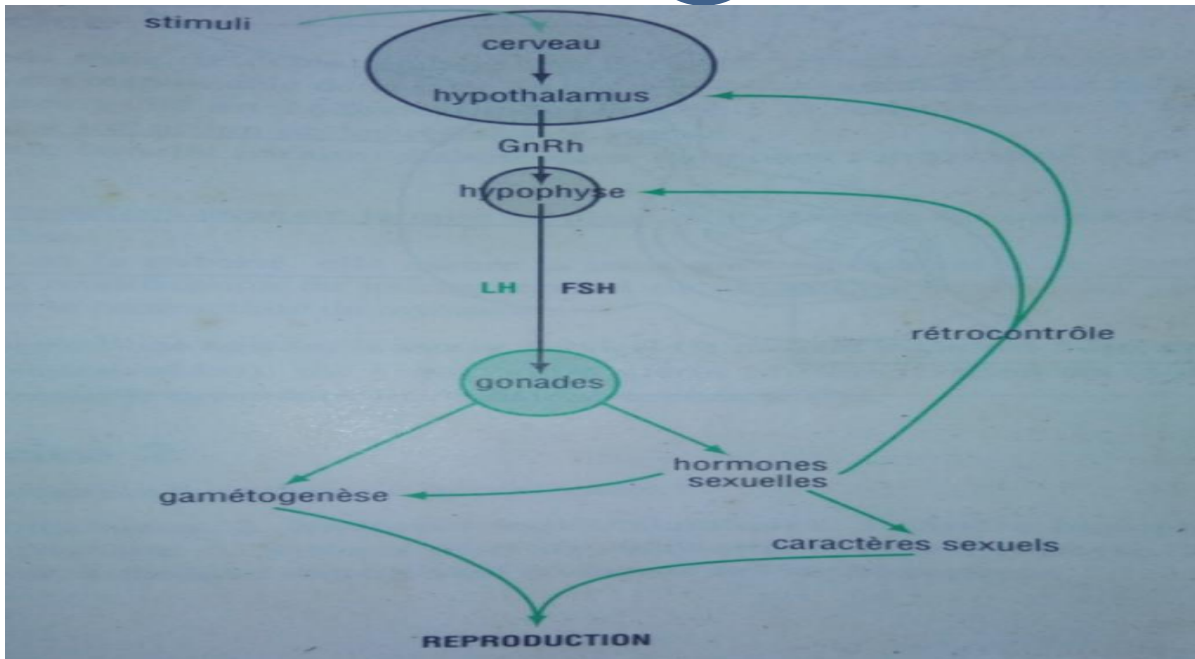
2-Cycle utérin ou cycle œstral :

Modification périodique de l'utérus (endomètre) et du vagin pour préparer une éventuelle grossesse à chaque ovulation. Il dure 28 jours, le premier jour étant celui du début des règles et le 14^{ème} jour étant celui de l'ovulation. Il cesse pendant une grossesse et disparaît à la ménopause. Le cycle utérin comporte aussi deux phases :

-La phase folliculaire : au cours de laquelle l'endomètre s'épaissit progressivement et forme des invaginations en doigts de gant. Elle est suivie de la destruction de l'endomètre : les règles ou menstruations.

Les menstruations ou règles sont des écoulements de sang de l'utérus (organe de l'appareil génital féminin) se produisant tous les mois chez la femme en période d'activité génitale (entre la puberté et la ménopause). Elle correspond à l'élimination de la muqueuse (membrane) de l'utérus lorsqu'il n'y a pas eu fécondation.

-La phase lutéale : Est la phase de prolifération et vascularisation de l'endomètre : c'est la dentelle utérine. Elle s'accompagne du silence utérin. A l'absence de la grossesse, l'endomètre régresse et un nouveau cycle recommence : c'est une nouvelle règle.



D-LA REGULATION DES CYCLES SEXUELS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LA FEMME:

Elle est assurée par le complexe glandulaire hypothalamo-hypophysaire. #-

L'hypothalamus qui, sous l'influence des facteurs climatiques et psychologiques, sécrète la gonadotrophine releasing hormone (GnRH) de façon pulsatile;

#-**L'hypophyse** qui, stimulée par le GnRH, sécrète la Luteinising hormone (LH) et la follicules stimula ring hormone (FSH), lesquelles stimulent à leur tour les gonades;

#-**Les gonades** qui, sous l'influence des hormones hypophysaires :

- élaborent et sécrètent les hormones sexuelles (testostérone chez le mâle, progestérone et œstrogènes chez la femelle) ;
- assurent l'élaboration des gamètes (gamétogénèse).

#-Des caractères somatiques qui, sous l'effet des hormones sexuelles, prennent un aspect différent: les caractères sexuels secondaires participent à l'attraction des individus de sexe différent, à l'accouplement et au développement des jeunes;

#-Des boucles de rétroaction qui participent à la fixation du taux d'hormones circulantes.

A-LA REGULATION DES TAUX D'HORMONES SEXUELLES CHEZ L'HOMME:

Les testicules, stimulés par axe hypothalamo-hypophysaire produisent:

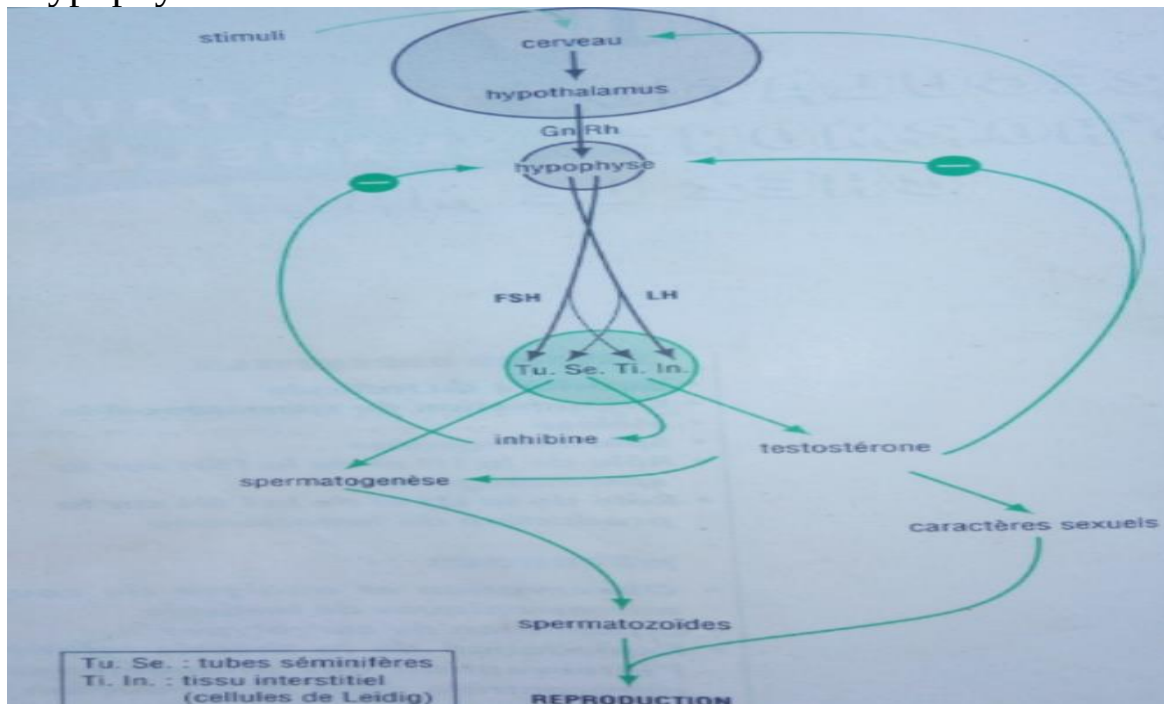
- les spermatozoïdes par l'intermédiaire des tubes séminifères;
- deux hormones: la testostérone et l'inhibine.

La testostérone, sécrétée en continu par les cellules de LEIDIG du tissu interstitiel, de la puberté à la mort:

- permet le développement puis le maintien des caractères sexuels ;
- contribue à la spermatogenèse (formation des spermatozoïdes par les tubes séminifères) ;
- exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH par l'hypophyse.

Les cellules de SERTOLI assurent un double rôle : régulation de la spermatogenèse et production de l'inhibine.

Les hormones testiculaires exercent une action inhibitrice sur l'organe (hypophyse) qui stimule leur sécrétion: c'est le rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse.



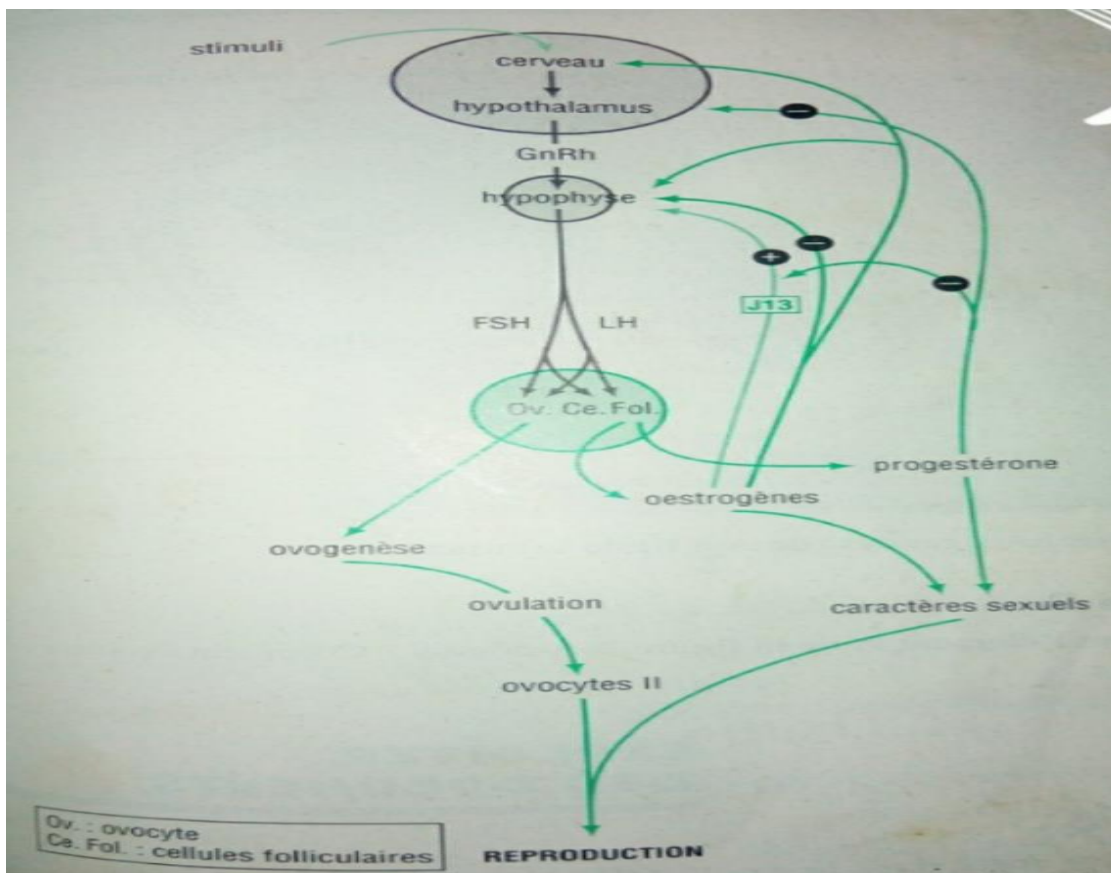
B-LA REGULATION DU TAUX D'HORMONES SEXUELLES CHEZ LA FEMME :

La fonction de reproduction chez la femme est caractérisée par un fonctionnement cyclique qui prend place de la puberté à la ménopause :

- production de gamètes par les ovaires;
- production d'hormones femelles: progestérone et œstrogènes.

La production d'hormones femelles :

- l'activité rythmique des neurones hypothalamiques détermine une sécrétion pulsatile de GnRH;
- celle-ci induit à son tour, la sécrétion pulsatile de LH et FSH;
- la FSH et la LH stimulent le développement des follicules;
- sous l'influence de la LH et de la FS, les follicules sécrètent les œstrogènes ; la croissance folliculaire importante de la première partie du cycle s'accompagne donc d'une augmentation progressive de la quantité d'œstrogènes présents dans le sang;
- les œstrogènes exercent un rétrocontrôle négatif sur l'axe Hultot halal ou hypophysaire;
- au 13ème jour du cycle, la sensibilité de l'hypophyse aux œstrogènes est telle qu'ils exercent un rétrocontrôle positif sur l'hypophyse ;
- la quantité importante d'œstrogènes déclenche alors la libération d'une grande quantité de LH (pic de LH) qui provoque l'ovulation;
- le corps jaune, stimulé par la LH et la FSH, produit alors la progestérone et les œstrogènes qui exercent un rétrocontrôle négatif sur le complexe Hultot halal ou hypophysaire;
- la régression du corps jaune en fin de cycle s'accompagne d'une réduction des hormones sécrétées.



NB: le caractère cyclique de la sécrétion des hormones femelles a pour conséquences une évolution cyclique des organes cibles de ces hormones notamment de la muqueuse utérine:

- régénération pendant la première partie du cycle;
- préparation à la nidation pendant les sept jours suivant l'ovulation ;
- régression puis destruction pendant les sept derniers jours du cycle se traduisant par les menstruations.

Le caractère cyclique de la sécrétion des hormones femelles est la conséquence d'un fonctionnement cyclique de l'hypothalamus dont l'origine reste inconnue.

C-LES ETAPES DE LA REPRODUCTION :

1-La fécondation : c'est la fusion du noyau des gamètes mâles et femelles aboutissant à la formation d'une cellule-œuf appelé zygote.

Elle se déroule en deux grandes phases :

a-La migration des gamètes : les spermatozoïdes immatures, déposé au fond du vagin pendant un rapport sexuel se déplacent grâce à leurs flagelles. Ils franchissent la glaire cervicale sécrétée par les glandes de Bartholin situées entre les cols utérins (interne et externe) où ils acquièrent leur maturation puis remontent le long de la muqueuse utérine et s'engagent dans les trompes de Fallope. Mais tous ces spermatozoïdes ne parviennent pas à l'ovule (à mobilité passive) situé dans le tiers supérieur de la trompe.

b-La fusion des deux gamètes : parmi les spermatozoïdes matures parvenus, un seul est fécondant (perfore la pellucide et pénètre dans l'ovule). A ce niveau le noyau de l'ovule et le noyau de spermatozoïde fusionnent : c'est la fécondation. On obtient la cellule-œuf qui est le point de départ du nouvel être.

2-La grossesse : c'est le processus de développement d'un nouvel être dans les organes génitaux de la femme.

En d'autre terme la grossesse ou gestation est l'état d'une femme qui attend un bébé ou la période qui s'écoule entre la fécondation et la naissance. Elle dure en moyenne neuf (9). L'absence des règles à la date prévue peut être une indication d'une éventuelle grossesse. Elle comporte plusieurs étapes :

a-De l'œuf à l'embryon : l'œuf fécondé se divise rapidement en descendant le long de l'oviducte (trompe utérine).

Une semaine plus tard, l'embryon formé s'implante dans la muqueuse utérine : c'est la nidation. Il poursuit son développement et s'entoure d'annexe embryon indispensable à sa vie.

L'amnios : c'est la cavité contenant du liquide dans lequel baigne l'embryon : c'est le liquide amniotique qui nourrit et protège l'embryon contre les chocs et infections congénitales.

Le cordon ombilical qui lie l'embryon au placenta et permet les échanges de nutriments entre la mère et le fœtus qu'elle porte.

Placenta étroitement lié à la paroi de l'utérus, à la fois organe de fixation et d'échange (qui varie suivant le développement de l'embryon puis du fœtus).

Il est le siège de nombreux échanges d'éléments nutritifs (Oxygène et nutriments), des déchets (dioxyde de carbone, l'urine), des substances chimiques diverses (toxines microbiennes, médicaments, alcool) via le sang entre la mère et l'enfant qu'elle porte. Le sang de l'enfant ne se mélange jamais avec celui de la mère sauf pour des cas de chocs.

b-De l'embryon au fœtus : environ trois (3) mois, tous les organes sont mis en place et l'embryon devient fœtus. La vie fœtale dure de 3 mois à la naissance. Cette étape est véritablement une période de croissance, elle s'accompagne d'une augmentation considérable du volume de l'utérus.

3-Accouchement : c'est l'aboutissement de la grossesse qui consiste en la mise au monde d'un enfant par une femme. Il est intimement lié à l'être humain.

En d'autre terme c'est la mise-bas chez les autres animaux.

Il présente trois temps successifs :

a-Dilatation du col utérin (environ 8h) : accompagnée de la perte d'eau (liquide amniotique) par rupture de l'amnios.

b-Expulsion de l'enfant (environ 1h) : provoquée par la contraction spasmodique des muscles utérins auxquels s'ajoutent la poussée des muscles abdominaux et du diaphragme.

c-La délivrance ou expulsion du placenta : très douloureuse, elle se produit dans la demi-heure qui suit la naissance.

4-Allaitement : après l'accouchement, les seins sécrètent un lait : aliment adapté aux besoins du nouveau-né : c'est la lactation.

Le lait n'a pas seulement un rôle nutritif mais également une action protectrice contre les maladies microbiennes. De plus la tété entretient un lien privilégiée de liens étroits utiles à son développement entre l'enfant et sa mère. Dans certaines conditions, le lait maternel peut être remplacé par le lait de vache maternisé : c'est-à-dire adapté au nouveau-né par des procédées industrielles.

La structure des glandes mammaires ressemblent à celles d'une glande en grappe dont les cellules glandulaires sont regroupées en acinus.

Le lait excrété dans la lumière de l'acinus est évacué par des canaux qui confluent en une quinzaine de canaux galactophores s'ouvrant au sommet du mamelon.

Des cellules contractiles moulées autour des acini et des canaux excréteurs permettront l'expulsion du lait hors du sein.

IV-LA MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION DANS L'ESPÈCE HUMAINE : LA CONTRACEPTION :

La maîtrise de la reproduction est l'ensemble des moyens mis en place pour éviter une fécondation, donc une grossesse non désirée chez la femme : c'est la contraception par l'utilisation des contraceptives. Elle permet à un couple d'espacer les naissances : d'où le planning familial.

1-Les principes de contraceptions :

La contraception regroupe l'ensemble des propriétés qui permettent d'éviter temporairement une grossesse en empêchant :

- l'ovulation (ponte d'ovule) ;
- la rencontre des gamètes ;
- la nidation ;
- la production des spermatozoïdes.

Les méthodes contraceptives sont diverses et variées. Elles visent à modifier l'équilibre hormonal.

2-a-Les méthodes locales :

Elles ont pour but d'éviter la grossesse par des pratiques simples :

- l'utilisation du préservatif ou condom qui évite la grossesse non désirée et protège contre les infections sexuellement transmissibles, associé ou non aux spermicides;
- le retrait du pénis (verge) au moment d'éjaculation pour éviter la rencontre des deux gamètes (ovule et spermatozoïde) ;
- l'acte sexuel hors des périodes de fécondité de la femme (contrôle du jour d'ovulation par la maîtrise des variations de la température intra-vaginale et intra-rectale) ;
- l'utilisation d'un dispositif intra-utérine appelé stérilet pour empêcher la nidation en cas d'éventuelle grossesse.

2-b-Les méthodes hormonales :

Qui consiste en l'utilisation des hormones stéroïdes de synthèse sous forme de pilules. Elles sont diverses et variées selon leur composition en œstrogènes, progestérone, ou œstro-progestérone. L'efficacité de cette méthode dépend de la posologie (modalités d'usage du produit). Chaque pilule obéit à un ordre précis et explicite et son usage dépend de cet ordre. Les pilules ont pour action de perturber :

-le fonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire donc empêcher l'ovulation (blocage de la sécrétion de FSH et de LH) ;

-le fonctionnement de la muqueuse utérine (propriétés de la glaire cervicale, développement de l'endomètre).

Pour chaque pilule les inconvénients (contre-indication) et les avantages (indications) sont expliqués sur les notices (papier du médicament), mais aussi par le médecin.

NB : -les autres méthodes ne sont pas des contraceptions (castration des testicules, ligature des trompes utérines chez la femme, l'avortement volontaire par les pilules abortives...).

-L'avortement est un acte immoral mais l'interruption thérapeutique de grossesse peut être provoquée en cas de problèmes de santé chez la mère.

V-LES MALADIES SEXUELLEMENT TRANSMISSIBLES ET LE VIH/SIDA :

Les maladies sexuellement transmissibles sont des infections à manifestations diverses et souvent décelées par examen de laboratoire, dont la majorité se traite à base des antibiotiques (pénicilline) exceptée la maladie du VIH/SIDA contre laquelle il n'y a pas d'abord de médicaments et qui affaiblit le système et laisse place aux maladies opportunistes (paludisme, brucellose...).

Tableau bilan des maladies sexuellement transmissibles :
Les IST ou MST les plus fréquentes sont résumées dans le tableau ci-après :

Maladies	Gonococcie	Syphilis	SIDA
Modes de transmission de la maladie	Rapport sexuel	Rapport sexuel ; voie congénitale (mère-fœtus)	Rapport sexuel ; congénitale (mère-fœtus) ; contagion avec objet contaminé
Agent infectieux ou pathogènes	Bactérie (gonocoque)	Bactérie (tréponème pale)	Virus (VIH1 et VIH2)
Organes touchés conséquences sur l'organisme	Organes génitaux stérilité	Organes génitaux puis autres organes, dernier stade : mortel	Certains lymphocytes, maladies opportunistes puis la mort
Dépistage de la maladie	Examen microscopique d'un écoulement de l'urètre	Test sanguin, dépistage systématique	Test sanguin (si c'est positif, l'individu est séropositif)
Prévention de la maladie	Information, utilisation des préservatifs	Information, utilisation des préservatifs	Information, utilisation des préservatifs ou condom

Traitement	Antibiotiques (pénicilline)	Antibiotiques (pénicilline)	Aucun remède pour le moment
------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

CHAPITRE V : LA RÉPONSE IMMUNOLOGIQUE :

L'organisme humain normal possède son propre système de lutte contre les infections microbiennes et parasitaires provenant de la nature : c'est l'immunité. L'immunologie est une science qui étudie l'immunité.

Cette immunité fait intervenir le système immunitaire qui est l'ensemble des cellules, tissus et substances chimiques qui assurent la défense immunitaire de l'organisme.

INTRODUCTION:

La reconnaissance par les cellules immunitaires des antigènes du “non soi” ou “du soi modifié” déclenche des réactions immunitaires que l'on peut classer en deux types :

- les réactions non spécifiques ou innées** lorsqu'elles sont indépendantes de la nature de l'antigène : elles sont alors rapides et permanentes (coagulation, peau, muqueuses, phagocytose) ;
- les réactions spécifiques ou acquises** qui nécessitent une reconnaissance de l'antigène : elles sont alors plus lentes.

La question que nous pouvons nous poser est celle de savoir comment se déroule la réponse immunitaire.

UNE REPONSE IMMUNITAIRE NON SPECIFIQUE :

LA PHAGOCYTOSE:

DEFINITION ET SUPPORT CELLULAIRE DE LA PHAGOCYTOSE:

La phagocytose est la capture, l'ingestion et la digestion des particules vivantes ou inertes par les leucocytes spécialisées regroupées sous le nom de phagocytes.

Il existe trois sortes de phagocytes :

- les granulocytes neutrophiles (ou polynucléaires) ;
- les macrophages des tissus ;
- les monocytes du sang.

Les monocytes, attirés par chimiotactisme dans la zone infectée, peuvent traverser la paroi des capillaires sanguins par diapédèse (sortie des leucocytes circulants vers les tissus infectés) et devenir ainsi des macrophages.

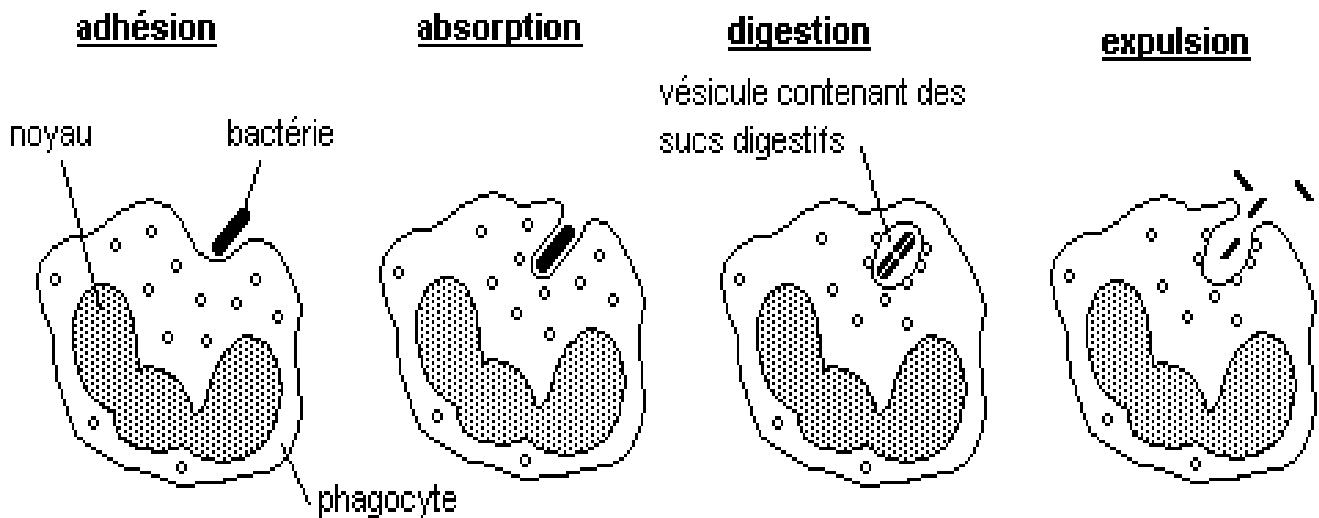
Les phagocytes peuvent absorber des éléments étrangers ou anormaux, des débris cellulaires, des cellules cancéreuses, des cellules infectées par les virus, des complexes immuns, ...

ETAPES DE LA PHAGOCYTOSE:

La phagocytose se déroule en quatre étapes principales :

- **Reconnaissance** : les antigènes sont reconnus par les récepteurs peu spécifiques portés par la membrane des phagocytes ;
- **Ingestion (absorption)**: les antigènes sont ingérés par endocytose, grâce aux déformations cytoplasmiques du phagocyte appelées pseudopodes ;
- **Digestion** : l'antigène est digéré au sein des vacuoles digestives ou phagosomes dans lesquelles les vésicules golgiennes (lysosomes) déversent des enzymes hydrolytiques ;
- **Rejet (expulsion)** : les déchets de la digestion sont expulsés hors du phagocyte par exocytose.

Schéma de la phagocytose



LA PHAGOCYTOSE INITIE LA REPONSE SPECIFIQUE:

Certains résidus de l'antigène s'associent à des molécules HLA dans le RE, puis sont exposés à la surface membranaire du phagocyte qui va ainsi présenter l'antigène à d'autres cellules immunitaires. Le complexe HLA-déterminant antigénique (soi modifié) peut ainsi entrer en contact avec un LT dont les récepteurs sont complémentaires. Le phagocyte devient une cellule présentatrice d'antigène (CPA) et déclenche alors la réponse immunitaire spécifique. Les LT sont ici alertés par les interleukine de type1 (protéines produites par les différentes cellules du système immunitaire et qui agissent à distance sur d'autres cellules du même système immunitaire) secrétés par les macrophages.

NOTION DE COMPLEMENT:

Le **complément** est un ensemble d'une vingtaine de **protéines plasmatiques inactives** hors infection et qui sont activées en cascade au contact d'antigènes portés par certains microbes ou en présence des anticorps.

Lors de la réaction inflammatoire, l'activation du complément entraîne :
l'attraction des phagocytes par chimiotactisme (attraction chimique) ;

la facilitation de la phagocytose : le complément recouvre les bactéries et favorise leur adhésion aux récepteurs membranaires des phagocytes.

D'autres protéines activées du complément ont une activité lytique ; elles entraînent la perforation de la membrane ou de la paroi des agents infectieux et provoquent leur mort ou elles hydrolysent les antigènes neutralisés par les anticorps.

On peut donc dire que les protéines du complément sont les effecteurs chimiques de la réponse immunitaire non spécifique.

LA REPONSE IMMUNITAIRE SPECIFIQUE OU ACQUISE:

A) MISE EN EVIDENCE DES DEUX TYPES DE REPONSES SPECIFIQUES

Observations:

L'étude de la vaccination montre que l'on peut immuniser un sujet c'est-à-dire déclencher une réponse immunitaire spécifique contre un antigène de deux manières différentes selon la maladie :

-Si le microbe responsable produit des toxines dans le milieu intérieur (tétanos, diphtérie), le vaccin est une anatoxine c'est-à-dire une toxine microbienne ayant perdu son pouvoir pathogène par un traitement spécifique mais qui conserve son pouvoir immunogène.

-Si le microbe responsable se développe à l'intérieur des cellules (tuberculose), on utilise les antigènes tués ou atténués.

Expériences:

Expérience 1:

Soient deux lots de cobayes A et B.

Lot	Traitement	Résultat
A	Injection de l'anatoxine tétanique + injection de la toxine tétanique 15 jours plus tard.	Survie
B	Injection de l'anatoxine tétanique + injection de la toxine diphtérique 15 jours plus tard.	Mort

Interprétation et conclusion:

L'anatoxine diphtérique déclenche une réponse immunitaire contre les toxines produites par les bacilles de Nicolaïer. La mort des cobayes du lot B montre que cette réponse n'est spécifique qu'au bacille tétanique ; ces cobayes meurent de diphtérie.

On en conclut que la réponse immunitaire développée par les cobayes immunisés est spécifique.

Expérience 2:

Soient trois lots A, B et C de cobayes appartenant à des souches histocompatibles (A, B et C ont le même CMH).

Au lot A, on injecte de l'anatoxine diphtérique. B et C ne reçoivent rien.

15 j plus tard, les trois lots de cobayes sont traités ainsi qu'il suit :

Lot	Traitement	Résultat
A	Injection de toxine diphtérique	Survie
B	Injection de toxine diphtérique + injection de sérum prélevé sur les cobayes A	Survie
C	Injection de toxine diphtérique + injection de lymphocytes prélevés sur les cobayes A	Mort

Interprétation:

-**Les cobayes A** sont immunisés contre la diphtérie grâce au vaccin reçu 15 jours plus tôt.

-**La survie des cobayes du lot B** montre qu'ils développent une réponse immunitaire contre la toxine diphtérique : l'injection de sérum a passivement transféré l'immunité des cobayes A aux cobayes B.

-**La mort des cobayes C** montre que ce transfert d'immunité ne peut pas se faire par les cellules (lymphocytes).

Conclusion:

Le sérum constitue l'intermédiaire fondamental de la réponse immunitaire dans la lutte antibactérienne contre les toxines ou substances solubles : on parle d'une réponse immunitaire spécifique à médiation humorale (RIMH). On rappelle que le terme humeur est l'ancienne désignation des liquides de l'organisme ie sang et lymphe.

La RIMH est réalisée par la sécrétion des anticorps spécifiques des déterminants antigènes. Il faut distinguer les anticorps membranaires ou récepteurs membranaires des lymphocytes B et les anticorps circulants dans le milieu intérieur, sécrétés par les plasmocytes, grosses cellules issues de l'activation et de la différenciation des lymphocytes B.

NB : Il existe plusieurs catégories d'anticorps ou immunoglobulines selon leurs rôle et propriétés :

-**les Ig A**, sécrétées les lymphocytes tissulaires du tube digestif, de la salive, des larmes, du lait. Elles empêchent les virus et les bactéries de se fixer aux cellules épithéliales d'où l'importance du colostrum ;

- les **Ig D**, elles forment les récepteurs B de la membrane des lymphocytes B ;
- les **Ig E** impliquées dans les réactions inflammatoires locales, elles sont souvent liées aux récepteurs membranaires des mastocytes et des granulocytes. En effet, en présence des antigènes spécifiques, les Ig E des mastocytes provoquent leur dégranulation et une réaction d'allergie ;
- les **Ig G**, anticorps circulants sécrétés par les plasmocytes. Elles traversent la paroi des vaisseaux sanguins du placenta et confèrent une immunité passive au fœtus ;
- les **Ig M**, premiers anticorps en forme de pentamères (ensemble de 5 Ig reliées par un peptide de jonction), elles forment avec les Ig D les récepteurs B.

Expérience 3:

Soient trois autres lots de cobayes histocompatibles.

Au lot D, on injecte le vaccin BCG.

15 jours plus tard, les trois lots reçoivent les traitements suivants :

Lot	Traitement	Résultat
D	Injection de bacilles de koch (BK)	Survie
E	Injection de BK + injection de sérum prélevé sur les cobayes D	Mort
F	Injection de BK + injection de lymphocytes prélevés sur les cobayes D	Survie

Interprétation:

- L'injection de BCG a immunisé les cobayes D contre la tuberculose.
- La survie des cobayes F ne s'explique que si l'on admet que l'injection de lymphocytes a transféré passivement l'immunité des cobayes immunisés D aux cobayes F.

Ce transfert d'immunité ne peut pas se faire par le sérum dans le cas de la lutte contre la tuberculose d'où la mort des cobayes E.

Conclusion:

Les lymphocytes constituent l'intermédiaire fondamental de la réponse immunitaire contre la tuberculose : on parle d'une réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire (RIMC).

La RIMC est réalisée par les cellules effectrices spécifiques du déterminant antigénique : les lymphocytes T cytotoxiques. La RIMH ne peut être développée efficacement contre les cellules présentant le soi modifié. La RIMC intervient alors dans la lutte contre les cellules infectées par les virus, les cellules cancéreuses et les cellules infectées par les bactéries intracellulaires.

NB : DANS LA PLUPART DES CAS, LES DEUX TYPES DE REPONSES INTERVIENNENT (EXEMPLE : CAS DES GREFFES).

LA COOPERATION CELLULAIRE:

La coopération cellulaire est l'intervention de différents types de cellules effectrices au cours des réponses immunitaires spécifiques.

Elle nécessite la participation des CPA et les LT4.

Les LT4 en sécrétant les lymphokines, permettent la stimulation des LB et des LTc. Ce rôle central des LT4 est mis en évidence par l'effondrement des défenses immunitaires spécifiques lors de leur destruction par le virus du SIDA.

La RIS débute essentiellement dans les organes lymphoïdes secondaires (ganglions, rate, ...) où sont stockés les acteurs de la réponse immunitaire, les cellules immunocompétentes (CPA, lymphocytes, ...) et où leur forte densité augmente la probabilité de rencontre avec les antigènes. L'antigène lui-même est transporté jusqu'aux organes lymphoïdes périphériques par le sang (rate) ou la lymphe (ganglions).

LES DIFFERENTES PHASES DES REPONSES IMMUNITAIRES SPECIFIQUES (RIS):

Les RIS présentent trois phases :

la phase d'induction et de sélection clonale ;

la phase de multiplication clonale (ou d'amplification) et de différenciation ;

la phase effectrice.

La phase d'induction et de sélection clonale:

Les L B et LT, dont le récepteur membranaire spécifique est complémentaire d'un déterminant antigénique, sont retenus lors de leur contact avec ce déterminant : c'est la sélection clonale. Elle se fait généralement au niveau des organes lymphoïdes périphériques.

Un antigène correspondant à plusieurs déterminant antigéniques, ce sont en fait plusieurs L B et LT qui sont sélectionnés.

Les L B sont sélectionnés directement par les antigènes libres ou exposés à la surface des cellules étrangères, des cellules infectées ou des virus. Les L T sont sélectionnés au contact de CPA dans lesquelles l'association des résidus de l'antigène à des molécules HLA a pu s'effectuer.

A l'issue de cette phase, les L B et LT sélectionnés sont activés, mais leur nombre est peu élevé pour faire face à l'agression.

La phase de multiplication clonale et de différenciation.

Cas des lymphocytes T:

Le contact récepteur T-antigène présenté par une CPA produit une synthèse d'une protéine appelée interleukine de type 1 par la CPA.

Une interleukine est une hormone de séquence en acides aminés connue sécrétée par une cellule immunocompétente. Elle appartient à la grande famille des lymphokines.

L'IL1 se fixe sur des récepteurs spécifiques préexistant sur le L T.

Cette fixation d'IL1 déclenche une synthèse d'une autre protéine par les lymphocytes T auxiliaires (LT4) : l'interleukine de type 2.

En même temps, on assiste à la synthèse et à l'expression des récepteurs à l'IL2 par tous les LT sélectionnés.

L'IL2, en se fixant sur ces récepteurs, stimule très activement la réplication de l'ADN qui sera suivi de mitoses. Ces mitoses engendrent un clone de LT spécifiques des déterminants antigéniques.

Multiplication clonale des LT sélectionnés:

Une partie du clone de LT se transforme en LT cytotoxiques ou cytolytiques, cellules effectrices de la RIMC. L'autre partie se transformerait en LT cytotoxiques à mémoire bien qu'ils n'aient jamais été mis en évidence.

Cas des lymphocytes B.

Les LB sont sélectionnés par un déterminant antigénique. Ils phagocytent l'antigène et expriment le déterminant antigénique associé au HLA. Ils deviennent des CPA. Les récepteurs des LT4 activés entrent en contact avec le soi modifié. Ils sécrètent alors diverses lymphokines qui activent ces LB qui commencent alors à se multiplier et créent un clone de LB spécifiques du déterminant antigénique.

Parmi les lymphokines sécrétées par les LT4, certaines vont stimuler la différenciation d'une partie du clone de LB en plasmocytes, cellules sécrétrices d'anticorps circulants.

Cette population de plasmocytes reste en place dans les organes lymphoïdes ; en revanche, les anticorps sécrétés gagnent la circulation générale.

L'autre partie du clone de LB évolue en LB à mémoire ; cellules à durée de vie très longue, prêtes à réagir rapidement en cas d'une nouvelle agression par le même antigène.

Multiplication et différenciation des LB sélectionnés

La phase effectrice:

Cas de la réponse immunitaire à médiation cellulaire (RIMH):

La RIMC a pour effecteurs les LT cytotoxiques ou cellules tueuses ou LT cytolytiques (LTc). Ce sont des LT provenant de la différenciation des LT8 activés par contact avec les CPA. Les LT8 sont des lymphocytes capables de reconnaître le soi modifié et les corécepteurs membranaires particuliers : les CD8 (Classe de Différenciation).

Les lymphocytes cytotoxiques (LTc) se fixent par leurs récepteurs membranaires spécifiques aux cellules possédant à leur surface le soi modifié (cellules infectées, cellules cancéreuses, cellules mutées) complémentaire de leurs récepteur. Ce contact entraîne chez le LTc, l'exocytose des granules de cytolyse remplis de protéines hydrolytiques : les perforines.

Les perforines se polymérisent et s'enchâssent dans la membrane de la cellule à détruire et forment un canal transmembranaire par lequel l'eau entre, ce qui provoque son éclatement.

NB : Certains LTc libèrent des signaux chimiques capables d'être captés par la cellule en détresse grâce à des récepteurs spécifiques ; ce qui induit instantanément la mort de la cellule à détruire par apoptose (processus de mort programmé génétiquement).

Cas de la réponse immunitaire à médiation humorale (RIMH):

La RIMH a pour effecteurs les anticorps circulants spécifiques du déterminant antigénique sécrétés par les plasmocytes. Ces anticorps sont en effet capables de se fixer spécifiquement à un déterminant antigénique.

Les anticorps ne détruisent pas directement les antigènes. Leur fixation aux déterminants antigéniques spécifiques provoque :

soit la neutralisation directe des antigènes dans un réseau d'anticorps : formation des complexes immuns ; soit la destruction des antigènes par des phagocytes (phagocytose tardive) ou par certaines protéines activées du complément qui se fixent sur le domaine constant des anticorps.

NOTION DE MEMOIRE IMMUNITAIRE.

1-Observation:

Lors du premier contact avec l'antigène, la réponse immunitaire appelée alors réponse primaire est faible. Lors d'un second contact avec le même antigène, la réponse immunitaire appelée réponse secondaire est quasi immédiate et forte comme si le premier contact avait été mémorisé.

Par exemple, le graphe suivant illustre la dynamique des sécrétions d'anticorps au cours des réponses primaire et secondaire.

Travail à faire : Identifier les réponses primaires et secondaires. Comparer les deux réponses.

2- Définition:

La mémoire immunitaire désigne la capacité qu'a le système immunitaire de réagir plus rapidement et plus efficacement lors des contacts ultérieurs avec un antigène déjà reconnu. Elle repose sur l'existence des LB et les LT mémoires c'est-à-dire des lymphocytes n'ayant pas achevé leur différenciation et sur le phénomène de maturation d'affinité c'est-à-dire l'augmentation avec le temps de

la précision de la reconnaissance d'un antigène par un anticorps. Les cellules mémoires ont une durée de vie très longue contrairement aux cellules effectrices. **La mémoire immunitaire est éminemment spécifique** : c'est pourquoi la vaccination contre un antigène X qui entraîne le développement d'un certain clone de cellules mémoires qui ne constitue pas une protection contre un antigène Y.

Anticorps :

un anticorps est une protéine impliquée dans l'immunité.

Structure d'un anticorps

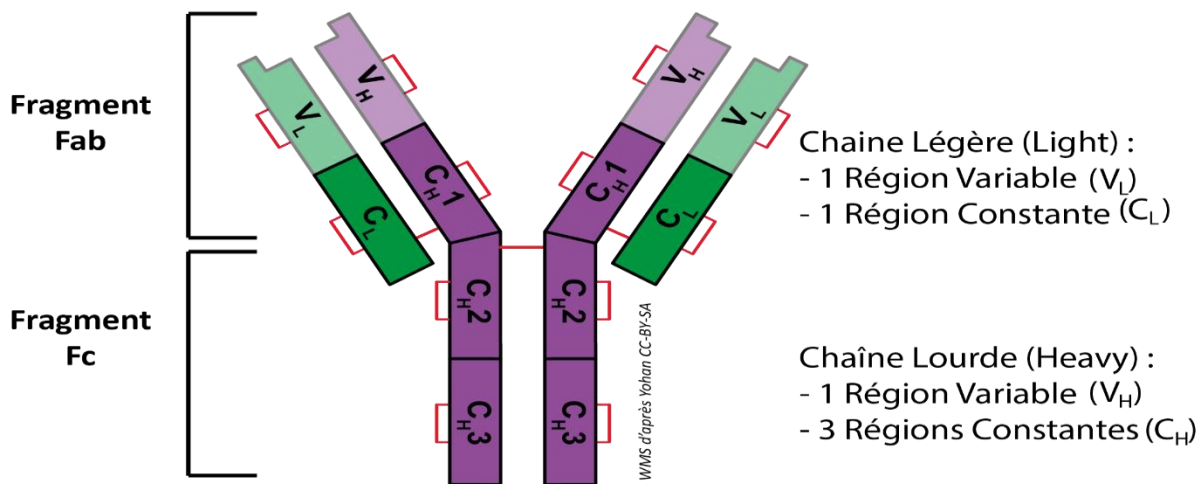
Un anticorps est un complexe protéique. Si chaque organisme doté d'un code pour des milliards d'anticorps différents, ils possèdent tous les mêmes caractéristiques globales. Ce sont des glycoprotéines de la famille des , formées de deux chaînes lourdes identiques (H pour heavy) et de deux chaînes légères identiques (L pour light). Ils sont souvent représentés en Y, où les deux chaînes lourdes sont reliées entre elles par un pont disulfure au niveau de la tige du Y. Les deux chaînes légères sont associées aux chaînes lourdes au niveau des bras du Y, également par des ponts disulfures.

Les anticorps contiennent des domaines constants (identiques pour tous les anticorps d'un même organisme) et des domaines variables (qui permettent la reconnaissance des corps étrangers) situés au bout des bras du Y. Les domaines variables constituent les paratopes de l'anticorps.

Fonction d'un anticorps

Leur rôle est de reconnaître un étranger afin de le neutraliser. Ils peuvent y parvenir grâce à la grande spécificité de leur paratope, qui ne reconnaît qu'une partie très précise de l'antigène : l'épitope. Dès qu'un anticorps reconnaît un épitope, le B qui code pour cet anticorps spécifique se multiplie et subit une maturation pour pouvoir synthétiser les mêmes anticorps, utiles, en grandes quantités.

Il existe cinq types différents d'anticorps : IgG, IgA, IgM, IgE, IgD (selon l'ordre de leurs quantités respectives dans l'organisme), qui possèdent des rôles différents.



Dysfonctionnement et déficience du Système Immunitaire (si):

le SI dans certains cas peut présenter des dysfonctionnements ou être déficient.

Les dysfonctionnements:

Les allergies:

Ce sont des réactions d'hypersensibilité à un antigène traduisant un fonctionnement excessif du SI. Elles se caractérisent soit par des urticaires, l'asthme, la conjonctivite, le rhume... la substance antigénique est dite allergène. Ce sont par exemple des acariens, le pollen, les venins d'insectes ou des produits chimiques. Ces allergies se caractérisent par des inflammations dont la cause est la libération par les cellules de l'organisme de l'histamine. c'est pourquoi on utilise des antihistaminiques pour lutter contre ces allergies.

Les maladies auto-immunes:

Elles résultent d'un défaut de tolérance du soi. c'est pendant la vie fœtale que les cellules immunitaires acquièrent une éducation à la tolérance du soi. Les clones des lymphocytes du soi et capable d'induire une réaction immunitaire contre les peptides du soi sont alors naturellement éliminés par mort génétiquement programmée (apoptose). Si cet état de tolérance du soi est déficient, l'organisme se retourne contre lui-même et le soi est combattu comme le non soi.

On connaît actuellement plusieurs maladies auto-immunes :

No	Maladies	Organes ou tissus cibles
1	Diabète insulino-dépendant	Cellules β du pancréas
2	Sclérose en plaque	Cerveau et moelle épinière
3	Myasthénie	Synapse neuromusculaire
4	Anémie pernicieuse	Cellules pariétales gastriques
5	Polyarthrite rhumatoïde	Tissus conjonctifs

Dans le cas du **diabète insulino-dépendant**, les lymphocytes fabriquent des anticorps qui sont dirigés vers les **cellules β des îlots de Langerhans du pancréas**, sécrétrices d'insuline;

Dans le cas de la **sclérose en plaque**, il y a destruction, par des macrophages, des molécules de myéline qui constituent la substance blanche du système nerveux central. Les fragments qui en résultent sont présentés aux LT qui déclenchent une RIMC contre les cellules nerveuses sécrétrices de myéline.

Les déficiences:

Le syndrome immunodéficience innée (SIDI) ou aplasie médullaire:

Certains enfants naissent avec une déficience totale du SI: la moelle osseuse ne possédant pas des cellules souches de la lignée immunitaire. On dit qu'il y a aplasie médullaire ou syndrome de l'immunodéficience innée (SIDI). Très vulnérables aux infections, ces enfants sont gardés dans des bulles qui les mettent à l'abri de tout contact avec le milieu ambiant polluant. Pour reconstituer leur SI, on procède à une greffe de la moelle osseuse.

Le syndrome immunodéficience acquis (SIDA):

Contrairement au SIDI, le SIDA est acquis pendant la vie intra-utérine (7-9ème mois) ou alors pendant ou après la naissance par contamination.

caractéristiques

Le virus du SIDA est le VIH (virus de l'immunodéficience humaine). On connaît actuellement 3 types : VIH0, VIH1 et VIH2:

- Le type 1 étant le plus virulent.
- Le VIH est relativement fragile : détruit par la chaleur à 60 °C et par les antiseptiques usuels (alcool, eau de javel, eau oxygénée, ...).
- Le VIH a pour cible les LT4, les macrophages et certaines cellules nerveuses et intestinales.
- Le VIH est un rétrovirus (virus dont le matériel génétique est l'ARN), ayant une enzyme, la retro-transcriptase ou transcriptase inverse qui permet de copier l'information génétique du virus sous forme d'ADN dès qu'il a pénétré une cellule cible. L'ADN pro-viral ou provirus intègre l'ADN de la cellule cible, échappant ainsi aux défenses immunitaires.

Transmission de la maladie:

Les modes de transmission du VIH d'une personne à une autre sont :

la transmission lors des rapports sexuels : c'est la plus fréquente (80 % des cas dans le monde) ;

la contamination par le sang : transfusion de sang contaminé, utilisation des seringues, des aiguilles, des rasoirs non stérilisés ;

la transmission de la femme enceinte à son enfant au cours de la grossesse, au cours de l'accouchement ou par l'allaitement (30% des cas en Afrique).

Evolution de la maladie:

Le SIDA est une maladie mortelle qui évolue pendant plusieurs années. Malgré les variations importantes d'un individu à l'autre, on peut distinguer plusieurs phases :

Identifier et décrire les grandes phases de l'évolution de la maladie chez l'homme.

La phase aigüe: après infection, elle est caractérisée par:

- une prolifération du virus et un abaissement significatif de la population de LT4 ;
- elle se traduit par des signes analogues à celles d'une maladie virale bénigne.

Elle peut aussi passer inaperçue. La réaction du système immunitaire se matérialise dans les premières semaines par la production des anticorps anti-VIH et l'augmentation du taux de LT8, ce qui contribue à diminuer la charge virale vers la fin de cette phase ;

La phase chronique : elle est essentiellement asymptomatique :

- un équilibre s'établit entre les mécanismes de production et d'élimination des virus d'une part, entre la destruction et le renouvellement des LT4 d'autre part.

En l'absence de traitement médical, on constate une baisse progressive de l'effectif des LT4, ce qui signifie un affaiblissement de plus en plus marqué du système immunitaire. L'organisme devient de plus en plus incapable de contrôler le VIH.

La phase SIDA : Le taux de LT4 passe au dessous de 200 cellules/mm³ de sang : des maladies opportunistes se déclarent, profitant de l'effondrement des défenses immunitaires. La maladie entre dans sa phase symptomatique. Cela signifie que des symptômes variés se manifestent, l'ensemble constituant un syndrome. Ce sont la tuberculose, les salmonelloses, le sarcome de Kaposi, l'herpès, les candidoses, ... Il s'agit des maladies causées par des microbes dont le développement est habituellement contrôlé par le système immunitaire. Le SIDA ou Syndrome de l'Immunodéficience Acquise est désormais déclaré.

Traitement:

Dans les pays industrialisés, l'efficacité des campagnes de prévention d'une part, la mise au point de thérapies complexes (trithérapies, multi-thérapies) d'autre part, ont permis de limiter la progression de la pandémie et d'améliorer nettement l'espérance et la qualité de la vie des malades.