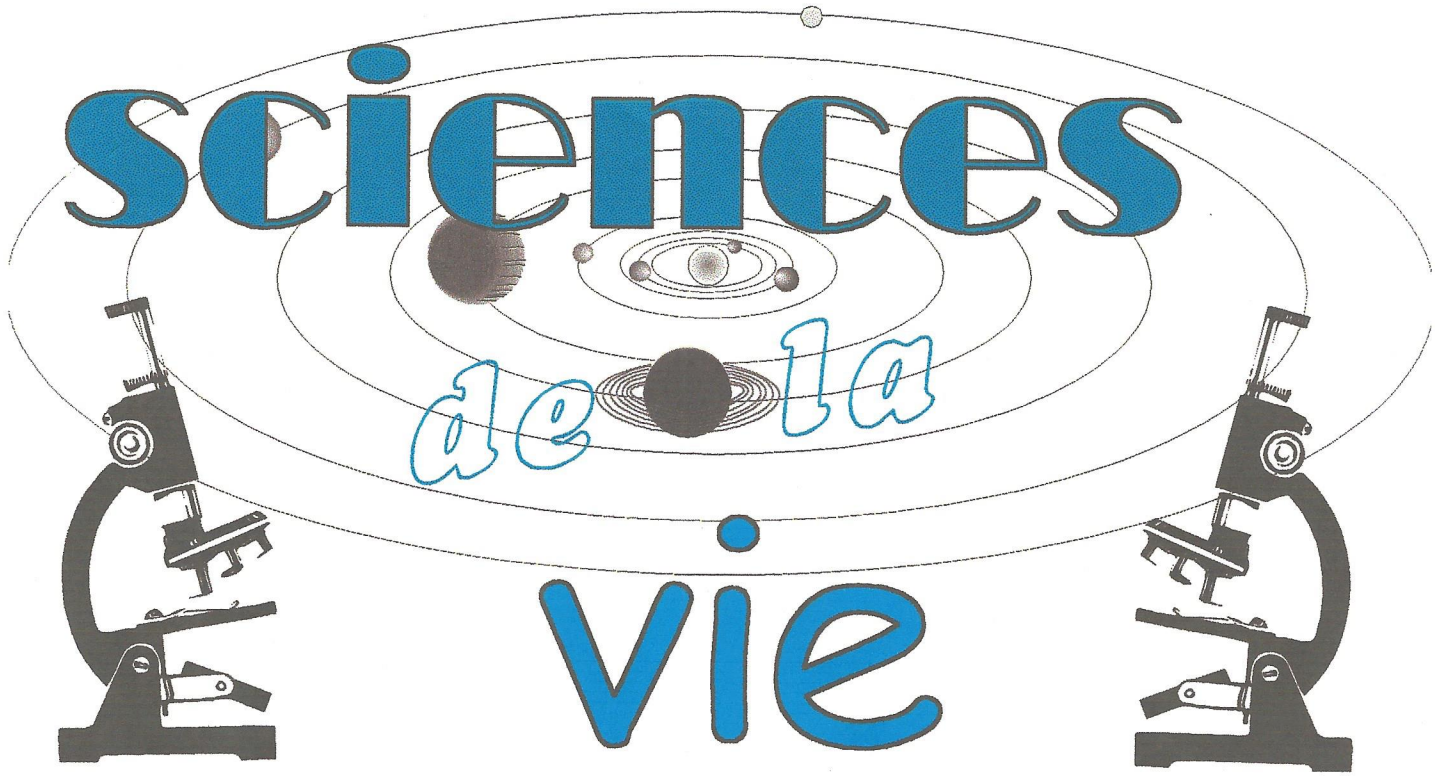
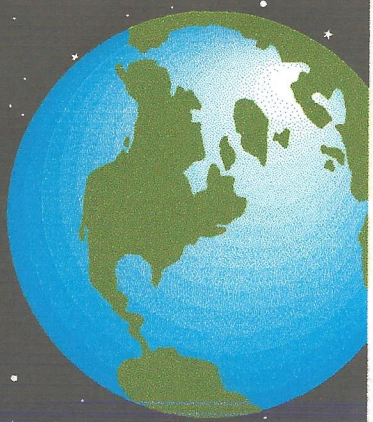
Sciences de la vie et de la TERRE





BASE DE L'IMMUNOCOMPETENCE

I ¢ du système immunitaire, les leucocytes

→ reconnaissance du soi et du non soi s'appelle l'immunocompétence.

A. Observation d'1 Frotti sanguin

≠ Leucocytes (taille, forme noyau...)

B. Principales caractéristiques des leucocytes

→ leucocytes interviennent dans un certain domaine
- réaction non spécifique (lymphocyte)

C. Origine des leucocytes

Il se forme à partir de ¢ souche pluripotente dans la moëlle osseuse.
Ce sont des ¢ qui pourraient être assimilé à des ¢ embryonnaire. Quand elle se divisent, elles peuvent donner n'importe quelles ¢ (deux formes):
→ ¢ souche myeloïde (monocytes, granulocytes)
→ ¢ souche lymphoïde (lymphocyte)

II Maturation des leucocytes

→ aquisition du pouvoir de reconnaître le non soi.

A. Lieu de maturation

lymphocyte T et B issu de la moëlle osseuse et subissent une maturation dans des domaines ≠

→ lymphocyte B → moëlle osseuse
→ lymphocyte T → thymus.

Organes lymphoïdes centraux : moëlle osseuse et thymus et peuvent migrer vers des organes lymphoïde périphérique comme des ganglions.

B. Mise en place de récepteur membranaire lors de la maturations des lymphocytes

1 Recepteur membranaire des LB

Chaque LB possède un seul type de récepteur membranaire appelé anti-corps.
→ anti-corps ne reconnait qu'un seul épitope (partie de l'antigène reconnu par le soi). Dans l'organisme il y a des millions de LB ≠ qui ne peuvent reconnaître qu'un seul type de récepteur mécanique.

Soi et non soi

I Marqueurs du soi

→ processus d'auto-défence
→ défence de l'organisme : leucocyte (globule blanc)

• molécules localisés aux niveaux des membranes des cellules (carte d'identité des individus).

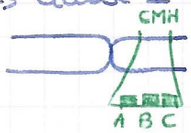
A. Marqueurs majeurs du soi

1. Molécules de HLA

Les molécules sont appelées complexe d'antigène histocompatibilité.
→ glycoprotéine codé par CMH (complexe majeur histo.).

CMH va donner HLA

2 sortes de HLA : classe 1 : tts les ¢ nucléés
classe 2 : sur les leucocytes
Les gènes codent le CMH qui se trouvent sur le bras court du K court.
→ classe 1 : 3 gènes ≠ : ABC → HLA.A, HLA.B, HLA.C



A : 24 allèles ≠
B : 52 allèles ≠
C : 11 allèles ≠

Au moment de la fécondation, un individu donné exprime au niveau de la membrane de ses ¢ une combinaison originale de marqueur HLA.
HLA sont des molécules responsables du rejet d'une première greffes
Le CMH est l'ensemble des gènes codant pour les

molécule HLA
HLA : molécule du soi

2 Système HLA et rejet de greffe

→ autogreffe : aucun problème
→ allogreffe : individu ≠, même espèce
% de réussite + gd que si les individu donneur et receveur ont un HLA ressemblant
→ xénogreffe : individu ≠, espèce ≠
→ le rejet : l'organisme reconnait le non-soi et sous débarasse par des réactions immunitaires

B. Marqueurs mineurs du soi

exemple : marqueur des hématies (globules rouges)
marqueur de surface (agglutinogène)
→ agglutinines : anti-corps dans le sérum, molécule qui reconnaisse le marqueur
→ antigène + anticorps = agglutination

II Marqueur du non soi

A. Diversité du non soi

1 Exemple du non soi

a. non soi exogène

→ molécule virale : virus : parasyte (ADN ARN)
• rentre dans la ¢ et change tout le système
• explose la cellule et va dans une autre
→ bactérie pénètre dans l'organisme par l'air ou la digestion
→ exogène : qui vient de l'extérieur
→ protozoaire : animaux unicellulaire (eucariote)

b. non soi endogène

→ du soi modifié : cancer

2. 2 sortes de réaction

phagocytose : détruit tout, non spécifique
les molécules du non soi sont reconnu par un antigène sur la membrane.

Conclusion

Le HLA participe directement au déclenchement des réactions immunitaire.
Le CHH est l'expression du HLA
L'antigène : cellule reconnu du non soi provoquant des réactions immunitaire
Toutes les bactéries, microbes... sont des antigène

Mécanisme de l'immunité ①

Les agents de la réaction immunitaire et les cellules impliquées dans le système immunitaire.

I Les agents de réaction immunitaire

- Les agents tissulaires (macrophage) sont dissimulé dans les tissus et dans le liquide interstitiel
- les agents circulants dans le sang ou dans la lymphe (granulocyte, lymphocyte, anti-corps, complément).

II Cellule de l'immunité

→ agent circulant
→ leucocyte : → ¢ de l'immunité
→ se différencie et non pas la même destiné
→ les hématie n'assure que le transport à l'appareil respiratoire

- granulocyte
- macrophage
- lymphocyte B et T

A. Les cellules capables de phagocytose

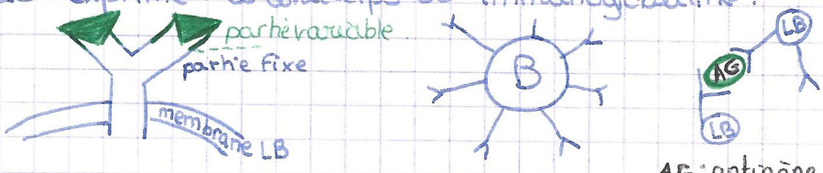
Ce sont des granulocytes dans les plaies superficielles et les macrophages et les lymphocyte B dans les réponses immunitaires spécifique.
¢ particulière : phagocyte.

→ pseudo - paude : phase d'adhésion 1
phase ingestion 2
phase digestion 3
phase rejet des déchets

→ phagocytose : digestion intra - cellulaire.
→ chez les granulocytes, le rejet des déchets se fait avec l'éclatement du granulocyte. tandis que chez les macrophages, et le LB, ils vt afficher sur leur membrane, un fragment de l'antigène digéré. Ce fragment s'appelle épitope ou déterminant antigénique.
A ce moment là le phagocyte devient ¢ présentatrice d'antigène (CPA)

B. Les ¢ capables de reconnaître le non_soi (lymphocyte B et T) de façon spéciphique

- Leucocyte se trouve sur la membrane des récepteurs
- 1 lymphocyte ne porte qu'1 seul sorte de récepteur
- LB exprime les anticorps ou immunoglobuline.



A.G : antigène

- 1 lymphocyte ne reconnait qu'1 seul épitope.

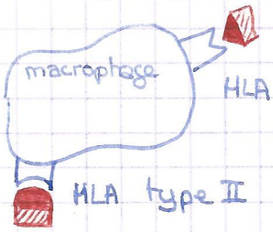
LT4 : activateur de la réponse immunitaire.
LT8 : effecteur de " " → cytotoxique.

Les récepteurs de LT : protéine constitué de 2 chaines polypephidique, mais qui vont avoir une partie constante et variable (reconnaissance d'un antigène.

gde ≠ entre LT et LB

LB : reconnaissance directe des antigènes libre (circulant)

- LT : ne peuvent reconnaître un épitope que s'il est présenté sur une molécule HLA d'une CPA
→ reconnaissance indirecte ou associative



Le sida attaque le T4.

III L'aquisition de l'immunocompétence

Lorsque les lymphocytes sont fonctionnels on les dit immunocompétent c'est à dire qu'ils ont aqui les récepteurs [illegible].
Cette aquisition se fait par le thymus

Les lymphocytes ne vont acquérir qu'1 seul type de récepteur, la production fait intervenir :
- la naissance dans la moëlle osseuse
- la maturation (détecter le non-soi)
- destruction de tous les lymphocytes qui réagirai au marqueur du soi
- migration dans l'ensemble de l'organisme de LB et LT

Déroulement de la réponse immunitaire ①

I Immunité non spécifique

→ elle est la même quelque soit l'antigène, elle s'exerce sur toutes les molécules du non soi.
→ le phénomène essentiel est la phagocytose les phagocytes intervenant sont les granulocytes et les macrophages. La phagocytose est facilitée par le phénomène inflammatoire. Elle peut être considéré comme l'induction de la réponse immunitaire spécifique. Elle peut avoir lieu dans tout l'organisme.

II Immunité spécifique

A. comprend 3 étapes successives

1ère étape: assuré par les CPA, macrophages et LB qui phagocytent et affiche ce qu'ils ont phagocyté. Cette étape peut avoir lieu dans tout l'organisme.

2ème étape: consiste en la reconnaissance des épitopes par les LT (reconnaissance indirecte) les LT4 reconnaissent l'ensemble des épitopes présentés sur des molécules HLA de type II, les LT8 reconnaissent les épitopes présentés sur les molécules HLA de type I. Les lymphocytes B peuvent effectuer une reconnaissance directe) grâce à leur anticorps membranaire pour des antigènes libres et circulants

rappel: Les LB peuvent se comporter comme des macrophages vis à vis des LT4

Les LT4 et LT8 sont actives dès que la partie variante de leur récepteur est capable de reconnaître le déterminant antigénique associé à un CMH (d'où le nom d'immunité spécifique)

Les LT4 sont activés en lymphocytes dits "auxiliaires", càd en activateur de la réponse immunitaire spécifique
Les LT8 sont activés en lymphocytes cytotoxiques, càd en effecteur de la réponse immunitaire.

3ème étape : assurée par les effecteurs de la réponse immunitaire qui est de 2 types:
→ les LTcyto par contact direct détruisent les ¢ étrangère ou modifié
→ les anticorps et le complément détruisent les complexes immuns circulant.
Les déchets sont éliminés par les macrophages et granulocytes par phagocytose.

Bilan: les marqueurs du CMH ont un double rôle:
→ un rôle passif de carte d'identité ¢aire définissant le soi.
→ un rôle actif de présentation des peptides du non soi.
Les LT ne peuvent reconnaître que du non soi présenté par du soi, contrairement aux LB qui peuvent reconnaître le non soi libre.
La CPA est le plus souvent un macrophage d'où son rôle d'inducteur.
La reconnaissance spécifique des déterminants antigéniques par les recepteurs des LB et LT déclenche leur activation.

B. Mise en évidence de la coopération ¢aire

Les ≠ ¢ de l'immunité fonctionnent de façon interactive soit:
- par contact membranaire
- par protéine messagères (cytokine ou lymphokine ou interleukine)

1. Expérience de Mosier

Une coopération entre macrophage et lymphocyte est indispensable pour la réalisation de la réponse immunitaire.

2. Expérience de Claman

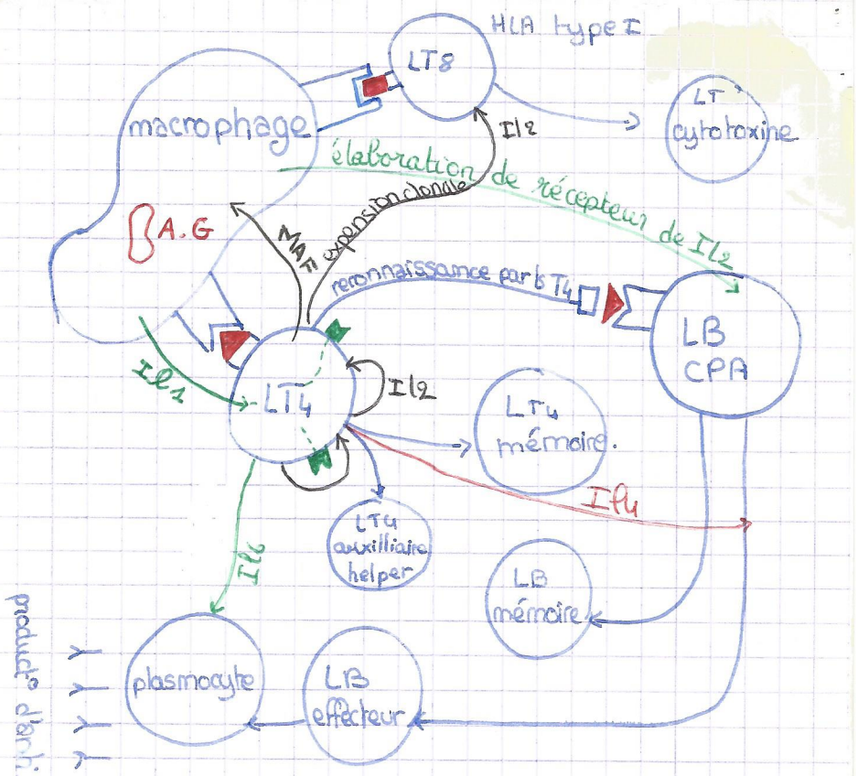
Une coopération entre les LT et des cellules de la moëlle osseuse (LB) est necessaire pour la réalisation de la réponse immunitaire humorale, c'est à dire pour une réponse assurée par les anti-corps. On sait effectivement que ce sont les LB qui s'expriment chaque fois que le non soi apparait libre ou isolé dans l'organisme, ce qui est le cas des globules rouges infectés

C. Role des cytokines dans l'activation des lymphocytes

cytokine : terme générique désignant tes molécules sécrétée par les ∅ immunitaires et assurant la communicat° entre ces ≠ ∅. On distingue les interleukines, les perforines et des molécules activatrice de macrophage Ces molécules assure la communication entre les ≠ ∅ en enclanchant leur activation

→ Interleukine : Il
→ perforine.
→ les substances activant les macrophages appelé MAF

Il y a coexistance de la réponse spécifique ou non spécifique.



Les 2 types de réact° immunitaire spécifique s'expriment en ↑ temps dans l'organisme en présence d'1 antigène Cependant l'efficacité dépend de la nature de l'antigène.
Les LB avec la product° d'anticorps sont plus efficace contre la + part des bactérie et de leurs toxines, contre les hémathie, contre les parasites et les allergènes (ts ceux qui sont circulant).
Les T8 sont + efficace contre les greffes (ts ceux qui ne font pas au soi modifié)
Les T8 s'expriment chaque fois que les protéine du CMH est modifié par du non soi
Les LT4 est la plaque centrale de la réaction. C'est par sa product° d'Il2 qu'il déclenche

l'expression clonale des ¢ qui ont reconnu l'antigène.

D. La phase effectrice de la réponse immunitaire spécifique

Les ≠ acteurs du système immunitaire fonctionne entre eux de façon interactive.
- par contact membranaire avec le CPA
- par l'intermédiaire des cytokines.

On distingue deux ¢d type d'actions complémentaires.
① celles dont l'effecteurs final spécifique est l'anticorps ⇒ réponse à médiat° hormonale.
② celles dont l'effecteur final spécifique est essentiellement sur LT cytotoxique ⇒ réponse à médiation ¢aire.

La réponse à médiation hormonale

→ orienté essentiellement sur les antigènes libre circulant
① → Reconnaissance de l'antigène (induct°) par les LB et les macrophages avec présentation des épitopes aux LTH. Les macrophages sécrètent de l'IL1 dont le role est de déterminer la mise en place sur LTH et LB des récepteur à l'Ih.
② Les lTH libère de l'IL2 substance stimulatrice déclenchant l'expansion clonale des ¢ concernées.
③ sous l'action de l'IL6 sécrétée par les macrophages, les LB se transforment en plasmocytes et sécrètent des anticorps en ¢de quantité, spécifique de l'antigène reconnu au départ les anticorps circulant neutralisent les antigènes ent formant des complexe immuns. (antigène _ anticorps)

détruits ensuite par phagocytose.
Cette liaison anticorps-antigène sont spécifique. Elle peut être visualisée par diverses techniques d'agglutination, de précipitations ou par électrophorèse techniques permettant des tests de dépistage.

action du complément

Le complement est un ensemble fonctionnel d'une vingtaine de protéines plasmatiques susceptibles d'être activés par la presence de complexes immuns. Sa 1ère caractéristique est un fonctionnement avec des réactions enzymatique en cascades.
Les réactions en fin de cascade peuvent conduire :
→ destruction des ¢ du non soi par une attaque membranaire.
→ phagocytose facilité
→ dilatation des capillaire dans les zones infectés facilitant l'apport des ¢ immunitaire.
→ apparition de facteur de circulation.

(1) élaboration des LB mémoire et L4

La réponse à médiation cellulaire

(1) Induction par un macrophage de la réponse immunitaire spécifique avec présentation d'un épitope.
→ LT4 : épitope associé à une molécule HLA de classe II
→ LT8 : épitope associé à une molécule HLA de classe I
(2) activation par l'Il2 et expension clonale des LT4 et LT8 → les LT8 se différencient alors en ¢ cytotoxiques

③. action des T8 cytotoxique. Les T8 ayant reconnu l'antigène et étant activés par Il2, vont s'accoler aux ℓ étrangères ou aux ℓ présentant un soi modifié et libérer à leur tour, une cytokine, la perforine, substance qui trouve la membrane plasmique de la ℓ à détruire qui se vide de son contenu ou éclate par turgescence (baiser de la mort). Il y a donc lyse (destruction) de la ℓ à éliminer les ℓ lysées sont ensuite éliminé par phagocytose.
Cette étape est la phase effective au sens strict.

④. mémorisation: élaboration des LTu et LT8 mémoire, ayant les marqueurs spécifiques de l'antigène reconnu.

Remarque. La phagocytose par les macrophages est activée en fin de phase effective dans les 2 types de réponse, mais prédomine dans la réponse à médiation hormonale. En effet, les anticorps circulant se fixent de façon spécifique sur l'antigène, la partie constante de l'anticorps peut se lié à des récepteurs membranaires porté par une ℓ phagocytaire. L'adhérence entre antigène et phagocyte est facilité et les mécanismes de phagocytose deviennent plus actifs
Le complexe immun· antigène/anticorps est alors phagocyté
Les macrophages sont de véritables éboueur

III La mémoire immunitaire

A. Mise en évidence.

1er contact. ① phase d'induction
② phase d'amplificat°

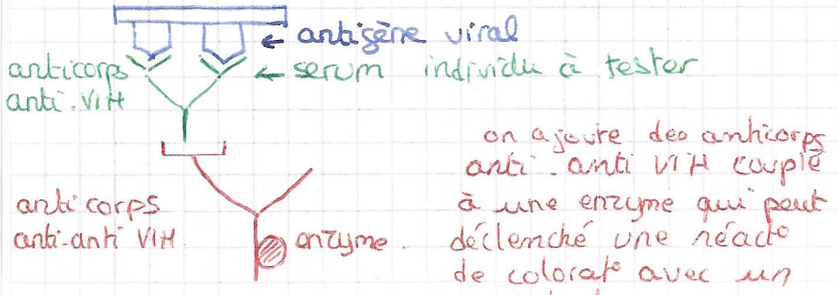
① reconnaissance de l'antigène par les ♀ immunitaire
② multiplication et différenciat° des lymphocyte B en plasmocytes sécréteur des anticorps.

Les phénomes qui permettent d'envisager l'existence d'une mémoire immunitaire sont une réponse + rapide et + allongée au deuxième contact avec un antigène donné. Il faut admettre l'existence des LTH mémoire apparu en gd nbre. Les TH stimule { LB pour anticorps. TS pour les molécules
L'existance de LB mémoire ayant subit un début de différenciat°

B. Conséquence et application

vaccin et test de dépistage.

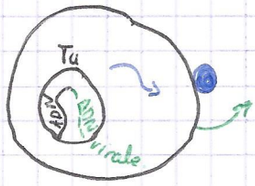
test élisa



IV Dysfonctionnement du système immunitaire

A. Sida : syndrome d'immunodéficience aquise

→ affaiblissement des défences immunitaire.
→ VIH (virus de l'immunodéficience humaine)
→ sida : petite molécule 10^{-6} mm.



le virus parasitent plutôt le Tu tant que le Tu n'est pas stimulé par un antigène qqc, il ne produit pas le virus.

B. Action du virus de l'Immunodéficience Humaine

a. Le VIH

b. Le sida

Les Tu diminue avec le temps
La quantité de VIH ↗

on est contagieux dès le rapport contaminant
on est séropositif dès qu'il développe les anticorps

C. Cancer et immunité

C'est une prolifération anormale et désordonnée de la ¢ de l'organisme.

Les ¢ tumorales si elles sont reconnu comme de soi modifié peuvent être détruite par une réaction à médiation ¢aire.

1

→ mutat ponctuelle: modificat d'1 seule base,

→ " par substitut: remplacemt d'1 base par 1 autre. => 1 seul triplet
silencieuse, redondance / faux sens / non sens / neutre

→ délét / insert : décalage du cadre de lecture et les codons qui suivent sont incorrect

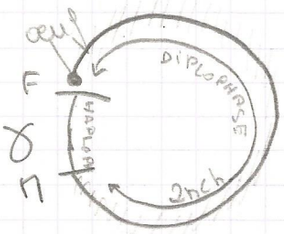
Meiose: PROPHASE I: appariemt des ch. (crossing over possible)

METAPHASE I: pbq équatoriale (2 fois).

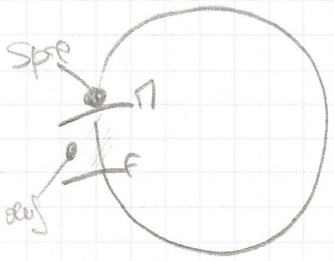
A_I

TH_1 / P_{II} = pôle.

DIPLOPHASIC



HAPLOPHASIC



MEIOSE

2

méiose

S = interphase

= remaniem^t de l'info génétic

avec → brassag allélic

intrach : crossing over = échang de 2 part^s de chromatid entre 2 chrms homolog

interch : aléatoire

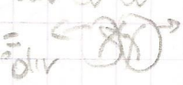
place de la méiose : apploïd : format^o des spores
diploïd : " ↘

♂ : - testicules (parois des tubes séminifères)
∈ spermatogénèse
- puberté = accroissem^t, maturat^o, diff.

♀ : ≈ spermatogénèse, ovogénèse
- 1 seule ¢/4 est fonctionnelle

zigotte = oeuf. | unique.

disjonct^o des allèles : pré réduct^o = 1er div

post réduct^o = 2^e div 

$d = \frac{1}{2} \times \frac{\text{nbr d'ask post réd}}{\text{nbr total}} \times 100$ = probabilité de CO entre locus / centromère = centimorgan

3) Monohybridisme : X 2 individus ∈ 2 races pures.
≠ 1 seul caractère
⇓
1 seul type de γ

1° loi de Mendel : les hybrides de 1° génération F_1 sont tous semblables entre eux et semblables à celui des parents qui porte l'allèle dominant

2e & 3e lois : 1 γ ne peut transmettre que l'1 ou l'autre des 2 allèles d'1 couple

back-cross = croisement de retour = test-cross
(parent phénotype récessif)

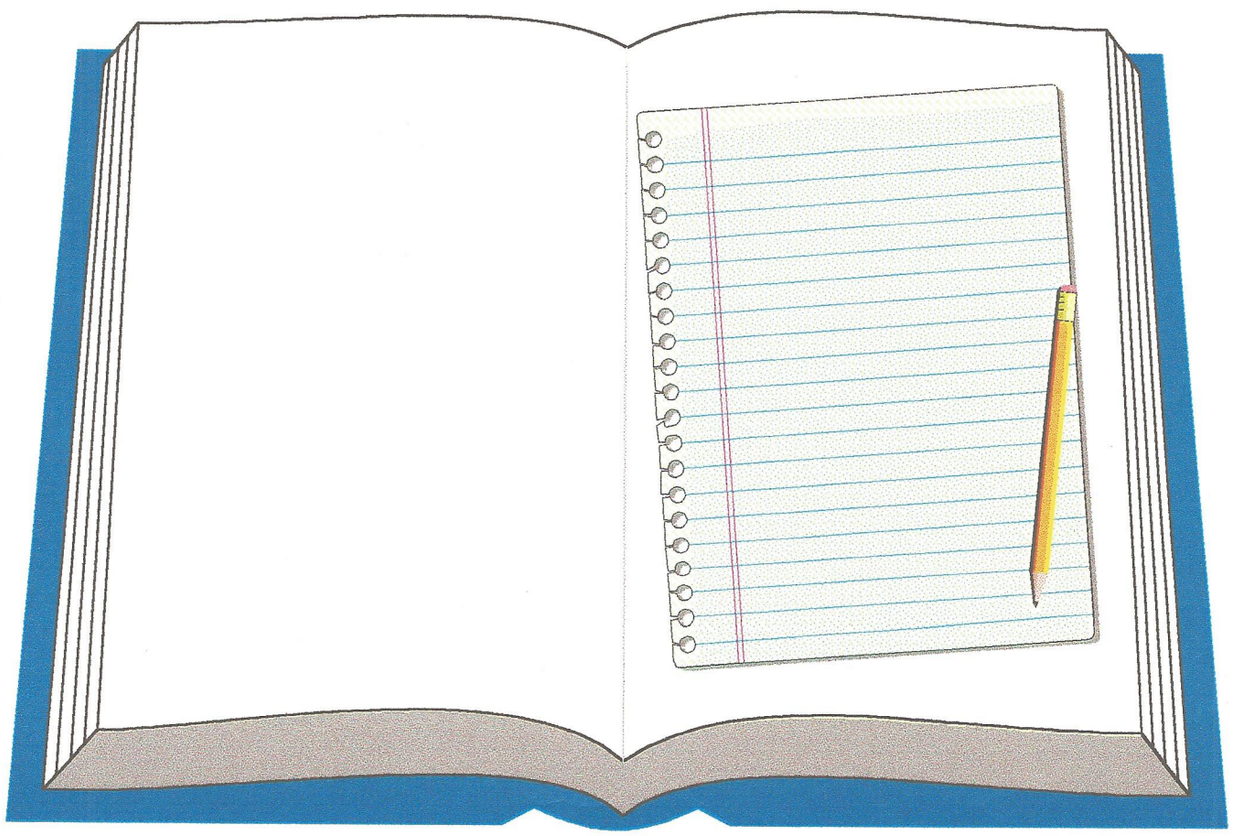
⇒ les allèles se disjoignent lors de la formation des gamètes et se réassocient à la fécondation

Exo A & feuille.

linkage ?

PARTIE 1

GÉNÉTIQUE



PARTIE I

SCIENTIQUE

ORIGINE DU POLYMORPHISME GENIQUE

Prérequis : p II + exos.

I introduction

1. Définition.

- Dans l'espèce humaine tous les gènes sont polyalléliques (càd existe sous 2 ou plusieurs formes dites allèles) alors que 30% sont polymorphes.
- Un gène est dit polymorphes dans une population lorsqu'il existe au moins 2 allèles de ce gène avec une fréquence supérieure à 1%.

2 importance du polymorphisme.

a. ex le gène responsable du groupe sanguin du système ABO localisés sur la 9e paire de chromosomes.
On connait 3 allèles de ce gène : A - B dominants

A et B dominants
O recessif.

ALLELE	A	B	O
A	A/A	A/B	A/O
B	B/A	B/B	B/O
O	O/A	O/B	O/O

[A] [B] [AB] | [O]

4 phénotypes.

Soit x le nbre d'Allèle (ici $x=3$).
nbre de combinaisons : x^2 ici $3^2=9$.
nbre d'homozygote : x ici 3.
nbre d'hétérozygote : x^2-x ici 6.
nbre d'hétérozygotes dif : x^2-x ici 3.
nbre de génotype dif pour le gène considéré : $\boxed{x+\frac{x^2-x}{2}}$ = ici 6.

b Conclusion.

- Chez les diploïdes (+ rich) pour 1 caractère considéré (ex: sidessus le gpe sanguin) le polymorphisme génétic intervient.
  - Dans la diversité des génotypes : le nbre de génotypes à chaques locus d'un gène dépend du nombre d'allèles de ce gène.
  - Dans la diversité des phénotypes : le nbre de phénotypes dépend du nbre d'allèles du gène et de la dominance ou recessivité des diff allèles de ce gène.
- Une espèce donnée possède un patrimoine génétic constitué

pas ∀ les allèles possibles de chacun des gènes

• ∀ les gènes de l'espèce se retrouve dans chac individus.

• Pourtant, à cause de ce polymorphisme génic, ∀ les individus s^t dif : chacun est unic

II Origine du Polymorphisme (= mecanismes conduisant à ce polymorphism).

1) doc 1 p 12.13

① ②

Les triplets indiqués (fig 1.5) correspondent aux brins non transcrits de l'ADN codant pour les enzymes A et B. La lecture des ARN messagers qui codent la syntèse des enzymes A et B est directe par le remplacem^t de la thymine par l'uracile

ARN$_m$ codant pour enzy A :	G A G (174)	G U G	C G C	G C C	
séquense des Acid aminés de l'Ez A :	ac glu	Val	Arg	Ala.	
ARN$_m$ codant pour ez B :	G A G	G U G	G G C	G C C	
séquence des a a de l'Ez B ← trad transc	ac glu	val	gly.	Ala	
ARN$_m$ codant pour Ez A :	C A C (234)	C C C	G G C	U U C	
séquence des a a de l'Ez A :	Histidine	Proline	Glycine	Phénilalanine.	
ARN$_m$ codant pour Ez B :	C A C	C C C	A G C	U U C	
séquense des a a de Ez B :	Histidine	Proline	Sérine	Phénilalanine.	
ARN$_m$ codant pour Ez A :	U A C (264)	U A C	C U G	G G G	G G G
séquense des a a de Ez A :	tyrosine	tyrosine	leucine	glycine	glycine.
ARN$_m$ codant pour Ez B :	U A C	U A C	A U G	G G G	G C G
Séquense des a a de Ez A :	tyrosine	tyrosine	méthionine	glycine	alanyne

La modificat° porte chac x sur 1 seule base. Donc afecte 1 seul triplet de la mol d'ADN : Il s'agit d'une mutation ponctuelle

La modif consiste en 1 remplacem^t d'1 base par 1 autre : Il s'agit d'une mutat° par substitut°.

③

ARN$_m$ codant pour A et B	G U G	G U G	A C C	C C U U
séquence des aa pour A.B.	Valine	Valine	Thréonine	proline
ARN$_m$ codant pour O	G U G	G U A	C C C	C U U
séquence des aa pour O	Val	Val	proline	leucine

La délét° entraine un décalage du cadre de lecture et les codons qui suivent s^t incorrect

2) Doc 2 p 14.15.

①

idem q ①②. p 13.

②

a) def une mutat° a pour origine la modificat° accidentelle d'un (ou plusieurs gènes) càd la modif de la séquence des nucléotides qui gouvernent la syntèse d'une protéine.

b) dif types de mutat° et leurs conséquences.

(voir ecos)

- Mutat° non décalentes par substitut°
- Mutat° silencieuse : le changem^t de nucléotides n'a pas d'influence sur l'ac am codé à cause de la redondence du code génétique

=> la mutat n'affecte pas la structure de la protéine et donc pas la fct

• Mutat faux-sens entrainant le remplacemt d'1 codon sens par un autre codon sens.
=> la structure de la protéine est modifiée mais sa fct peut être modifiée ou non modifiée (= mutat neutre).

• Mutat non sens: le codon sens est remplacé par un codon non sens: UAA. UAG. UGA.
=> UAA. UAG. UGA, la chaine s'interrompt
=> la conséquence est grave au niveau de la fct

- Mutat décalante par délétion ou insertion d'1 base ou d'un nbre de base diff d'un multiple de 3.
=> ces mutat entraine un décalage du cadre de lecture et une modif de la longueur des chaine.
=> la conséquence est grave au niveau de la fct de la protéine.

3. Conclusion.

Nous venons de voir que les mutat créent de nveaux allèles! Elles st donc responsables du polymorphisme allélique

II Expression et transmission des mutat

1. Doc 3. p 16 + q.

Ce doc permet de voir que les mutat spontanées affectent:

a) les ¢ somatic : une mutat somatic:
- affectent tt les ¢ de l'organism sauf les gametes
- se limitent à l'individu et ne se transmet pas au génerat suivante

b. les ¢ germinales (= gamettes = ¢ sexuelles) :

Les mutat° des ¢ germinales
- s^t obligatoirem^t transmissible d'1 générat° à l'autre
- afectent ou non le phénotype des descendants :
  - suivant leur nature (ex : une mutat° neutre n'afecte pas la fct°)
  - selon que les alléles mutés des gènes s^t dominants ou recessifs (rapel : une mutat° recessive ne s'exprime ds le phénotype qu'à l'état homozigotte).

2. Remarq

- les mutat° se produisent spontaném^t chez les êtres vivants, mais à une fréquense très faible, certains facteurs de l'environem^t ayant un effet mutagène (ex : rad naturel ...).
- elles s^t favorisées par de nbreux agents mutagèn (ex : rad ionisantes ; substanc chimic).

BRASSAGE GÉNÉTIQUE ASSURÉ PAR LA REPRODUCTION SEXUÉE

- Rafel :
  - La reproduct assexuée produit des clones d'individus identiques entre eux. Par reproduction conforme, l'information génétique est transmise intégralement de l'organisme original à tout ceux qui dérivent de lui par cette voie.
  - La reproduction sexuée, mode de reproduction qui se fait avec l'intervention de gamètes, produit des individus ayant chacun un patrimoine génétique original à chaque génération : la reproduction sexuée assure donc un brassage génétique.

- Dans ce chapitre, nous vous proposons d'étudier les mécanismes permettant ce brassage génétique.

I Mécanismes permettant le brassage génétique.

1. intro.

a. Prés requis.

* Rafel : L'ADN constitue le support moléculaire

de l'info génétique. Cet ADN étant le constituant essenciel des chromosomes, nous devons donc admettre que la transmition des gènes d'une génération à l'autre s'effectue par l'intermédiaire des chromosomes.

* Exploitation de caryotypes.

► analyse de caryotypes. (doc 1 p 23). (voir exos).

► conclusion

- L'existence de 2 caryotypes différents selon la ♀ prélevée (diploïde dans les ♀ somatiques; haploïdes dans les gamètes) ne peut s'expliquer que par l'existance d'un cycle de développement au cours duquel ∃ 2 phénomènes complémentaire:

• Meiose assurant le passage de l'état diploïde à l'état haploïde (les ♂ s⁺ à nch : donc le nbre de chroms est réduit de moitié).

• Fecondation: elle réunit les 2 lots haploïdes de chroms des ♂ permettant d'obtenir un œuf à 2nch caractéristique de l'espèce (nch d'origine paternele et nch d'origine maternele) à l'origine d'un nouvel être vivant.

- Au cours des generations succéssives le nombre 2nch caractéristique de l'espéce est maintenu constant par l'alternance meiose - fecondation.

5. Exploitation de cycles de développement.

* observons.

► cycle de developpement d'une souris (p 25)

► cycle de developpement de Sordaria Macrospora. Le mycelium de ce champignon est haploïde (nch = 7). Une colonie haploïde peut réaliser l'ensemble du cycle de developpement (fig 1) + livre p 24.

Ascomycete SORDARIA MACROSPORA

projection d'ascospores

germination de l'ascospore donnant un MYCELIUM

mycélium : il est formé d'articles plurinucléés (TOUS les NOYAUX SONT HAPLOÏDES)

formation des ascogones et fécondation (ORGANE ♀)

ORGANE ♂

développement de l'ascogone fécondé et des parois du périthèce

périthèce

formation des ascospores

8 ASCOSPORES contenant chacune un NOYAU à (n=7)

asque

4 NOYAUX à nch

MEIOSE

Fecondat

ŒUF à 2nch

PAROI du périthèce

mitose postmeiotique (=MITOSE SUPPLÉMENTAIRE)

meiose

caryogamie

crochet

formation des asques (= EVOLUTION d'un ASCOGONE FÉCONDÉ)

fig.

Fig 2.
LES ETAPES DE LA MÉIOSE : 1° POSSIBILITE

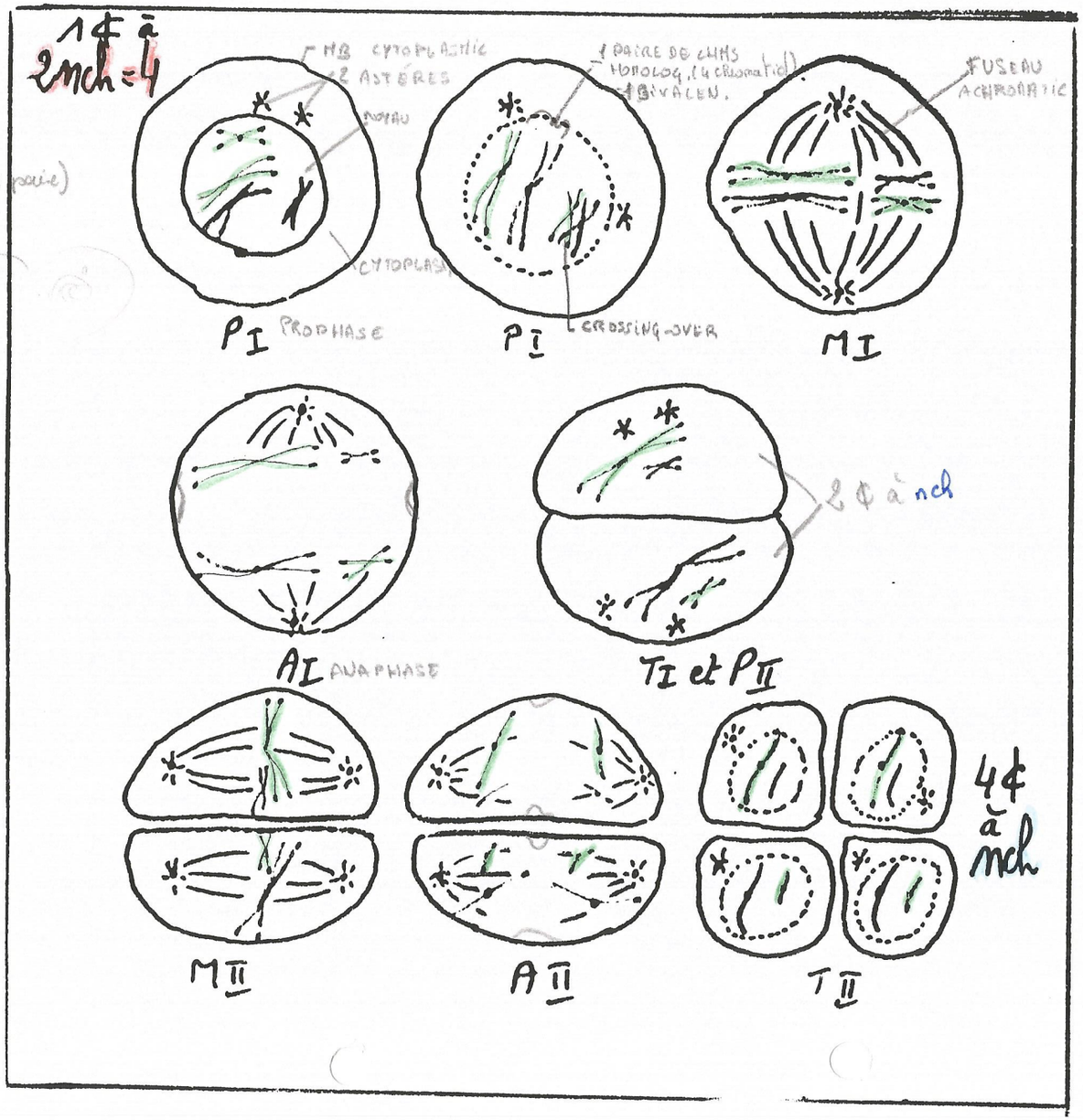
PROPHASE :
- INDIVIDUALISATION DES CHRS.
- APPARIEMENT DES CHRS (par paire)

- Les CHARACTERISTIC de la métaphase.
Les chrmsmes st en plac équatoriale sur 2 lignes //

EN AI séparat° indépendente des paires de Chrm.

THELOPHAS 1. Les chrmsm atteignent les pôles.
2 ¢ ayant chac 1 seul chrm de chac paire.

ANAPHAS 2.
séparat° des chmtides



2 Chms Homolog :
- st morfologiem^t semblables (= m̂ longueur).
- possèdent les m̂ gènes aux m̂ loci
- Mais peuvent porter des allèles diff d'1 m̂ gène (l'indiv est alors hétérozigot pour ce gène. Ceci peut se reproduire pour d'autre gènes (en effet le chrm porte de nbreux gènes)
Concl : les chrms homolog d'un indiv st génétiem^t diff.

Fig 3.

LES ETAPES DE LA MEIOSE : 2e POSSIBILITÉ.

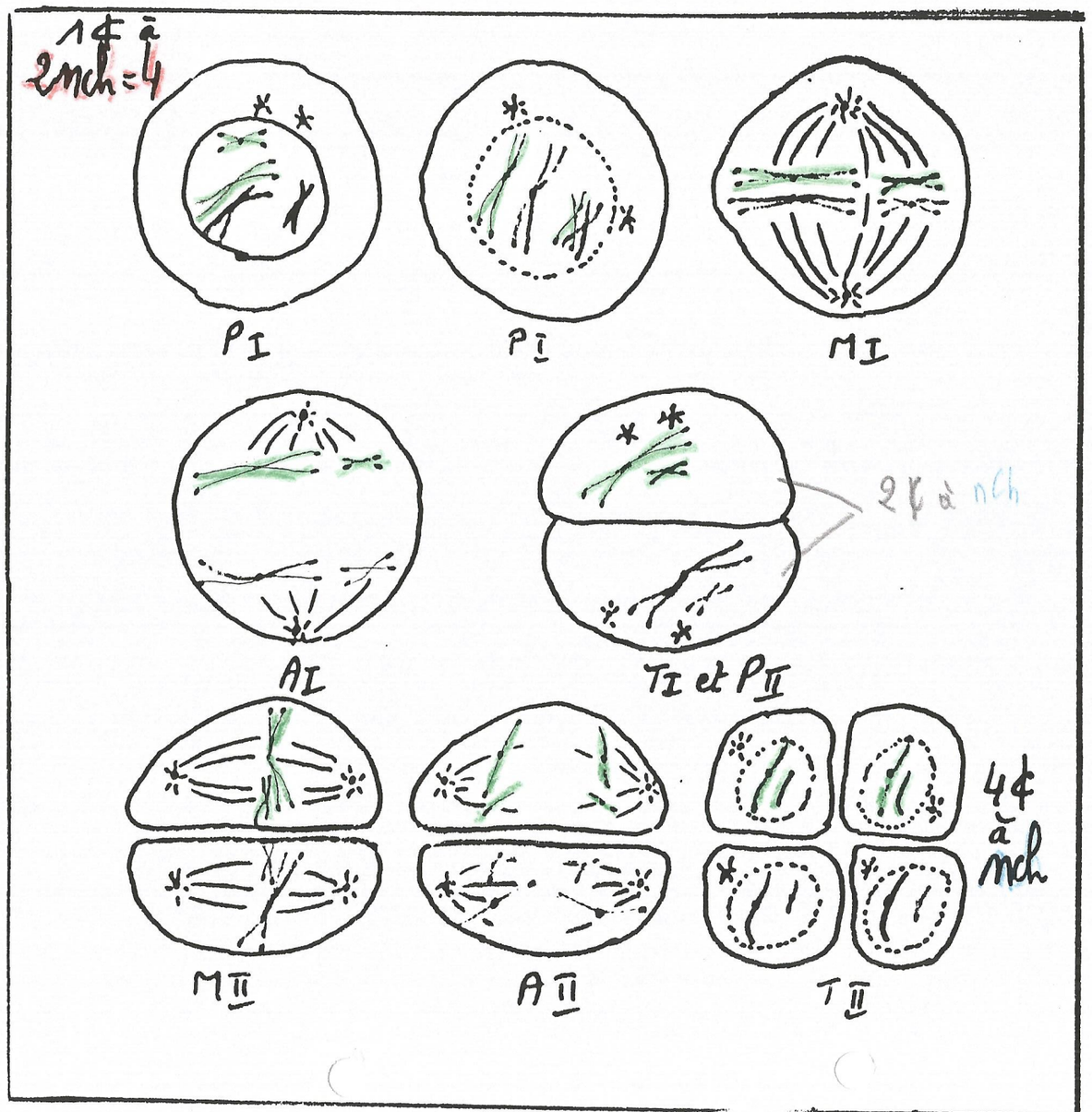
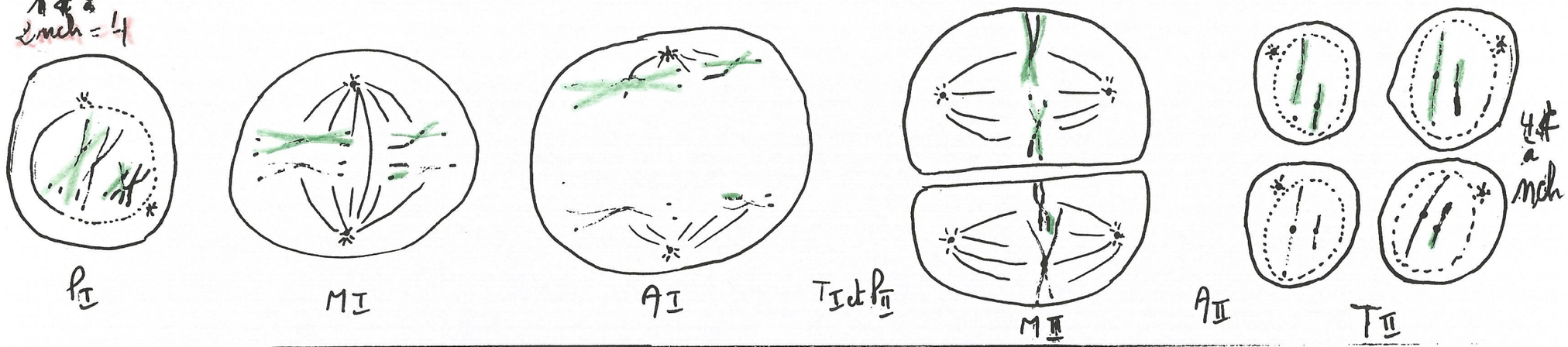
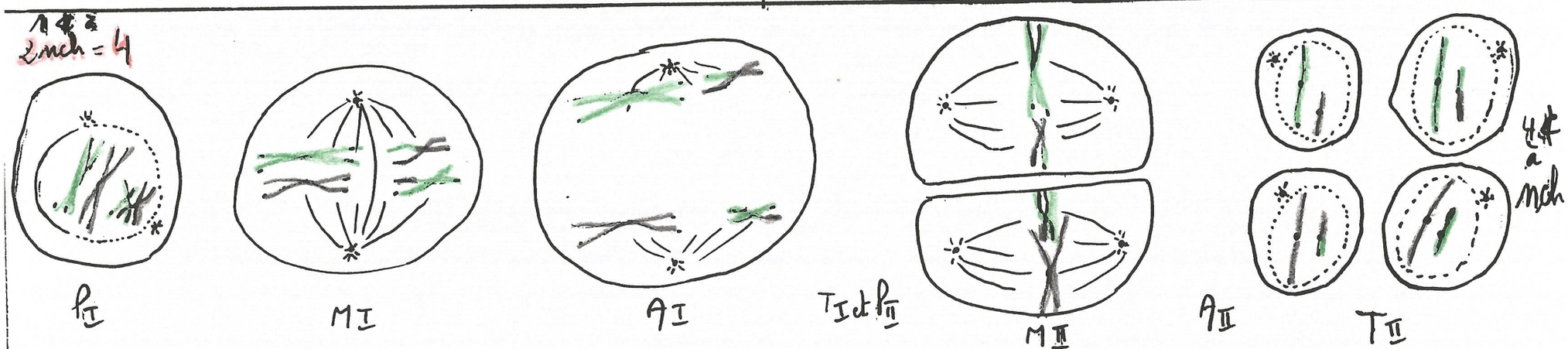


FIG 4

S ETAP DE LA MEIOSE LORS D'UN 4 SINGOVER

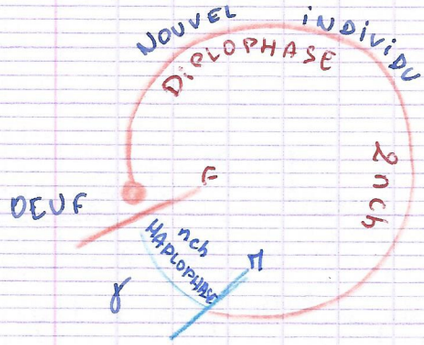




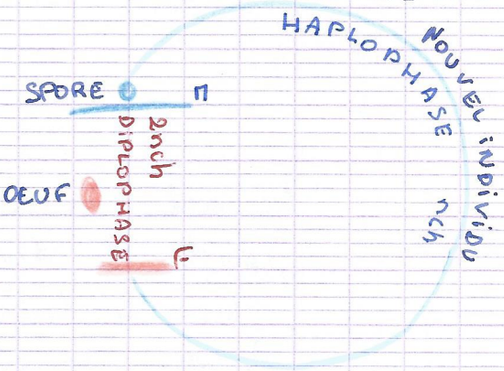
* conclusion

La posit relative de la meïose et de la fécondat° varie selon les espèce

CYCLE DIPLOPHASIQUE



CYCLE HAPLOPHASIQUE



CAS DES DIPLOÏDES

(ex : mamifères.

CAS des HAPLOÏDES

(ex : champignon inférieur).

F : FECONDATION ou CARYOGAMIE

M : MEÏOSE ou REDUCTION CHROMATIQUE.

2) étude de la meïose

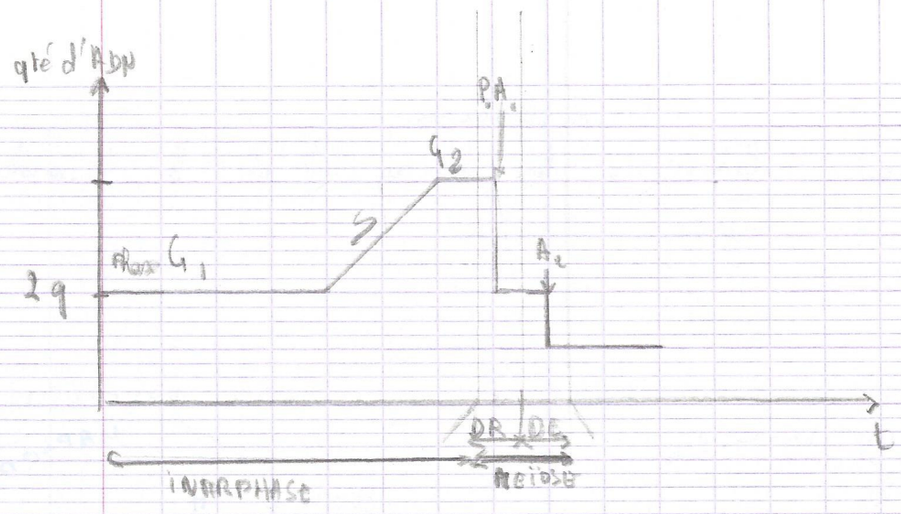
La meïose est une ensemble de 2 div successive permettant d'obtenir à partir d'1 ♀ à 2nch 4 ♀ à nch.

a) les étapes de la meïose.

fig 2.11. p 26 + fig 2.3.4.5.

* 1° division ou division réductionnelle fig 2 et 3.
* 2° division ou division équationnelle.

b) Meïose et évolution du taux d'ADN



la synthèse d'ADN a lieu durant l'interphase qui précède la div réductionelle (qté d'ADN/♀ = 4q)

- lors de la div réd le taux d'ADN passe à 2q puisque le nbre de chrom est réduit de moitié.
- Il n'y a pas de nvelle synthèse d'ADN entre les 2 div.
- Lors de la Div Equationelle le taux d'ADN tombe à q puisque les 2 chromatides d'1 m chrom se sont séparées.

c) conséquence de la meiose.

- les ♀ efectées par la meiose sont hétérozygotes à de nbreux loci.
- la meiose permet un remaniement de l'info génétic grâce à:

+ un brassage allélic intra chromosomic lors de P1 les chiasmas suivis de crossing-over (= échanges de 2 part de chrotides entre 2 chrms homolog) recombinent les allèles de certains gènes portés par des chrm homolog. Ce brassag est d'autan + imporatnt que le chrm est grand

+ Un brassag allélic interchromosomic en A_1 dû à la séparat aléatoire (= hasard) des chrms homolog. ex: si n = 23 on obtient 2^{23} sortes de gamèt génétiqm dif

d) place de la méiose au cours du cycle de developm^t

fig. p28.29.

* chez les apploïdes : lors de la format° des pores
* chez les diploïdes : lors de la format° des γ

▲ cas du mâle

- Elle se déroule dans la paroie des tubes séminifères des testicules et constitu 1 des étapes de la spermatogénèse.
- Une coupe transversale fig 2.14. p28 montre de l'exterieur vers l'interieur les dif étapes de la spermatogénèse.
- La multiplicat° se fait de la vie foetale a la mort.
- A la puberté, tandis que la multiplicat° continue, se déroulent les phases d'accroissm^t, de maturat° et de différenciat° (q.s p29).

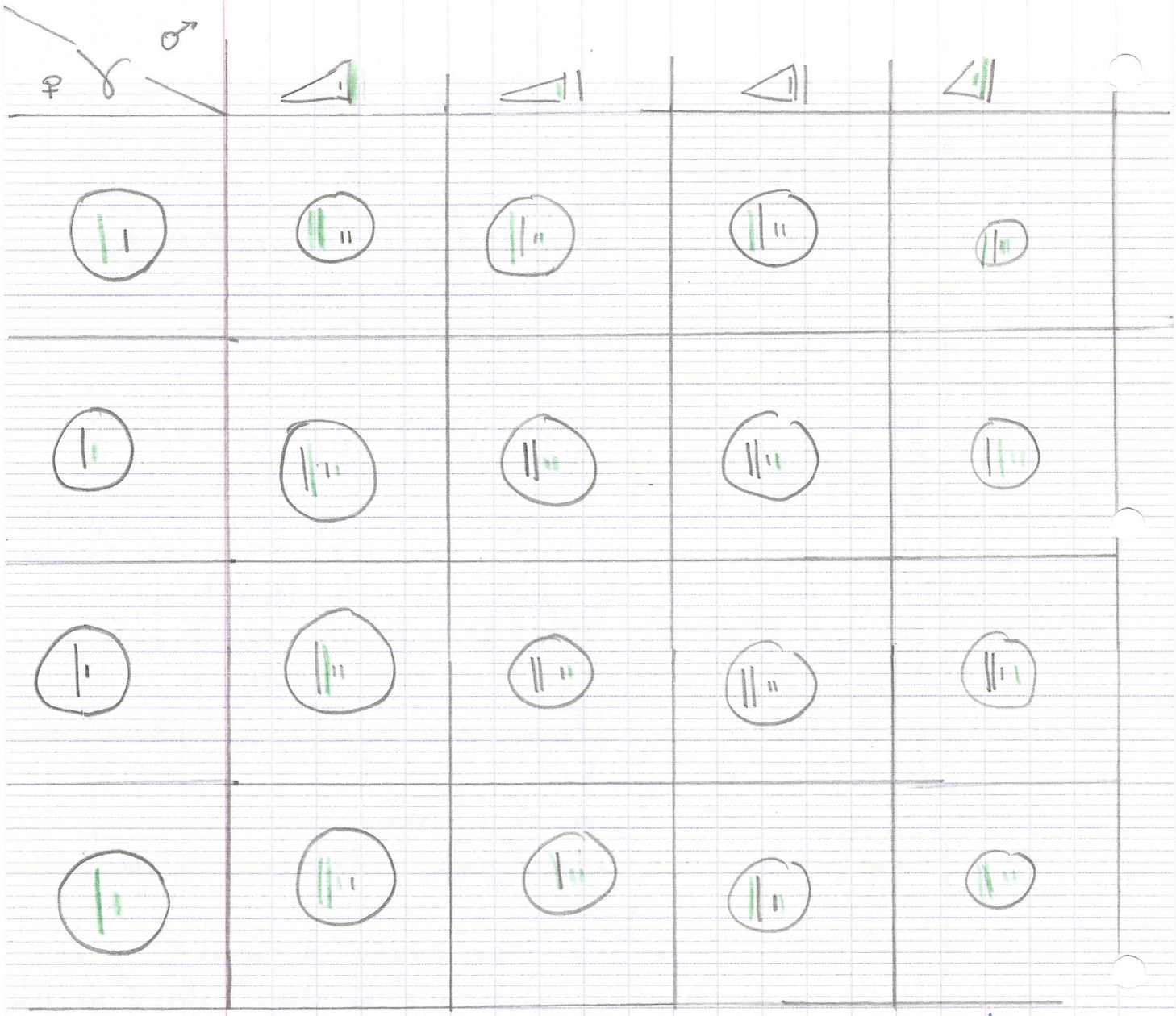
▲ cas de la femelle.

- calquée sur la spermatogénèse, l'ovogénèse présente certaines particularité.
  - La posit° excentrée du noyeau de l'ovocite I explic l'obtent° d'un ovocite II et du 1° globule polaire après la div. reduc puis d'1 ovotide et d'un 2° globule polaire après la div équationel.
  - Lors de la méiose, 1 seule ♀ sur 4 devient fonctionel.

3) La fécondat°

a) La mise en comun des nch du γ male et nch du γ femmelle permet l'obtent° d'un oeuf à 2nch point de départ d'1 nvel être vivant.

b/ conséquense de la fécondat°



cet échiquier de croisem^t montre que lors de la fécondat° les γ mâles et les γ ♀ se rencontre au hasard ce qui x le nbre de combi génotipic possible et conduit à donner à ∀ zigote (= oeuf.) une combi originale (= unic) des allèles des gènes de l'espèce.

ex : si $n = 2$ ⇒ $2^2 = 4$ sorte de gamét généticm^t diff.

⇒ $2^2 \times 2^2 = 2^4$ oeuf généticm^t diff.

ex : si $n = 23$ ⇒ 2^{23} sorte de gamét ⇒ 2^{46} oeuf. dif.

4) conclusion.

L'unicité de l'être issu par reproduction sexuée s'explique :
- par les mutations qui créent de nouveaux allèles conduisant au polymorphisme génétique
- par un brassage génétique au cours de la reproduction sexuée. Elle ne crée pas d'allèles nouveaux, mais de nouvelles combinaisons d'allèles. Au cours des générations successives, il y a conservation parcielle de l'info. qui fait intervenir ex le hasard. (1° meiose, 2° fécondation).

II Illustration du brassage allélique dans le cas des haploïdes

1. Pré requis.

- Revoir cycle de sordaria fig 1. Après la meiose, chaque noyau ne contient qu'1 représentant de chacun des pairs de chromosomes homologues.
- Dans les spores haploïdes, chacun des gènes portés par l'unique représentant de chaque paire peut donc s'exprimer.

Ainsi, si 1 gène gouvernant la synthèse des enz permettant la couleur est présent son activité sera détectée par la couleur de la spore (NB: dans le cas des haploïdes, le phénotype renseigne sur le génotype.)

2. Pour étudier la transmission et le brassage de l'info génétique d'une génération à l'autre, on peut choisir 2 souches de moisissure ne différant que par 1 seul caractère (ex: couleur) relatif à un même objet (ex: paroi de la spore)

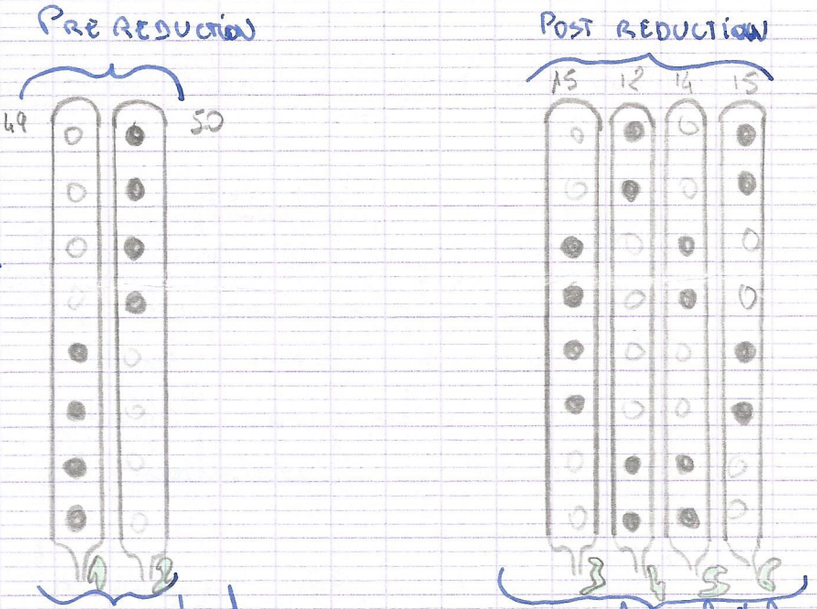
L'étude de la transmission d'1 seul couple d'allèles (qui s'ici l'allèle codant pour la couleur noir et l'allèle

codant pour la couleur blanche, est appelé cas de monohybridisme.

a) résultats fig. 2.23. p 33.

PARENTS : SOUCHE SAUVAGE à SPORES NOIRES × SOUCHE MUTANTE à SPORE BLANCHE.

F1 (PERITHERE CONTENANT des ASQUES "HYBRIDES" de [illegible])



- qté importante et à peu près égales
- spores de la même couleur restés groupés

- qté plus faible et à peu près égales
- spores mélangées mais toujours groupés par 2.

b) interprétation

- Ds 1 des asq, on trouve des spores blanches et des spores noires de :
  - l'œuf ou zygote (rappel : dans cet œuf, les chromosomes 3 par paires) possédaient 2 allèles codant l'un pour

la couleur noire, et l'autre pour la couleur blanche.

• Il y a eu séparat° des allèles au cours de la méiose.

– Explicons les asq de typ 1 ou 2

• A partir → chac' noyau ne contient + qu'1 seul allèle : il y a eu dès la 1re div méiotique disjonct° des allèles primitivem^t réunit ds le zigote une prédisjonct° ou prés disjunct°.

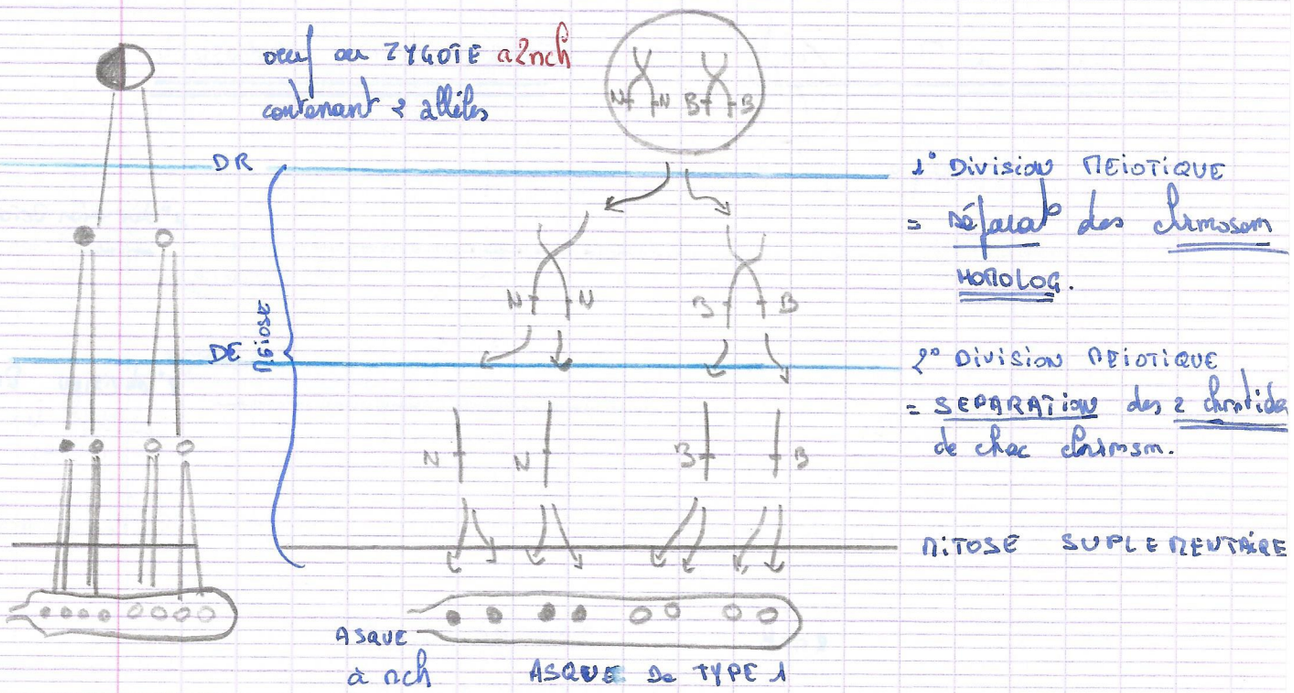
Il y a 2-m̄ séparat° des chrm homolog lors de la 1re div méiotic.

Le //isme entre la destiné des chrm et la destiné de allèl au cours de la région suivée permet de conclure que 2 allèl d'1 m̄ gène s^t portés par la m̄ père de chrm homolog sur lesquels ils occup des loi homolog d'où l'interprétat° chromosomic suivant.

INTERPRETATION des ASQUES de type 1. (ou 2).

PAR REDUCTION ou par DISJONCTION

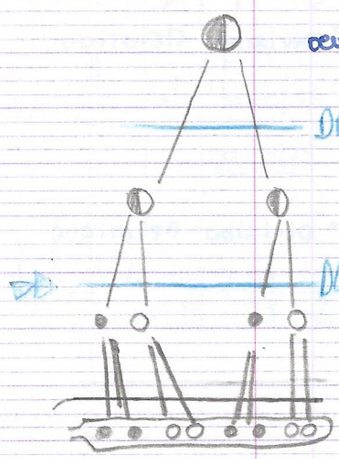
INTERPRETATION CHROMOSOMIQUE.



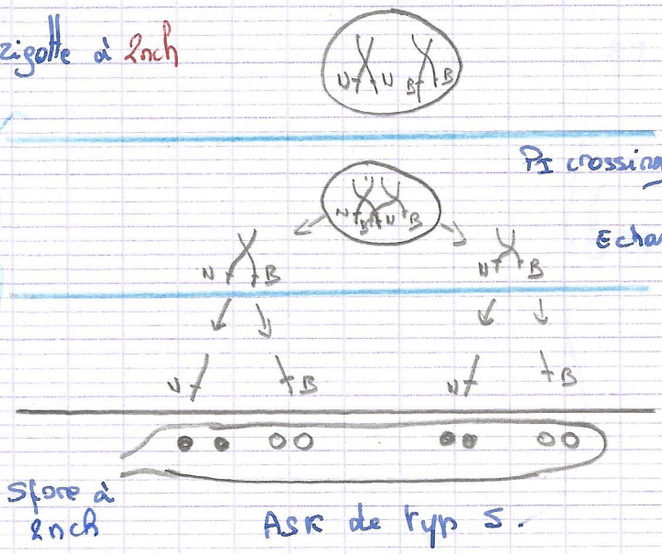
NB: on obtient le type 2. si
• a la 1° div meiotic à la métaphase I l'orientat des centromère est inversée.
- Explicons les asq type 3, 4, 5, 6.
• A partir de → chac noyaux ne comportant qu'1 seul allèle: de la disjonct a lieu qu'à la 2° div meiotic, on parle de post reduct ou postdisjonct.
- Cela ne peut s'expliquer que si les 2 chrtides des 2 chrmsm portent des allèles diff ce qui semble contradictoire avec le fait que 2 chrmtides d'1 m chrm ot identic (à cse de la réplicat semi-conservatrice de l'ADN.
Concl: il s'est dc produit des échanges entre les chrtides des 2 chrmsm homologues (crossing-over en P_1)
Double interprétat chromosomic suivant.

INTERPRETATO Des ASQUES de type 3, 4, 5, 6.

POST REPlon ou Post-Disjonct



INTERPRETATO CHROMOSOMIC.



. Ñ remarq pour obtenir les ast 3, 4 et 6

- Pris et pas st éduct ne st pas équiprobabl.
la fréquence de post réduct dépend de l'emplacemt occupé sur le chmsm par le gène considéré dc de la distance locus centromère.
Cette fréquence est caractéristic du gène.

$$\boxed{d = \frac{1}{2} \times \frac{\text{nbre d'ast post réduit}}{\text{nbre total d'ast}} \times 100.}$$

d = mesure de probabilité de survenu du crossing ova. entre le locus d'un gène et le centromère.
d s'exprime en centimorgans

VI Illustrat° du brassag allélic ds le cas des diploïdes

1/ prés requis : revoir cycle de dev.
2/ Pour étudier la transmit° et le brassag de l'info génétic d'1 générat° à l'otre étudiant un cas de monohybridisme.
On appelle monohybridisme le croisemt de 2 individus ∈ à 2 races pures qui ne diffèrent entre elle que par 1 seul caractères.
Nous allons nous intéresser à la transmit° d'1 seule gène porté par 1 seule paire de chmsomes.

a) cas d'1 gène situé sur une pèse d'autosome

- ∀ les ¢ d'un organism étant à 2 nch (nch d'origin paternel, nch maternelle)
- lorsque les 2 allèles cohabitants ds la m̃ ¢ st diff, il y a 2 possibilités

* cas de dominance d'1 allèle sur l'autre

▷ ex d'1 croisemt, résultat statistic et interprétat chromosomic.

- les 2 individus de race pure croisés diffèrent par 1 seul caractère, la longueur des ailes : ils s'agit de monohybridisme.
Ses parents de race pure ne forment chacun qu'1 seul type de gamèt : ils st homozygotes.
- En F_1
  . Les individus st tous semblables les parents de race pure n'ayant formé qu'1 seul typ de gamèt.
  . Ils st tous de phénotypes ailes longues de :
L est l'allèle dominant
v est l'allèle récessif.
▷ Lors de la meiose, il y a (en dt) disjonct des chromsm homolog : les F_1 formant de chacun 2 types de gamètes
▷ . les F_1 st des hybrides
- L'échiquier de croisemt nous permet l'interprétat de la F_2 : d'où l'interprétat chromsomic suivante : fig. 6
▷ concl.

- Les hybrides de 1° générat F_1 st tous semblables entre eux et semblables à celui des parents qui porte l'allèle dominant (1° loi de Mendel)
la générat F_2 est polymorphe : la disjonct des chrm homo des hybrid F_1 lors de la meiose explique qu'1 gamète ne peut transmettre que l'1 ou l'autre des 2 allèles d'1 couple. (2° loi de Mendel).
- Remarque. On peut connaître le génotype d'1 individu à ailes longues de F_2 en faisant un back-cross ou croisemt de retour ou test-cross. Càd en croisant ce F_2 avec

COMPARAISON

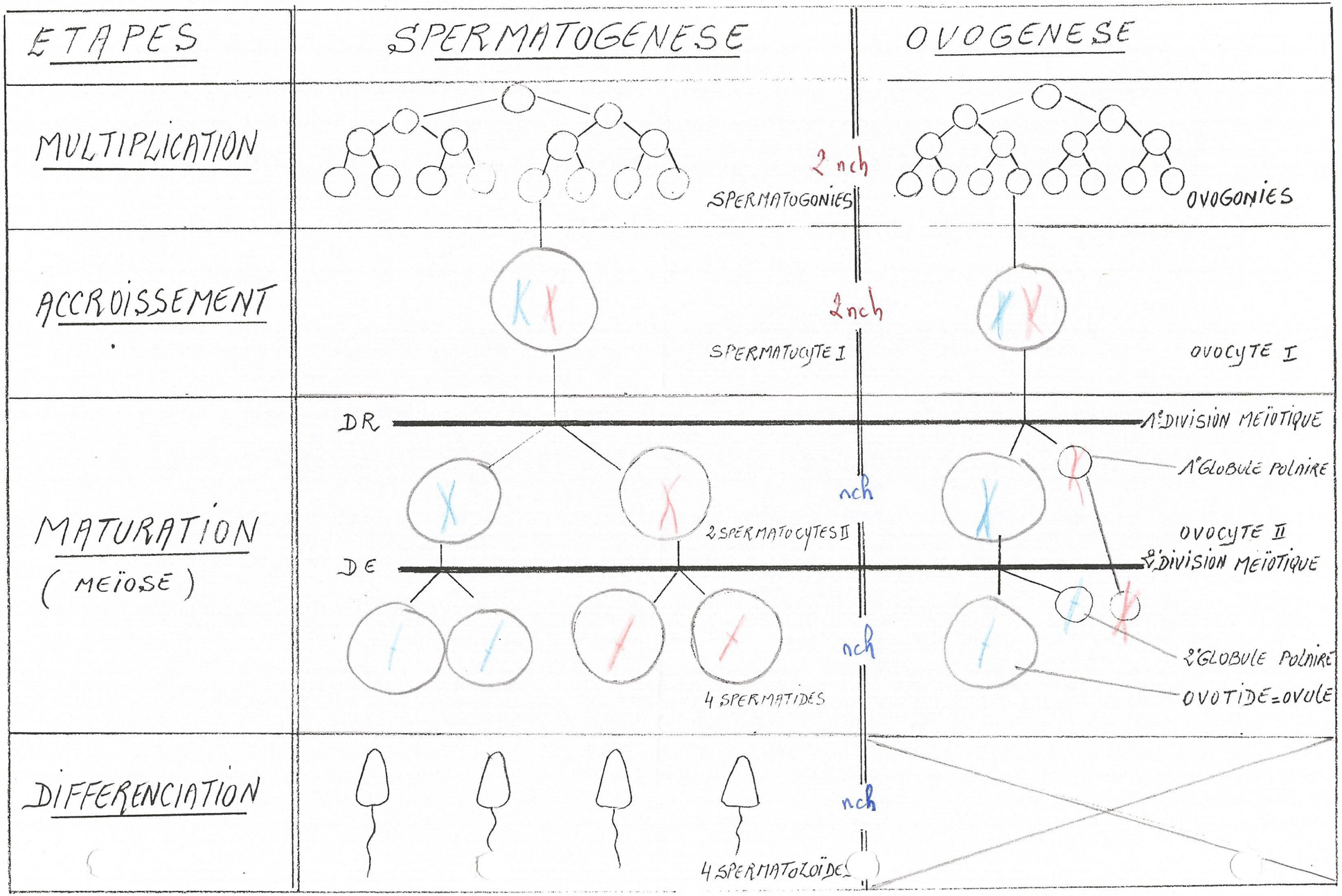


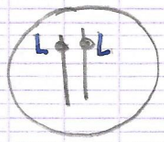
fig 6.

INTERPRETATO CHROMOSOMIC DU MONOHYBRIDISME.

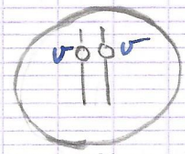
♂ drosophyle à [ailes longues]
race pure.
homozygotte

♀ drosophyle à [ailes vestigiales]
race pure.
homozygotte

PARENTS

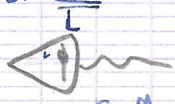


×



GENOTYPES. $\frac{L}{L}$ $\frac{v}{v}$

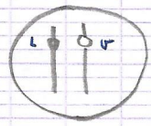
GAMETES

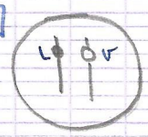


1 SEUL TYP CHACUN

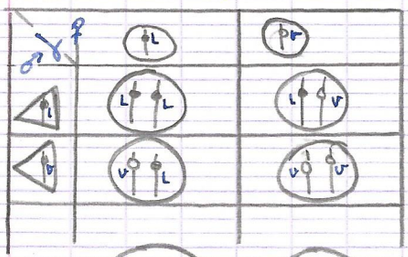
F_1 = HYBRIDES

[aille longue]

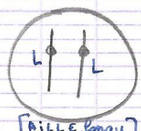


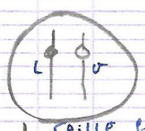


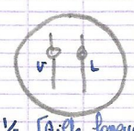
GENOTYPE $\frac{L}{v}$ $\frac{L}{v}$

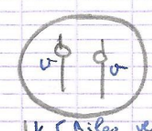


F_2









1/4 [AILLE.longu] homozygotes $\frac{L}{L}$ race pure

[AILLE longue] 1/2 Hétérozygotte $\frac{L}{v}$ hybrides

1/2 [Aille longue] hétérozygotte $\frac{L}{v}$ hybrides

1/4 [Ailes vestigiales] homozygotte $\frac{v}{v}$ race pure

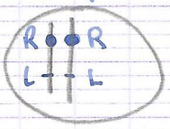
=> 2 Phénotypes.
=> 3 génotypes.

Lis 9.

INTERPRETATION CHROMOSOMIC : LINKAGE sans CROSSING OVER.

PARENTS

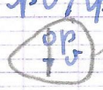
♀ [œil rouge, aile longue] race pure.



Gendtyp ♀ RL/RL.

× ♂ [œil pourpre, aile vestigiale] race pure

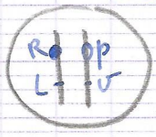
pv/pv.



⇒ 1 seul typ chacun.

F1. HYBRIDES

[œil rouge, aile long ♂]



♀ \ ♂	R L	p v
R L	R L / R L	R L / p v
p v	R L / p v	p v / p v

F2.

1/4 [rouge long] homozygote. race pure RL/RL

1/2 [rouge long] hétérozygote hybride RL/pv

1/4 [pourpre, vestigial] homozygote. race pure pv/pv 2ème typ

[rouge, aile longue]

[pourpre, vestigial] 2ème typ

fig. 7.

INTERPRETATION CHROMOSOMIQUE MONOHYBRIDISME

PARENTS

♀ [plumage blanc]
race pure. homozygote

génotype B/B
gamètes B

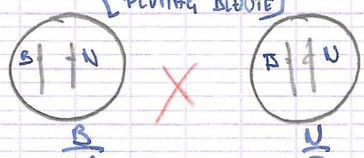
×

♂ [plumage noir]
race pure. homozygote

N/N
N

F_1 = HYBRIDES

[PLUMAG BLEUTÉ]



génotype B/N × N/B

♀ \ ♂	B	N
B	B/B	B/N
N	B/N	N/N

F_2

B/B [Plumage blanc] homozygote B/B race pure

B/N [Plumage bleuté] hétérozygote B/N Hybrides	B/N

N/N [Plumage noir] homozygote N/N race pure.

=> 3 phénotypes
=> 3 génotypes

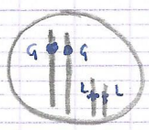
fig. 8.

INTERPRETATION CHROMOSOMIC du DIHYBRIDISME.

♂ drosophyle [corps gris, ailes longues] race pure

♀ drosophyle [corps noir, ailes vestigiales] race pure.

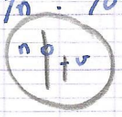
PARENTS



X

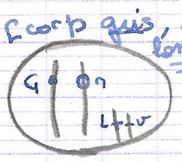
Génotypes $\frac{G}{G} \cdot \frac{L}{L}$ $\frac{n}{n} \cdot \frac{v}{v}$ => 1 seul TYPE de ♂ CHACUN.

gamètes

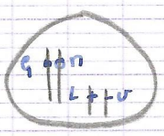


F_1. HYBRIDES

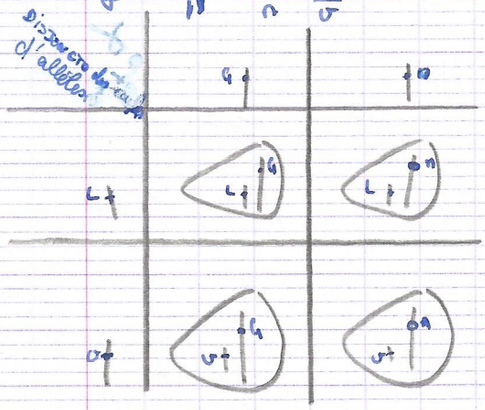
[corps gris, aile longue]



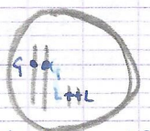
X



génotype $\frac{G}{n} \cdot \frac{L}{v}$ $\frac{G}{n} \cdot \frac{L}{v}$



F_2



9/16 [corps gris ailes longues]

3/16 [corps gris aile vestigiale]

3/16 [corps noir aile longue]

1/16 [corps noir aile vestigiale]

celui des parents au phénotype récessif pour le caractère considéré de homozygote, de produisant 1 seul type de γ.

. si la génération obtenue est homogène càd constitué d'individu identic, c'est dc que la drosophyl à aile longue a formé 1 seul type de gamète: elle est de homozygote. $\frac{L}{L}$ dc de race pure.

. si la génération obtenue est polymorphe càd constitué de 2 phénotype en qté égales, c'est dc que la drosophyle à aile longue (dont on ignorait le génotype) a formé 2 sortes de γ en qté égale, dc elle est hétérozygote. $\frac{L}{l}$ dc hybride

* 1° cas : dominance intermédiaire, codominance

- les 2 individus de race pure croisés diffèrent par 1 seul caractères, la couleur du plumage. il s'agit dc de monohybridisme. Ses parents de race pure ne forment chacun qu'1 seul type de γ ils sont homozygotes.
- En F_1
  . les individus sont tous semblables les parents de race pure ayant formés 1 seul type de γ
  . ils sont tous à plumage bleuté dc il y a dominance intermédiaire entre l'allèle B et l'allèle N.
  . les F_1 sont des hybrides
  . lors de la meiose, il y a (en A_1) disjonct des chromsm. homologues : les F_1 forment dc chacun 2 γ

b) cas d'1 gène situé sur un chromsm sexuel, Il s'agit d'1 hérédité lié au sexe. (ce que nous verrons ds le Chap précision en génétic humaine

c. concl

L'analyse de la transmit d'1 caractère ns a montré que:
- les allèles se disjoignent lors de la formatⁿ des γ
- les allèles se réassocient lors de la fécondatⁿ

3) Etudions 1 cas de dihybridisme.

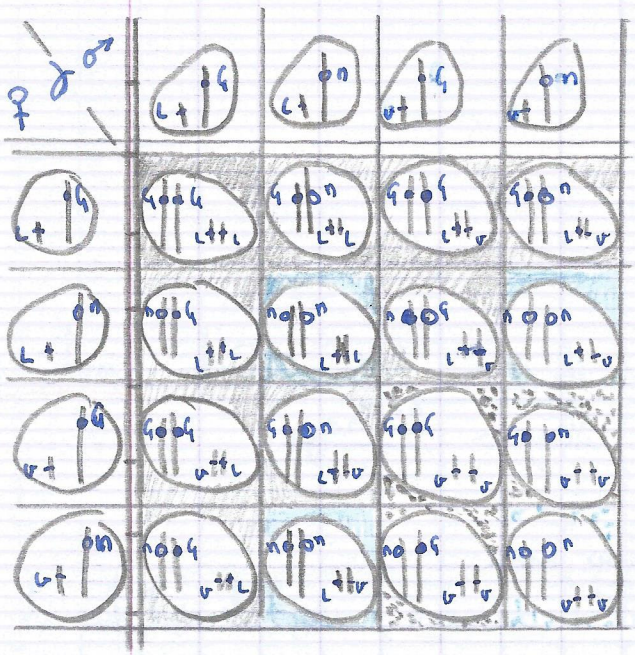
On apel dihybridisme le croisemᵗ de 2 indiv. ∈ à 2 races pures qui diffèr entre elle par 2 caractères.
Nous nous intéresserons à la transmit de 2 gènes

a) cas de gènes non lié càd portés par 2 paires de chrms (autosomes)

* cas d'1 croisemᵗ, résultats statistiq et interprétab chromosomic. (fig 8).

- les 2 individus de race pure diffèrent par 2 caractères (la couleur du corps et la longueur des ailes): il s'agit de dihybridisme.
- les F_1,
  - Tous semblables, les parents de race pure ayant formés 1 seul type de gamèt chacun.
  - Ils s'ᵗ tous de phénotyp corps gris dc:
l'allèle G est dominant
l'allèle n est récessif.
  - Ils s'ᵗ tous de phénotyp ailes longues dc:
l'allèle L est dominant
l'allèle c est récessif.
  - Ils s'ᵗ hétérozygotes: se s'ᵗ dc des hybrides
  - Lors de la méiose il y a ségrégat indépendante des couples d'allèles car il y a disjoncᵗ indépendante des paire de chrmsme en a_1 : les hybrides F_1 forment chacun 4 sort de gamèt en qté égales
- En F_2 on obtient 4 phénotypes dc les proport 9/16 . 3/16 . 3/16 . 1/16

ce que nous pouvons retrouver sur l'échiquier de croisement qui suit.



gris. longu. G.L

gris. vestigiale. G. v/v.

noir. longu n/n. L

noir vestigial n/n . v/v

Remarq :

- si on ne considère que l'1 des couples d'allèles ex: (G et n) on retrouve en F_2 les proport de monohybridisme
- Parmis les phénotypes obtenus en F_2, 2 sont nveau.
- Les individus peuvent être homozygot pour 1 gène et hétérozygot pour l'autre.
- la transmis de ces caractère est indépendante des sexe.

* comment reconnaître dès un pb, que les gènes sont portés par 2 paire de chromsom. (voir exo A)

* Comment reconnaître dans un pb que les 2 gènes sont portés par 2 paires de chromosomes

- reconnaître le croisement : dihybridisme => définition
- le phénotype des F_1 permet de déterminer
  - l'allèle dominant et l'allèle récessif pour chaque gène
  - les génotypes des F_1 et des parents
- à ce stade du pb on ne peut pas savoir si les 2 gènes sont situés sur 2 paires de chromosomes ou 1 seule paire (ne pas hésiter à le dire)
- On vous propose un back-cross c.à.d. croisement d'un F_1 avec celui des parents au phénotype récessif pour les 2 caractères, donc homozygote produisant 1 seul type de γ
  - si on obtient 4 phénotypes en quantités égales => F_1 a donc produit 4 sortes de γ en quantités égales. Donc il y a eu disjonction indépendante des couples d'allèles lors de la méiose, (c.à.d lors de la formation des γ de F_1). Donc les 2 gènes sont portés par 2 paires de chromosomes
  - si on n'obtient pas les 4 phénotypes en quantités égales tout le raisonnement ci dessus n'est plus valable donc les 2 gènes sont portés par 1 seule paire de chromosomes
- On peut alors écrire les génotypes des parents et des F_1 sous forme de fractions et faire une interprétation chromosomique (ex. A)

△ ex d'1 croisem^t ; résultat statistic et interprétat

SSic. fig. 9.

- Les parents de race pure diff par 2 caractères (œuil, aile).

Vous alors voir la transmit de 2 gènes

- les F_1
  - Ils s^t tous semblable, les parents de race pure ayant formés 1 seul type de γ chacun.
  - Ils s^t tous de phénotype œuil rouge :

l'allèle R est dominant
l'allèle p est récécif.

  - Ils s^t tous de phénotype aile longue :

l'allèle L est dominant
l'allèle v est récécif.

  - Ils sont hétérozygottes : ce s^t dc des hybrides.
  - Lors de la méiose : il n'y a pas disjonct indépendant des couples d'allèl. les 2 gènes étant portés par la m̄ paire de SS

Les F_1 forment dc chacun 2 sort de γ en q^{té} égales

* Comment reconnaître dan
de chromosomes
— reconnaître le croisement : c
— le phénotype des F_1 permet
• l'allèle dominant et l'all
• les génotypes des F_1 et
— à ce stade du pb on ne
sur 2 paires de chromosomes o
— On vous propose un

b) cas de gène liés. càd porté par 1 seule paire de SS : Il y a linkage.

* Sans crossing over.

△ ex d'1 croisem^t ; résultat statistic et interprétat

SSic. fig. 9.

- Les parents de race pure diff par 2 caractères (œuil, aile).

Vous alors voir la transmit de 2 gènes

- les F_1

• Ils s^t tous semblable, les parents de race pure ayant formés 1 seul type de γ chacun.

• Ils s^t tous de phénotype œuil rouge :
l'allèle R est dominant
l'allèle p est récécif.

• Ils s^t tous de phénotype aile longue :
l'allèle L est dominant
l'allèle v est récécif.

• Ils sont hétérozygottes : ce s^t dc des hybrides.

• Lors de la méiose : il n'y a pas disjonct indépendante des couples d'allèl. les 2 gènes étant portés par la m̄ paire de SS

Les F_1 forment dx chacun 2 sort de γ en q^{té} égales

- En F_2, on tombe sur des proportions de monohybridisme. 1/4 race pure, 1/2 hybride, 1/4 race pure); 2 phénotype.

▷ comment reconnaître dès un plat que les 2 gènes sont portés par 1 seule paire de SS

▶ Comment recon
par 1 seule paire de
+
–
–
–
} idem ci des
• si on obtient 2 phéno
en quantités égales ⇒
d'allèles lors de la méiose
les 2 gènes sont portés
• si on obtient 4 phénoty
– Si on ne vous propose
sultats de F_2 : ce sont
et 2 ou 3 phénotypes) et no
⇒ il n'y a pas eu disjon
formation des ♂ de F_2 ⇒
chromosomes : linkage
– idem dernier tiret ci

* avec crossing over.

▷ et d'un croisement

back-cross.

- •• Résultat.

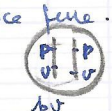
PARENTS

♀ de F_1 [œil rouge, aile long] hybride.

génotype : $\frac{RL}{PV}$

×

♂ [œil pourpre, aile vestigial] race pure.



$\frac{pv}{pv}$

F'1

[œil roug, aile long] 41,5% [pourpre, vestigial] 41,5% [roug vestig] 8,5% [pourpr long] 8,5% 4 phénotypes

• intermédiaire.

- En F_2, on tombe sur des proportⁿ de monohybridism. (1/4 race pure, 1/2 hybrid, 1/4 race pure); 2 phénotype.

▷ comment reconnaître ds un pbl que les 2 gènes st portés par 1 seule paire de SS

▶ Comment reconnaître dans un pb que les 2 gènes sont portés par 1 seule paire de chromosomes

- } idem ci dessus *
- }
- }
- }

• si on obtient 2 phénotypes en quantités égales => F_1 a produit 2 sortes de γ en quantités égales => il n'y a pas eu disjonction indépendante des couples d'allèles lors de la méiose (càd lors de la formation des γ de F_1) => les 2 gènes sont portés par 1 seule paire de chromosomes : il y a linkage

• si on obtient 4 phénotypes : idem ci dessus *.

- Si on ne vous propose pas un back-cross mais on vous donne les résultats de F_2 : ce sont des résultats de monohybridisme (3 génotypes 1/4 1/2 1/4 et 2 ou 3 phénotypes) et non les résultats du dihybridisme (4 phéno. 9/16 3/16 3/16 1/16) => il n'y a pas eu disjonction indépendante des couples d'allèles lors de la formation des γ de F_1 => les 2 gènes sont portés par 1 seule paire de chromosomes : linkage

- idem dernier tiré ci dessus *

vus précédemment

* avec crossing over.

▽. ex d'1 croisemᵗ

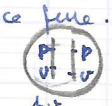
back-cross.

- •• Résultat.

de F_1 ♀ [œil rouge, ail long] Hybride.

génotype : $\frac{RL}{PV}$

♂ [œil pourpre, ail vestigial] race pure.



$\frac{PV}{PV}$

[œil rouge, ail long] 41,5% [pourpre, vestigial] 41,5% [rouge vestig] 8,5% [pourpre long] 8,5% 4 phénotypes

• interprétatⁿ.

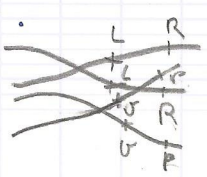
. Interprétat

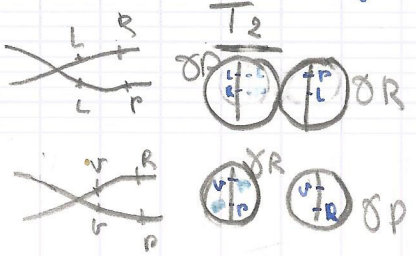
Au cours de ce back cross:

	♀ ♂			
γ PARENTAUX	R L	R L P V	41,5% [rouge long]	2 PHENOTYPE EN GRANDE ET EGALE QTÉ
	P V	P V P V	41,5% [pourp vert]	
γ RECOMBINÉ	R V	R V P V	8,5% [rouge vert]	2 PHENOTYPE EN PETITE ET EGALES QTÉ
	P L	P L P V	8,5% [pourpr long].	

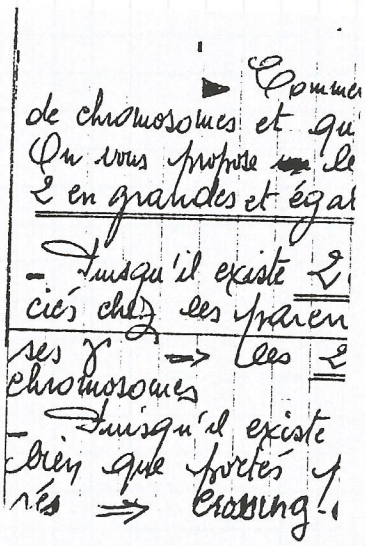
- on obtient 4 sort d'indiv en qté inégal, de la ♀ f_1 a produit 4 sort de γ en qté inégal
  - Lors de la méiose (en A_1) il y a separat° de chrms homolog et pion de γ dit parentaux en grde et s qté (auxquels on s'attendait car linkage)
  - Il y a en + pion de gamèt recombinés en petit et s qté (auxquel on ne s'attendait pas)
- cette pion de γ recomb se fait au cours du crossing overs ayant lieu à P_1 de la méiose.
- Au cours de P_1, les chr homo s'apari et au niv des chiasmas, il peut y avoir échang de segm^t entre 2 chtid homo.

Lorsq les chiasmas ont lieu entre les 2 gén étudiés, on obtient les 2 typ de γ recomb. (ce qui est le cas ici).





▷ comment reconnaître ds 1 pbl que les 2 gènes st portés par 1 seule paire X, et qu'il y a crossingover



▶ Comme
de chromosomes et qu
On vous propose le
2 en grandes et égal

– Puisqu'il existe 2
ciés chez les paren
ses γ ⇒ les 2
chromosomes
– Puisqu'il existe
bien que portés
rés ⇒ crossing

▷ comment reconnaître ds 1 pb que les 2 gènes portés par 1 seule paire H, et qu'il y a crossingover

► Comment reconnaître dans un pb que les 2 gènes sont portés par une seule paire de chromosomes et qu'il y a crossing_over
On vous propose le Stack. cross précédent et ses résultats à savoir 4 phénotypes dont 2 en grandes et égales quantités et 2 en petites et égales quantités

- Puisqu'il existe 2 phénotypes en grandes et égales quantités ⇒ les 2 gènes associés chez les parents de l'hybride F_1 tendent à le rester quand F_1 forme ses γ → les 2 gènes sont liés c'est à dire portés par 1 seule paire de chromosomes
- Puisqu'il existe aussi 2 phénotypes en petites et égales quantités → les 2 gènes bien que portés par une seule paire de chromosomes se sont parfois séparés ⇒ crossing-over

PRÉVISION EN GÉNÉTIQUE HUMAINE

- les résultats des lois de Mendel en ce qui concerne la transmis des gènes s'applic à l'espèce humaine.
- Cependant l'analyse des phénomènes est ⊕ diff car :
  * le pbl de la correspondance entre gène et caractère est ⊕ complexe.
  . En effet ce n'est que ds le cas de monogénie que les règles de transmis des gènes concorde avec celle des caractères.

un gène —commande l'expression→ un caractère.

un gène — un caractère

. la ⊕ part des traits phénotypic hum ne peuvent pas être attribué à 1 seul gène ms dépendent de plusieurs gènes à effets additif : on parl de polygénie.

des gènes → 1 caractère.

. D'autre part 1 gène peut influencer plusieurs caract : on parl de pléiotropie.

un gène → 1 caractère
→ 1 caractère

* faible fécondité de l'espèce.
* longs délais entre les générat° succécive.
* impossibilité de "diriger" les unions.

- On peut prévoir les résultats statistic des dif typ d'union ms on ne peut pas savoir en général si un enfant issu de telle union sera de tel ou tel génotyp.
- La génétic hum a longtemps été centrée sur l'étud de la transmit° des caractères
aujourd'hui la génétic hum a pour principal objet l'étude:
* de maladie héréditaire (soit aspé probabilité).
* des anomalies chromiq. (

I Evaluat° d'1 risq génétic

- La génétic hum cherch a évaluer la probabilité d'1 phénotyp déterminé.
- Rapels
  . Le phénotyp est l'ensembl des caractéristic d'un indiv.
Elles résult de l'expression de ses gènes.
(NB: les protéin qui s° l'expression des gènes s° responsabl des particularité du phénotyp. puisq'elles gouvern la structur et les activités de la ¢).
  . Le phénotyp (ex: drépanocytose) peut se def a diff échel:
Macroscopic (ex anémie, troubl de la circulat°, malaise oxygénat° des organes, ...)
Microscopic (ex hématie en forme de faux (fig 3.10. p49)
Moléculaire (ex hémoglobin anormal fig 1.8. p 14 non fonctionnel).

- les probabilité qu'on peut faire sur les phéno de la descendant pour un caractér éréditér donné implic la connaissanc :
  - du phénotyp des ascendent du coupl et/ou d'autr membr ⊕ ou ⊖ éloigné de la famill.
  - des fréquens allélic ds la pop (estimées à partir de la constatat des fréquens fénotipic) et de la conaissanc, de la dominanc ou de la récécivité des allél du gén en cose
  - de la localisat chrm iq du gén en cose
- Pour établir le mod de trammit de tel ou tel maladie, ns exploiterons des arbr généalogic.

Ds ∀ les cas :
  - ∀ les poss devaont être envisagées
  - Il faut prendr en conte la fréquence de cett maladie ds la pop et/ou ds les famill du coupl.
- L'exo sera réussi si :
  - la dominance ou rececivité est déterminée.
  - la localisat Somic du gén est précisé.
  - les sol proposées résult d'1 démo.

II risq d'être atteint d'1 maladie autosomale.

- NB
  - L'allél responsabl d'1 anomalie ou maladie est dit allél morbid ou délétaire.

L'autr allél "normal" est dit fonctionel.
  - Du pt de vue phénotipic, on parlera d'indiv ateint et d'indiv non ateint une

Une maladie autosomale est due à l'expression d'1 allél morbid situé sur un autozom.

1) risq d'être atteint d'une maladie autosomale dominante

a) établi (fig 4.8 p 6).

ex: polykystose rénale

* mode de transm.

- Si l'allèl délétère était récessif, l'indiv 9, fem atteinte serait de homozigotie :
Un allèl délétère lui venant de son pèr 4 ce qui est possibl puisq 4 est atteint
Un allèl délétère lui venant de sa mèr 3 non atteinte ce qui serait possibl si celle ci était hétéro.
- Il en serait de mm pour les indiv 1 et 7 qui devraient être hétérozygote. Ces indiv extérieurs à la famill devraient de posséder l'allèl muté alors que la fréquens de la maladie est faibl.

Dc Cett sol est pas ms peu probabl.

- L'allèl délétère A est dc dominant
l'allèl fonctionel a est récessif

* localisat.

- Si le gèn était sur Y, ts les h et seul les h seraient atteint.

Or 1 ♂ est un ♂ non atteint et 9 est une ♀ atteint

- dc le gèn n'est pas porté par Y
- Si le gèn était sur X, l'indiv 8 garçon atteint aurait pour génotyp $X_A Y$.

Y lui viendrait de son pèr 4 atteint, possible.

X_A lui viendrait de sa mèr 3 qui le possédant serait dc atteinte. or elle n'est pas atteinte

Donc le gèn n'est pas porté sur X

- N'étant porté ni par Y ni par X, le gèn est dc localisé sur une paire d'autosom.

* Concl.

Il s'agit de d'une maladie autosomale dominante.

b) Prévision génétic

- 1° cas

Parent : ♂ [non atteint] $\frac{a}{a}$ × ♀ [non atteinte] $\frac{a}{a}$

♂ a ♀ a

F1 : $\frac{a}{a}$ [non atteint] ⇒ probabilité d'avoir un enfant atteint = 0.

- 2° cas

♂ [non atteint] $\frac{a}{a}$ × ♀ [atteinte] $\frac{A}{a}$

♂ \ ♀	A	a
a	$\frac{A}{a}$	$\frac{a}{a}$

atteint

non atteint

⇒ probabilité d'avoir un enfant atteint ½.

- 3° cas

PARENTS : ♂ $\frac{a}{a}$ × ♀ $\frac{A}{A}$

♂ a ♀ A

F1 : $\frac{A}{a}$: ## atteint proba 100% (1).

4° cas.

♂ $\frac{A}{a}$ X ♀ $\frac{A}{a}$

♂	A	a
A	A/A	A/a
a	A/a	a/a

atteint

pas atteint

⇒ proba : 3/4.

2) risq d'êtr atteint d'1 maladie autosomal récéive

a) exploitons l'arbr généalogic fig 4.6. p 60

ex : phénylksétoluni.

b) prévision génétic

Sachant d'en ⊞ on estim à 1/60 la proba de sujet porteur d'1 allél morbid du gén responsabl, calculons la proba pour un coupl ⊞ éon de mètre au ⊕ un enfant phénilcétonuric.

- Chac parent a 1 chance sur 60 d'êtr $\frac{A}{a}$
- les 2 parents à la ✗ ont $\left(\frac{1}{60}\right)^2 = \frac{1}{3600}$ chanç d'êtr ∀ 2 hétéro.
- Etablissons l'échiquier de croisem^t de ce coupl.

♂	A	a
A	A/A	A/a
a	A/a	a/a

atteint, pas atteint.

proba pour ce coupl d'avoir des enfants atteint $= \frac{1}{60} \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{14400}$.

3) risq d'êtr atteint d'1 maladie liée au sexe.

III Risque d'être atteint d'une maladie liée au sexe

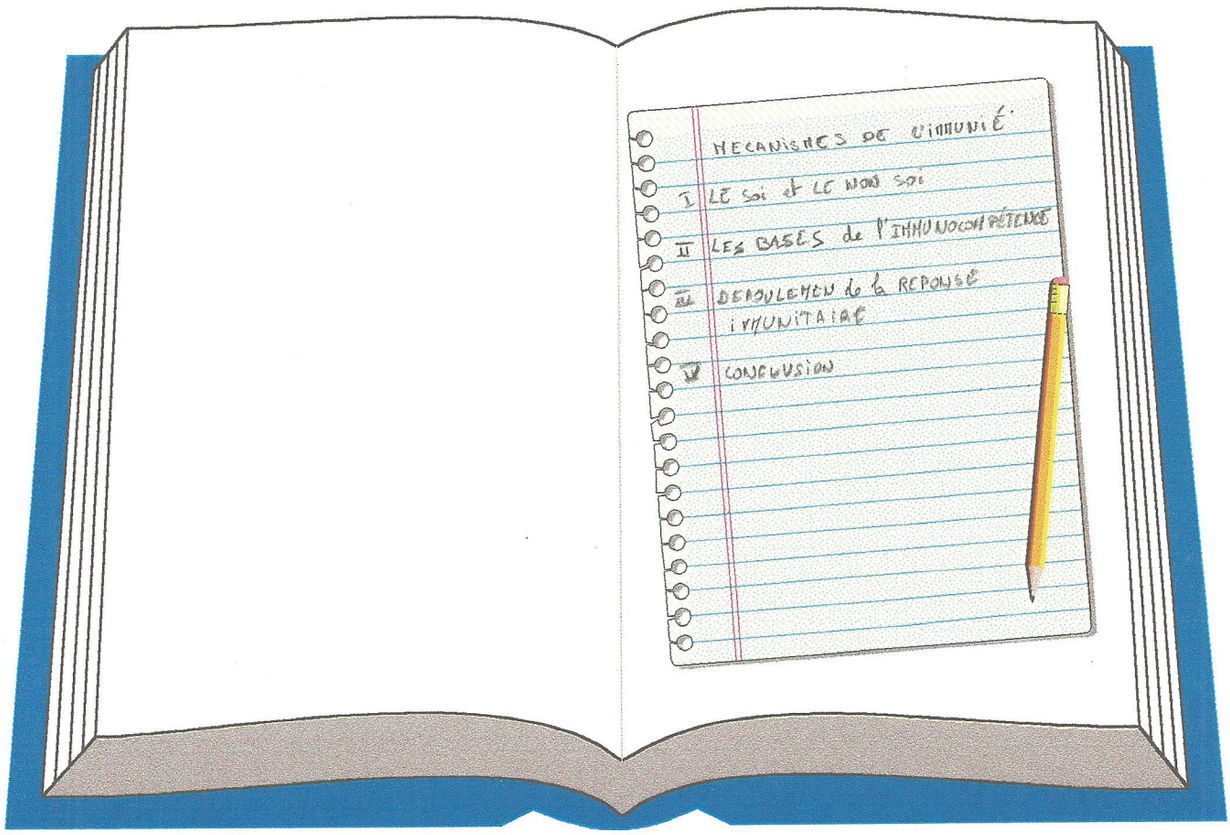
la maladie est dû à l'expression d'1 allèle morbide situé sur la partie spécifique d'1 gonosome (= chrm sexuel).

1) allèle morbide logé sur x et dominant
ex fig 4.3. p59. ♀ 1 et 2.

2) l'allèle morbide logé sur x est récéssif
ex: fig 4.4. p59. ♀ 3 et 4.

PARTIE 2

IMMUNOLOGIE



PARTIE 2

IMMUNOLOGIE

MÉCANISMES DE L'IMMUNITÉ

L'immunité est la propriété que possède un organisme d'être réfractaire à certains agents (microbes) pathogènes (maladie).

I La soi et le non soi.

1) déterminisme des grp sanguin humains.

a) système ABO : gène situé sur 9e paire d'othogonne.

* info

- Cette découverte est due à Landsteiner (1900). Elle est née de l'incompatibilité des sangs constatée au cours de transfusions mortelles.
- Rappel. doc 1 p 12.

6 Génotypes	$\frac{A}{A}$ ou $\frac{A}{O}$	$\frac{B}{B}$ ou $\frac{B}{O}$	$\frac{A}{B}$	$\frac{O}{O}$
4 Phénotypes	[A]	[B]	[AB]	[O]

GROUPE	ANTIGENE (= agglutinogène = marqueur membranaire)		ANTICORPS (= agglutinine) ds le PLASMA
A	A		anti-B
B	B		anti-A
AB	A et B		ni anti-A ni anti-B
O	/		Anti A et Anti B

* déterminat du grpe sanguin d'1 indiv. càd typé des marqueurs membranaires q 1 p 83. fig 1.3 p 12

- On dépose sur une lame une goutte de sérum anti A et sur une 2de lame une goutte de sérum anti B.
- On a jouté sur chac lam une goutte de sang de l'indiv x.
- on obsev les agglutinat éventuell. fig 1.3. p 12.

sérum anti A (= contenant des anticorps anti A)	Sérum anti B (= contenant des anticorps anti B)	Antigène présent	Hématie de X Groupe.
+	−	A	A
−	+	B	B
+	+	A B	AB
−	−	/	O

\+ agglutinat
− pas "

* concl

- Les antigènes des grp sanguins présents au niv des

hématies st des marqueurs membranaires : des mol

- pour qu'une transfusion soit possib, les globules du donneur ne doit pas être aglutiné par le plasma du receveur (dc donneur et receveur doit être du m̄ g-p)

b. système rhésus : 3 gènes localisés sur la 1° paire d'othogome

*info

- gène D :
  - L'allèle D code pour l'antigène D.
  - L'allèle d ne s'exprime pas

gène C ∃ sous 2 form allélic codominante C et c̄
gène E ∃ sous " " " E et ē

- un indiv de phénotyp [Rh+] posséd l'antigène D sur la membrane de ses hématies.

2 génotyp st possib $\frac{D}{D}$ ou $\frac{D}{d}$.

- un indiv de phénotyp [Rh-] ne posséd pas D

un seul génotyp posib $\frac{d}{d}$.

* concl

Les antigèn du systém Rhésus st d'autres marqueurs ¢aire : des mol du soi.

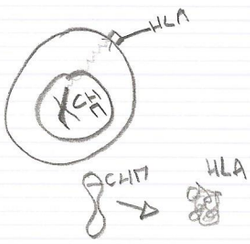
c. concl

Au niv des hématies qui st des ¢ anucléées ∃ des marqueurs ¢aires particuliers : il s'agit des antigènes du système ABO et des antigènes du système rhésus.

2. Au niv de ∀e les ¢ nucléées ∃ des marqueurs de l'identité de chac indiv : il s'agit des

antigènes d'histocompatibilité ou antigène HLA.

- Les molécules du système HLA sont des glycoprotéines résultant de l'expression de l'ensemb des gènes du complex majeur d'Histocompatibilité (CHH).



- Les molécules du système HLA jouent un rôle fondamental dans le déclenchement des réactions immunitaires spécifiq, en s'associant à des fragments de mol étrangère à l'organism (non soi et soi modifié).

3) conclusion fig 6.33 p 95.

a) def

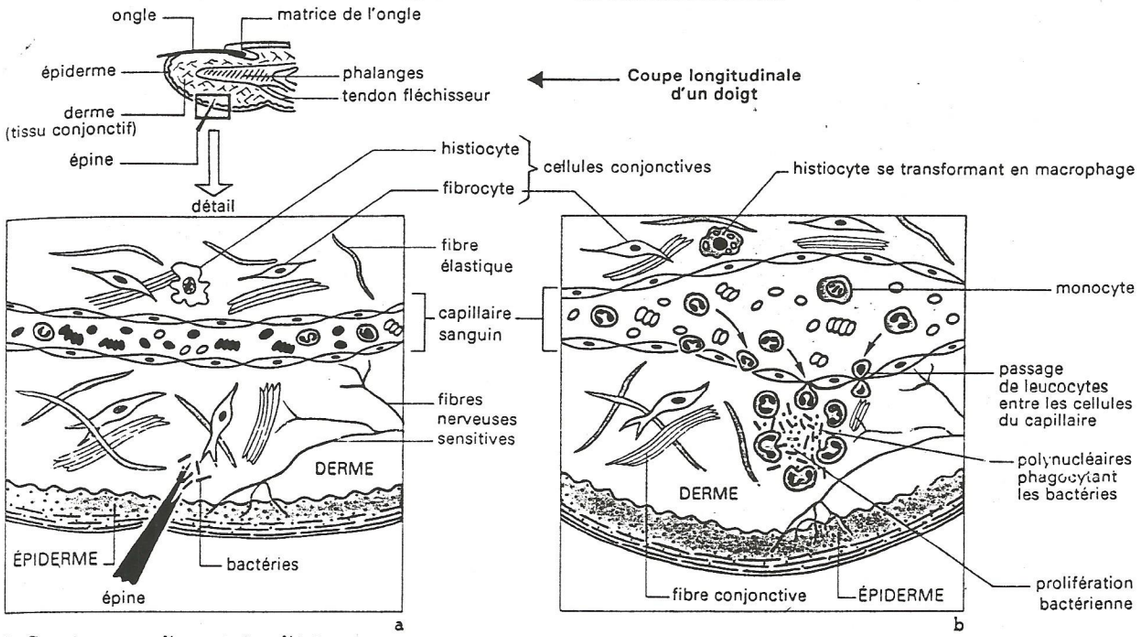
* Le soi d'un individu est ds def par l'ensemb des particularité moléculaire résultant de l'expression de son génome.
Les mol du soi s' reconnues et tolérées par le systèm immunitaire.

* Le non soi est constitué par tte les mol dif du soi qui apparues ds l'organism entraine des réact immunitaire. càd un ensemb de phénomén de reconaissance et de neutralisat de ces éléments étranger à l'organism
- Ces réact peuvent être non spécific ou spécific
→ diversité du non soi p 88.89..98.

. Vivant:
- Divers agents infectieux: (pathogènes) microb (virus; champignon, bactéries; protozoaires)
- ¢ agées (vieilles hématies)
- greffes de tissus ou d'organes
- ¢ du soi modifiés (ex ¢ cancereuses)

CONSÉQUENCES d'une PIQÛRE d'ÉPINE

f1



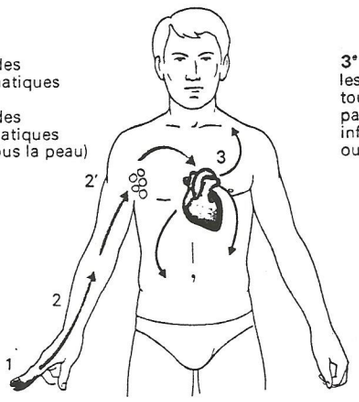
1. Conséquences d'une piqûre d'épine.
a. État normal au moment de la piqûre.
b. Quelques jours après la piqûre : infection localisée et réaction inflammatoire.
La réaction inflammatoire provoque localement : rougeur et chaleur dues à la dilatation des capillaires et au ralentissement de la circulation sanguine à ce niveau, gonflement dû au passage du plasma dans les tissus, douleur liée à l'excitation des nerfs sensitifs.

PROPAGATION d'une INFECTION MICROBIENNE

f.2

2ème degré de l'infection = infection des voies lymphatiques

2' gonflement des ganglions lymphatiques = **adénite**
2 gonflement des vaisseaux lymphatiques (traînée rouge sous la peau) = **lymphangite**

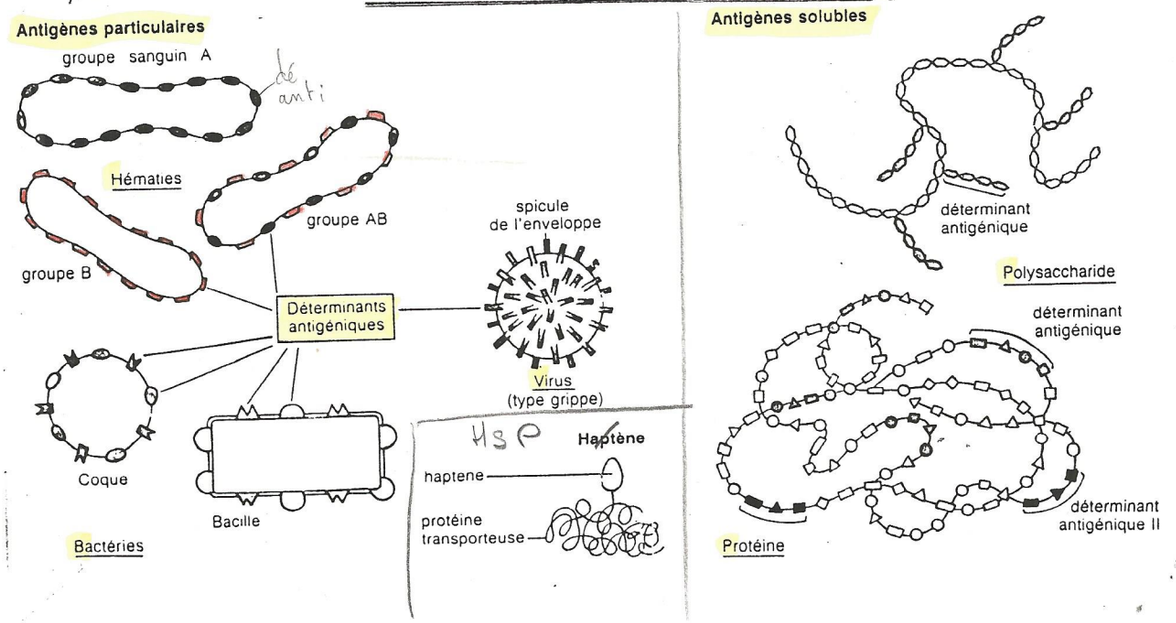


3e degré de l'infection les microbes envahissent tout l'organisme par les voies sanguines : infection généralisée ou **septicémie**

1er degré de l'infection : inflammation localisée au niveau de la blessure

LES DIFFERENTS TYPES d'ANTIGÈNES

f3



. non vivant

ex toxines sécrétées par les microb.

▷ notᵒ d'antigène.

- Un antigène est une substance qui, introduite ds un organism est cap d'induire (déclencher) une réactᵒ imunitaire.

- Les antigènes peuvent êtr fig 3 et doc 6.

- Les antigènes peuvent êtr :

. figurés ou ¢aire ou particulaire :

ex ¢, bactéries, virus.

. non figurées ou solubl.

ex protéine.

- Chac antigène présente des fragments apelés déterminant antigénic ou épitopes qui sᵗ responsabl du déclenchmt d'une réactᵒ immunitaire spécific car ils assurent la spécificité de l'antigène.

. si l'antigène est figuré les épitopes sᵗ disposés à sa surface, : se ᵗ des élémᵗ de la membrane ¢aire

ex : antigène des gpes sanguin.

. si l'antigène est solub, les épitopes sᵗ constitué de qq mol d'-ose (fig 3) ou de qq mol d'acid aminé (fig 3 + fig p 91)

* S'il veut maintenir son intégrité, l'organism doit savoir reconaitre le non soi pour l'éliminer sans pour autant détruire sa propre substance, le soi.

b) La grde diversité des marqueurs ¢aire explic les précotᵒ prises lors de transplantatᵒ

(organe) ou greffes (tissus) (il faut réaliser un typage claire cbc 3 p 85. afin d'établir le niv de compatibilité entre greffon et organism greffé. q. p 83.)
Une greffe est tolérée si donneur et receveur ne font qu'1 (= autogreffe) ou st génétiqmt semblabl (= isogréf).
Une allogréf (entre 2 indiv de m̄ espèce) est presque tjrs rejettée ms possibl si des précaut particulières st prise.
Une xénogréfe (entre 2 indiv d'espèce ≠) est généralemt impossibl. (q 5.6 p 87).

II Les bases de l'immunocompétence

immunocomp = capacité de distinguer le non soi = cap de réagir avec un antigène.

1. Le système immunitaire

Ils ne forment pas un "tout" anatomic. Il est composé d'élémt divers discérniné dstt l'organism.

a l'appareil lymphatic constitué par l'ens des vaisseaux lymphatic
(NB. lymph = sang - (hématie et plaquettes ms rich en lymphocites)

b les organes lymphoides

* Les .. primaires ou centraux

Ils apparaiss chez l'embryons ds les 3 1° mois de la grossesse
- C'est là que se produit la maturat à l'origine

leucocytes p 99-110

GR ou

Plasma

de la ≠ énenciat° de ¢ spécific

▷ moelle osseuse ou moelle rouge.

▷ thymus.

* organ lymphoïd secondaire ou périféric

GR/hematies

LYMPHOCYTE

POLYNUCLEAIRE GRANULOCYTE

NOYAU LOBÉ

MONOCYTE

FROTTIS SANGUIN COLORE

ORGANE

MACROPHAGE (différencie)

PSEUDOPODE fct° = phagocytose

- Ils apparaiss + tardivm^t chez l'embryon
- Ils t les lieux de rencontr des protagonist

càd les sites des réact immunitaire.

▷ Les ganglions lymphatic.

▷ la rate placée sur le courant sanguin.

2) Etude des ¢ de l'immunité.

a) observat°

* D'un frotti sanguin coloré

- doc 1 p 99 : Le sang est constitué d'hématies, de leucocytes et de plasma.
- Les ≠ typ de leucocytes s^t :
  - Polynucléaires ou granulocyte
  - Lymphocytes (LB et LT).
  - Monocytes

} Aprendre encadré p 110.

sang | gang

Lymph B → plasmocytes p 101. ds ganglions

(Lymphocyte et macrophages s^t les ¢ immun)

* de phagocytes au microscop electronic.

▷ macrophages fig 7.6 p 100

- Le monocyte (fig 7.8 p 100) est la phorme circulant du macrophage.
- Les macrophages aquierent leur morphologie et leur fct° particulières selon les tissus où ils se trouvent (foie, poumon, rate ...)

▷ polynucléaires (fig 7.7 p 100)

▷ concl (93 p 101).

- Ces ¢ ont 1 unité de structure
  - ∄ de pseudopodes

• ∄ de vésicules de phagocytoses.

- Cette unité de structure implic une fct identic : ces ¢ st dotées de phagocytoses. (fig 8.4 p 119).

* d'un lymphocyte B (LB) fig 7.10 et d'un plasmocyte fig 7.11. p 101.

- comparons leur ultrastructure.

• ∄ des mitochondries

• le cytoplasm est peu important / report au noyau pour LB alors que hyaloplasme est très developé et les vésicules golgiennes très abondantes ds le cas du plasmocyte.

- à la suite du contact avec l'antigène, le LB se dif en plasmocyte dt la structure permet la fct qui est la synthèse d'anticorps. apelés immunoglobuline qui st des protéines.

* concl

Les ¢ immunocompétentes (= ¢ de l'immunité = cap de réagir avec un antigène) st :

- les lymphocytes : LB et LT
- les macrophages

3) importance de la moelle osseuse (rouge) ds la format des ¢ de l'immunité

* doc 3 p 102

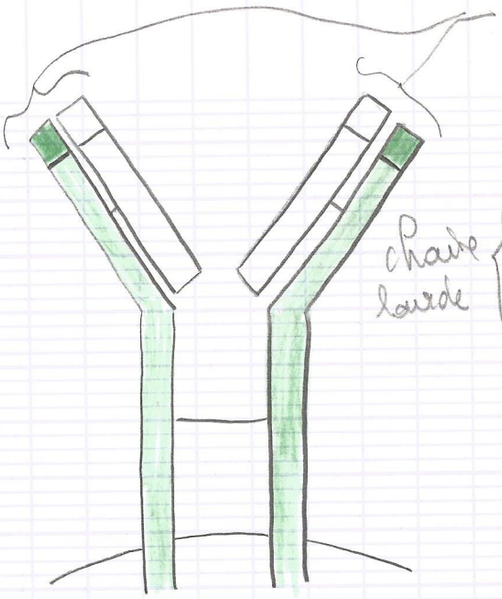
* concl (94)

- la moelle osseuse est l'organe producteur de tte les ¢ de l'immunité. Elles naissent à partir de ¢ souches totipotentes qui se x activemt.

- certaines participent à une immunité non spécific

p84 harpag.
86 6b
92 631
93?
105 fig 95.
109
109
117 §3.
113 | 7.35 chromogranin

caractérisée par la phagocytose : polynucléaire, monocytes et macrophage qui en dérive.
- les lymphocyt interviennt ds les réact immunitaire spécifiq :
  - les LB subissent leur maturat ds la moelle rouge.
  - les LT subiss leur maturat ds le thymus
- les immunodéficiences qui ont pour responsabl la moelle rouge peuvent être "réparé" par une greffe de moelle osseuse HLA compatibl
  3) où et comment les LB et LT acquier leur immunocompétence
- les lymphocit acquier leur imm au cours de la maturat.
- Cette mat consist en l'expression de récepteurs mbranair
- L'ensemb des réc memb present à la surface des LB et LT constitue le répertoire immunologiq de l'individ.
  a) caractéristic des récepteurs mbranair (+104.5 doc 4)
  + LB.
- ces récepteurs mb des LB ≠ ds la mb des LB lorsqu'ils sort de la moel, dc avant ≠ contact avec l'anigène.
Le récepteur de l'" des lymphoc B est un anticorp mbair càd d+ la base est intégrée à la mb plasmic du LB (fig 7.17 | 104)
Les anticorp s+ des prot appelé immunoglobuline

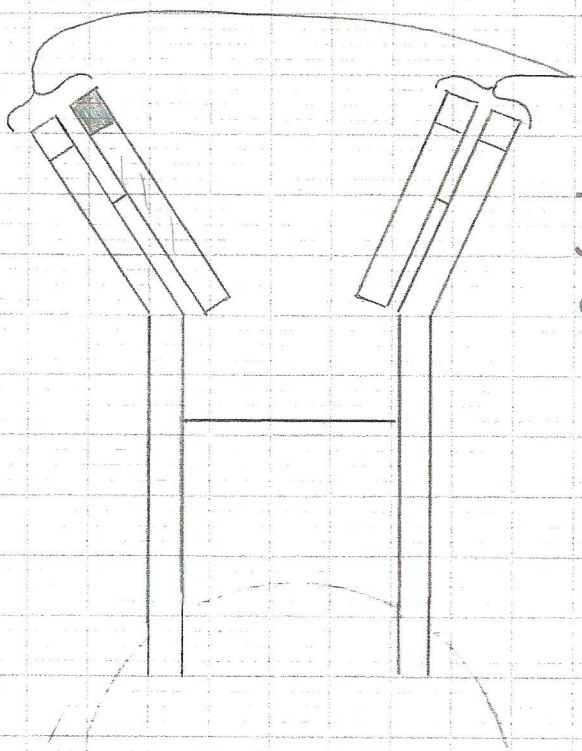


2 sites de fixation identic pouvant se lier à l'épitope de structure complémentair

chaine lourde
- partie lourde constante
- partie variable

— ponts S-S

Les anticorps et des prot appelées immunoglobuline.



2 SITES de FIXATION IDENTIQUES pouvant se lier à 1 épitope de structure complémentaire

PARTIE CONSTNANTE
PARTIE VARIABLE
} CHAINE LOURDE

PARTIE CONSTANTE
} CHAINE LÉGÈRE

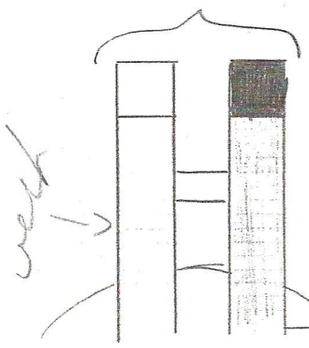
— PONTS S-S.

Chq LB

- Chq LB ne possède qu'1 seul type de récepteurs spécifiq d'1 épitope donné
- Chez 1 individu il ∃ de nbrx clônes de LB ≠ les 1 des autres pour leur immunoglobuline (= anticorps) spécifiq d'1 épitope

donné. (fig 7.32 P111)
- Q3 P105
- Grâce à leurs rég° variables les anticorps membranaires (= les récepteurs membranaires des LB) reconnaissent directement le non-soi. La surveillance des LB est de spécialisés dans le milieu extracellulaire
- Origine de la diversité des anticorps (fig 9)
- Un anticorps est codé par plusieurs gènes ≠ à des chrs ≠.
2 types de gènes codent pr les chaines légères
3 " " lourdes.
- De l'ADN embryonnaire à l'ARNm codant pr chaine anticorps se produit une succes° de réarrangements du génome ce qui explique la grde diversité des anticorps, l'organisme produisant bcp + de types d'anticorps (des Fi ≠) qu'il n'a de gènes ds le génome.

* Cas des LT
- Ils sortent de la moelle sous forme de cellules immatures dites pré-T.
- Les récepteurs membranes des LT s'expriment ds le thymus.
- Les récepteurs des LT sont des protéines (fig 7.19 P105)



1 site de reconnaissance spécifiq capable de détecter uniquement le soi modifié

Mb du LT

Base du récepteur membranaire intégrée à la mb.

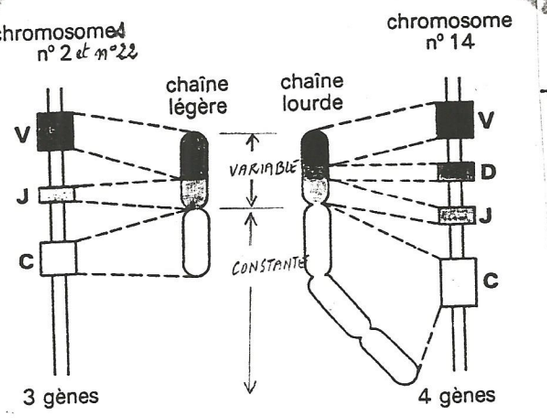
- (doc 5 P106 Q? 1 et 2)

Les récepteurs des LT ne reconnaissent le non-soi (que s'il est associé à 1 mol HLA (= soi d'1 ¢ présentatrice de ce non-soi : on parle de double reconnaissance.

- Ds le thymus se différencient :
  - LT_4 - Helpers ou auxiliaires possédant 1 marqueur protéiq T_4.
  - LT_8 Cytotoxiq possédant 1 marqueur protéiq T_8.

fig 7.34 P112.

ABx



GENES CODANT POUR LES REGIONS VARIABLES pour CHAÎNES LEGERES sont de 2 TYPES

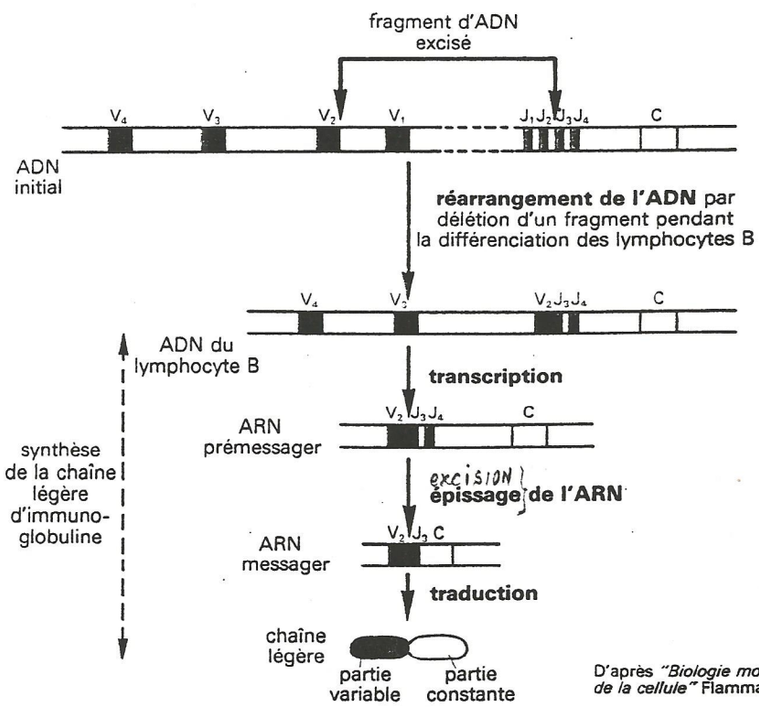
- V ≃ 150 GENES
- J ≃ 5 GENES

GENES CODANT POUR LES REGIONS VARIABLES pour CHAÎNES LOURDES sont de 3 TYPES

- V ≃ 80 GENES
- D ≃ 50 GENES
- J = 6 GENES

Un anticorps est codé par plusieurs gènes appartenant à des chromosomes différents.

Remarque: 1 seul chromosome 14 et 1 seul chromosome 2 ou 22 sont fonctionnels dans le lymphocyte B c'est à dire s'expriment en chaînes polypeptidiques (haploïdie fonctionnelle)



De l'ADN embryonnaire à l'ARN messager codant pour une chaîne légère d'anticorps se produit une succession de réarrangements du génome. Ce schéma les présente de manière très simplifiée.

D'après *"Biologie moléculaire de la cellule"* Flammarion.

est rouge non soi
[⌐ épitop

Bon

(doc 5 p 106) les récepteurs des LT ne reconnaiss le non soi (épitop) que s'il est associé à une mol HLA (= soi) d'1 ¢ présentatrice de ce non soi : on parle de doubl reconnaissance.

- Ds le thymus, se différencie :
  - LT_4 Helpers ou auxiliaires possédant un marqueur protéic T_4.
  - LT_8 cytotoxic possédant un marqueur protéic T_8.

fig 7.34 p 112

b. La format° au hasard des récepteurs des ¢ immunocompétentes est suceptib d'aboutir à la naissance de lymphocit cap de reconnaitr le soi. Ds ce cas, ils s^t inactivés ou éliminés très tôt ds les organes lymphoïd primaire : moëlle osseuse pour LB Thymus pour LT.

Pour êtr sélectionnés, les clones de L doivent :
- réagir contre le non soi
- Tolérer le soi.

c. Remark.

Les ¢ immunitair circul ds l'organism par voies sanguine et lymphatic (fig 7.36 p 114 . 8.1 p 118).

III Déroulement de la réponse immunitaire.

1. Réponse immunitaire non spécific

ex (étap de l'infect° microvienne à staphylocoq. bactérie) :
c'est une réponse spontanée

a) fig 1. p119 phagocyte (ici polynucl ou macrophage) phagocytes

1° degrés de l'infect°

- Elle est localisée au pt d'inoculat° qq jrs après, la réact° inflamatoire est caractérisée par rougeur, chaleur, gonflem^t, douleur.
- Les polynucléaires (granulocyt) neutrophyles travers par diapédèse la paroi des capilaires.
- Les étap de la fagocytose fig 8.4 p119 :
  - Le phagocyt (polynucléaire ds le cas de la réponse immu non spécific ; ou macrofag ds le cas de la réponse immu spécific) adhère à l'élém^t étranger (=bactérie), l'entoure de pseudopodes et l'ingère ds une vacuole digestive.
  - Les enzym digestives contenues ds les lysosomes se déversent ds la vacuole digestive et l'élé étranger est digéré.
  - en fin de digestion il se produit une exocytose (rejet) des déchets.
- Les caractéristic de la fagocytoz :
  - C'un mécanisme inédia, non spécific d'éliminat° du non soi câd qu'elle n'est pas spécificm^t orienté vers un antigène donné.
  - son efficacité n'est pas induite par un antigène précis.
- Au centre du foyer se forme du pus (= polynucl mort ou actifs, microb, ¢ des tissus).
- Les macrophages doués eux aussi de phagocytose élimine les ¢ mortes et permett la restorat° des ¢.

- Parfois le micro résist à cett phagocytose et l'infect peut alors progresser.

b. 2° degrés } fig 2.
c. 3° degrés }
d. remarq

- Ds cette infect à staphylocoq, ns ns sommes limités à la mise en jeu de moyen de défense spontanées responsable de l'immu naturelle.
Cependant à partir du 2° une réact° immu spécifique se produite. en effet :

• Ds les ganglions (fig 8.6 p 120.) on trouve des polynucléaires, des microb, des lymphocyt (normalmt présent ⊗ qd il n'y a pas d'infect ms qui, ici présente des fig de mitose de s' en prolifération) et des plasmocytes.

• Ds le plasma on trouve, après l'adolescence, une ↑ des immunoglobulines qui s+ des anticorps circulants.

- NB. certaines infect peuvent avoir pour origine bactérienne une toxine (ex ds le cas d'1 infect par le bacille tétanique) à l'origine d'1 toxémie.

2. Réponse immunitaire spécifique : c une réponse aquise.
Nous venons de voir que lorsq la phagocytose se déroule ds les organes lymphoïdes secondaire (fig 8.5 - 8.6 p 120), site des réact immu spécifique càd lieu de rencontre des antigènes et des ¢ immu, elle induit la réponse immu spécifique.

a. Phase d'induct° : càd étape initiale qui permet de sélectionner certaines ¢ immu spécifique de l'antigène présent ds l'organisme.

* différenciat° des LT_4.

▷ fig α

- lors de la présentat°
- les LT_4 ne peuv reconaître les antigènes isolés. Ils nécécit l'intervent° d'1 macrofage en tant que ¢ présentatrice d'antigène.

expliquer...

- sélect°

Les LT_4 sélectionés ∈ au m̄ clone des LT_4 càd présente tous le m̄ récepteur mbaire spécific du déterminant antigénic et de la mol HLA

Double reconaissance ....

Ce clone est sélectionné par contact direct avec le macrofag.

▷ conclusion.

Lorsq la fagocytose se déroule ds des organes rich en T_4 (ex ganglion lymphatic), la présentat° des épitop associé à une mol HLA par des phagocite (= macrofag) induit une réponse imu spécific, càd déclench des mécanism aboutissant à la format° de clones de T_4 spécific de ces épitop. (les étap 4 et 5 correspond à une fase d'amplificat°).

- Il ∃ une coopérat° ¢ macrofag- LT_4.

* diff

▷ activat° des LB. fig β (nous à faire ≃ α p122

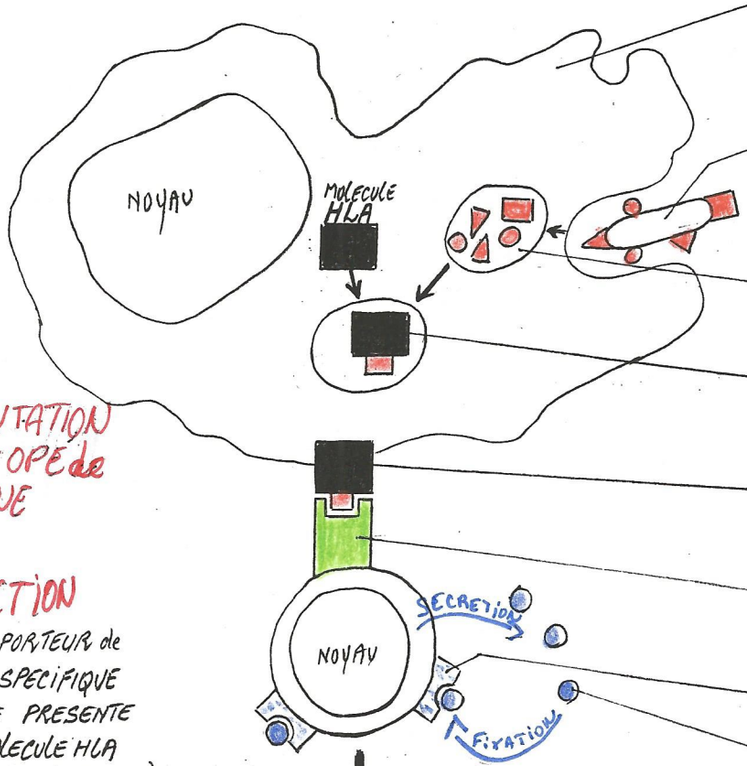
. A la suite de la présentat° d'1 épitope à un LT_4.

. Les LB peuvent êtr activés sans qu'ils présent un épitop au LT_4.

- A la suit d'1 contact entr 1 épitop d'1 antigène et le LB il y a expression de récepteur à interleukin à la surface

fig 4

DIFFERENCIATION des LT_4 PENDANT la PHASE d'INDUCTION



MACROPHAGE (ou AUTRE CELLULE PRESENTATRICE d'ANTIGENE ex LB)

ANTIGENE PHAGOCYTÉ (ex BACTERIE)

EPITOPES = non soi

DEGRADATION de l'ANTIGENE MAIS LES EPITOPES SONT PRESERVES

FORMATION des COMPLEXES MOLECULE HLA-EPITOPE (= soi modifié)

INCORPORATION des COMPLEXES HLA-EPITOPE à la MEMBRANE

RECEPTEUR MEMBRANAIRE du LT_4 SELECTIONNE

RECEPTEURS à INTERLEUKINE

INTERLEUKINE (= MESSAGER CHIMIQUE)

PRESENTATION d'un EPITOPE de l'ANTIGENE

SELECTION d'un LT_4 PORTEUR de RECEPTEUR SPECIFIQUE de l'EPITOPE PRESENTE PAR UNE MOLECULE HLA (DOUBLE RECONNAISSANCE)

ACTIVATION du LT_4
- SECRETION d'INTERLEUKINE
- EXPRESSION de RECEPTEURS MEMBRANAIRES à CE MESSAGER CHIMIQUE.

expression de rec à interleukine à la suit d'1 contact avec un antigène.

PROLIFERATION des LT_4 PAR AUTO-ACTIVATION du LT_4 (càd déclenchée par la fixation sur les récepteurs à interleukine, de l'interleukine produite par LT_4)

déclenché par la fixat° sur les récepteurs à interleukine des LB d'intérêt sécrét par les LT_4

FORMATION d'UN CLONE de LT_4 SPECIFIQUES du DETERMINANT ANIGENIQUE

DIFFERENCIATION

- LT_4 EFFECTEURS — SECRETEURS d'INTERLEUKINE (majorité du clone)
- LT_4 MEMOIRES (une partie du clone)

Diff des LB pendant induct° fig B

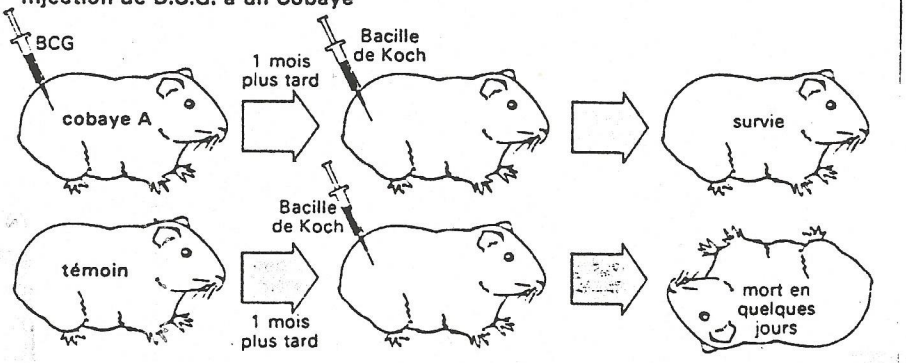
Y-sit de fixat° à un Antigène

Diff des LTB per. phase d'induct°

p° 126 ¢ présentatrice d'antigène.
(ex macrofag, ¢ cancereuse, ¢ infecté par virus,
¢ donneur incompatible)

f6 INJECTION de BCG à un COBAYE

Injection de B.C.G. à un Cobaye



f7 TRANSFERT d'IMMUNITE VIS à VIS de la TUBERCULOSE

Transfert d'immunité vis à vis de la Tuberculose

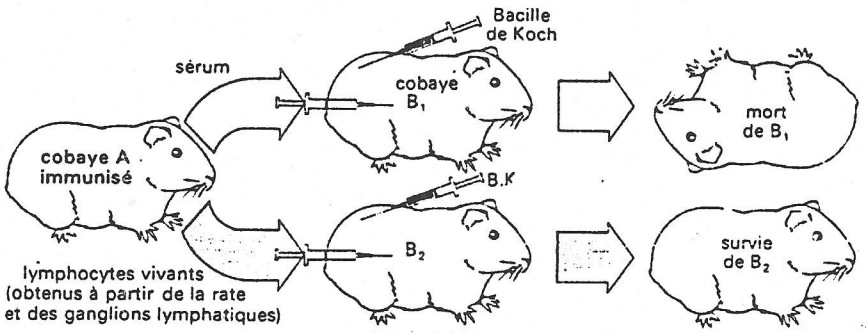


fig α ⊙ <<

du LB.
- les LT_4 peuv avoir été activé par d'autre épitop
fig 8 p 181 Il y a alors sécrét° d'interleukin, celui ci
(activ directem^t les LB en se fixan à des récepteurs
à interleukin.
- L'activat° des LB et la ≠ iat° en plasmocit nécécitent,
• La fixat° d'1 antigène sur les récepteurs mbair des LB
(= anticorps mbair).
• Fixat° sur les récepteur à interleukin des LB de msger
chimic (= interleukin) sécrétés par les LT_4.
Coopérat° ¢aire LT_4/LB

* Diff des LT_8.
- fig 8.22 p 126.
- coopérat° $LT_4 - LT_8$.
Macrofag LT_8 (si la ¢ présentatrice est un macrofage).

(D)

L'interleukin Il_2 n'est pas spécific. (fig 8.12 p 123)
L'Il_2 intervient ds la réponse imm car el provoq les mitoses
des LT_4 et des LT_8 (d^t la sélect° nécécite une double recon-
-naissance) LB (sélectionnés par les épitop d'1 antigène):
en conséquens, l'Il_2 activ l'expent° clonale de ces
Lymphocit.

b. Phase effective

* Réponse immu à médiat° ¢air.

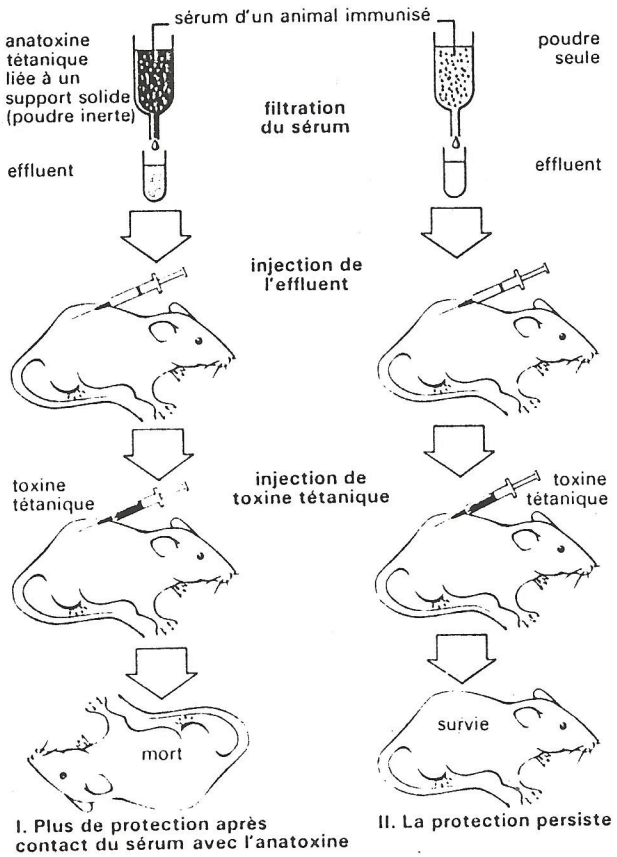
q p 127: - LT_8 tuent (A) car les T_8 ont été sélectionnés grâc à leurs récepteur
spécific cap de se lier avec des mol virales X (= non soi)
présentées par une mol HLA de A
- car T_8 spécific à HLAX
- T_8 sélectionnés HLA de A portant x. Double reconnaissance

↳ mise en évidence et def.

- fig 6 :
Injectⁿ de BCG (= Bacille tuberculeux atténué) dc non pathogène (malad) ms qui conserve le pouvoir antigénic du BK virulent) entraîne une réact de protect
l'animal ayant reçu le BCG suscit à une injectⁿ de BK normalemt mortelle.
- fig 7 ce typ d'immunité ne peut pas êt transmi d'1 sujet immunisé (= sujet ne pouvant + contracter la maladie) à 1 sujet non immunisé par une injectⁿ de sérum.
Seul les lymphocit vivants st cap d'assurer ce transfert d'où le nom de réact à médiat ¢aire.
▷ les acteurs st les LT_8.
▷ mod d'act d'1 lymphocit tueur.
- fig 8.23 p 127. 8,24.
- libérat par exocitose d'1 protéine (= perforine) ds l'espace interc¢aire.
- format de pores ds la mb de la ¢ à tuer (= ¢ cible) par polimérisat des mol de perforine.
- l'eau entre ds ¢ cible par les pores
- conséq, la ¢ cibl éclate.
* réponse à médiat humorale.
▷ mise en évidence et def.
- fig 5 - doc 4 p 124.125.
L'injectⁿ d'anatoxine thétanic (= toxine thétanic atténuée ayant perdu son pouvoir patogène ms conservant son pouvoir antigénic entraîne une immunisat acquise, active, tardive, spécific de l'antigène et durable : principe de la vaccinat.
- fig 8.
la transmit passive : médiat ms peu durable

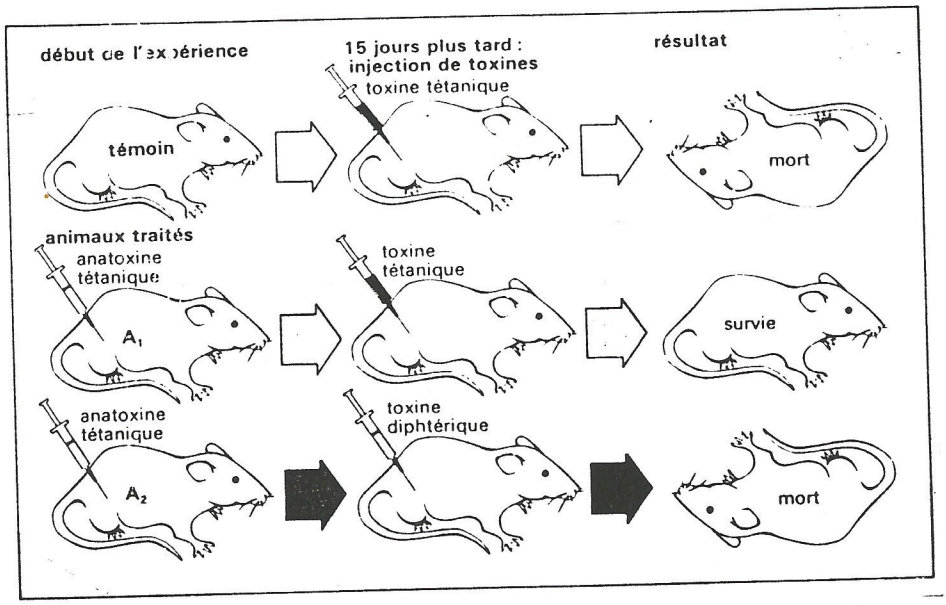
f4

LES RAPPORTS ENTRE ANATOXINE TETANIQUE et SUBSTANCE PROTECTRICE

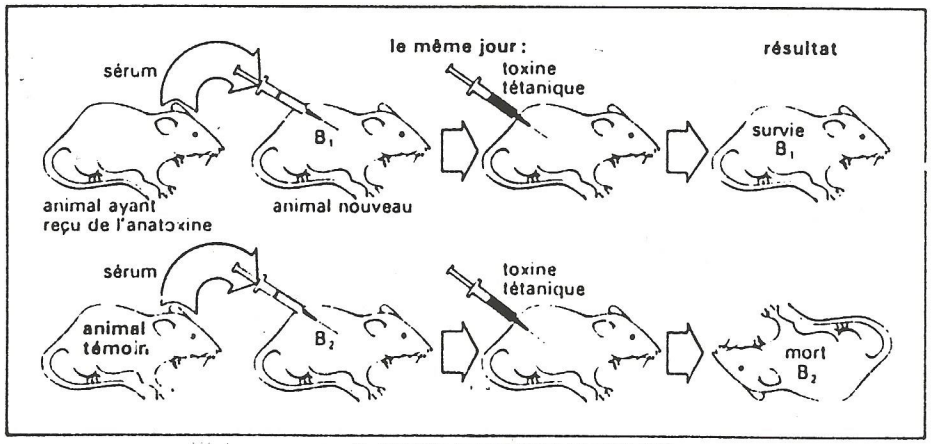


f5

CONSEQUENCE d'une INJECTION d'ANATOXINE



§8 COMMENT TRANSMETTRE la PROTECTION CONTRE la TOXINE TÉTANIQUE à un AUTRE ANIMAL



de cette immunité par inject° de Sérum d'un sujet immunisé à un sujet non imu (princip. de la sérothérapie) prouve que la protexion est due à une substance circulant (= anticorp circulants d° la pion a été induite par l'antigène) ds le milieu intérieur (sang, lymphe) d'où le nom de réact° imu à médiat° humorale

▷ réact° antigène anticorp

- fig 4.

Les anticorps circulants s'unissent avec les antigènes qui ont stimulé leur pion. Au cours de la réact° Antigène - Anticorp

En effet la mol d'immunoglobuline synthétisée au cours de la réponse immunitaire a une structure complémentaire de celle du déterminant antigénic : des forces d'attract° intermoléculaires se produisent entre déterminant antigénic et site anticorp : il se form un complexe immun

- Remarq :

• A partir d'1 antigène solub on obtient un ppté qui présente une structure en réseau rendant le complex visibl fig 8.14 p 124

• A partir d'1 antigène particulaire on obtient une aglutinat° (ce qui est utilisé ds la recherch sur les grps sanguins).

NB : ppat° et aglutinat° facilit la fagocitose.

- Identificat° des anticorps

• Electroforèse des prot du sérum

• méthode du ring (anneau) test. 9 p 124. il y a format° du complex immun • anneau en milieu liquid, il s'agit d'1 ppté présentant une structure en réseau.

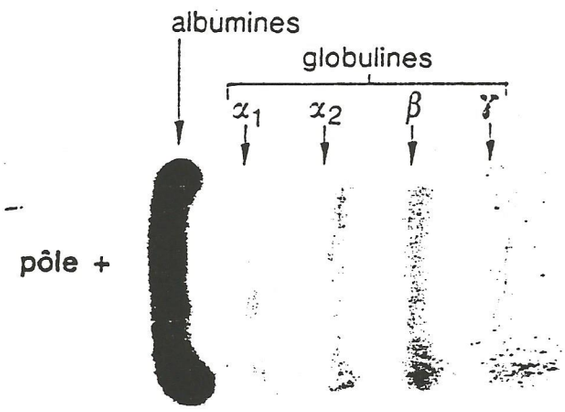
• méthode d'ouchterlony. p 125 : Il y a format° de complex

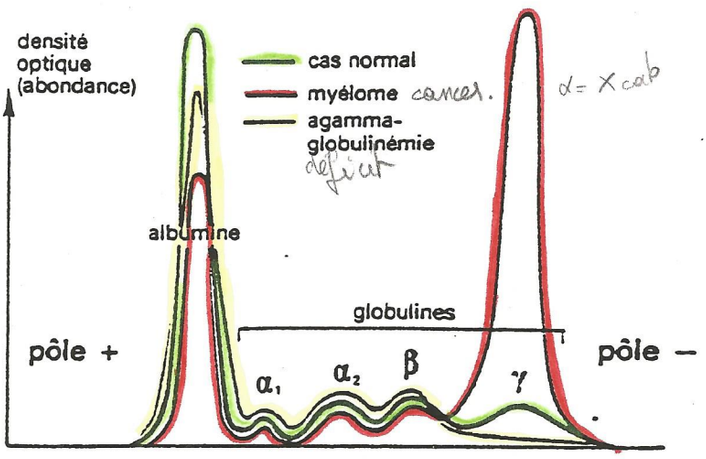
immun (= arcs de ppt^t) en milieu gélosé.
- technic d'immunomarquage p 133 doc 9 permett de mettr en évidence et de compter une qté trois faibl d'une mol.

▷ act^o cytolytic du complément.
permettant une amplificat^o de la réponse immu (spécif) Doc 6 p 128-129.
- q 3 2 et 3 (voir exo).
- conclusion.
Le complément est un ensb de protéines enz du sérum présente hors de tte imu et inactives.
La format^o des complex immun activ le complém^t : il y a fixat^o d'1 prot déterminé du comp sur la partie constante des anticorps, attract^o des otr mol du comp d^t certain s'incorpor à la mb de la ¢ cibl. formant des pores (fig 8.26 p 129) par où l'eau pénètre ⇒ l'alyse de la ¢ cibl.
Nb : caractéristic du comp.
- Les prot du comp ne s^t pas spécific
- Les prot du comp s^t dénaturées par la chaleur.
(R) : Rapel : Les anticorp mb-air ont seulemt une fct

p3

ELECTROPHORESE des PROTEINES du SERUM





L'électrophorèse des protéines du sérum sanguin permet de les doser et ainsi de déterminer en particulier la quantité des différentes immunoglobulines (ou anticorps) présentes.

L'électrophorèse est une technique utilisée pour séparer les constituants chimiques porteurs de charges électriques différentes

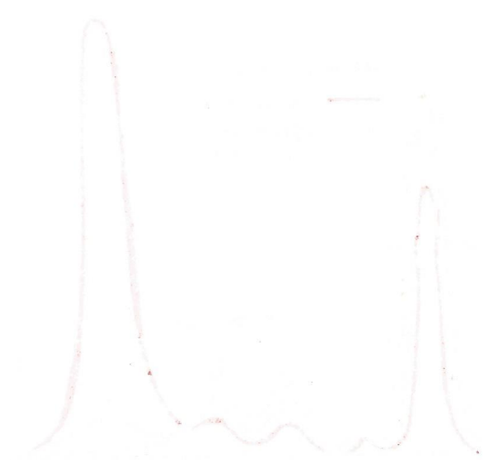
En milieu BASIQUE les protéines du sérum sanguin sont chargées ⊖

Déposées sur un papier spécial et placées dans un champ électrique elles se déplacent d'autant plus vite :

- que leur CHARGE ELECTRIQUE est PLUS FORTE
- que leur MASSE MOLAIRE est PLUS FAIBLE

La densité de coloration de chaque bande permet de doser la CONCENTRATION des ≠ protéines

Les ANTICORPS font partie des γ GLOBULINES et des β GLOBULINES

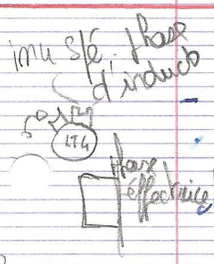


de reconnaissance grâce à leur région variable.
• Les anticorps circulants ont en + une région constante à rôle effecteur.

* que ce soit ds le cas de la réact à médiat° par ac humorale, les macrophag interviennent ds la phase finale.
- recrutés et activés par les lymphokines, ils s'interviennent sous forme de macroph activés et phagocytent les ϕ cibl, les débris ϕ air résultats de l'activité cytotoxic des lymphocyt.
- Ils s'aident ds ce déblaiem par les polynucl neutrophiles qui ne sont pas des ϕ immunocompétent ms interviennt accessoirement ds la réponse immu spécifique leur rôle principal étant la réact inflamatoire.

V Conclusion

+ 140. 141.



- la réponse immu spécif met en jeu
  * des processus de reconnaissances spécif ds les phases d'induct et efectrices.
  * une coopérat ϕ aire omniprésente qui se traduit par:
    ▷ contact entre ϕ
    ex macroph - LT_4 (fig 8.8 + 121.) Macroph LT_8 (fig 8.22 + 126)
    ex LB - LT_4 (fig 8.9. + 122)
    ▷ act° de msgers chimiq (interleukine) produit par les T_4 activés agissant:
    • sur eux mêmes (fig 8.8. + 121).
    • sur LB (fig 8.9 + 122)

Thymus: acquisit marqueurs T_4 et T_8 (+ 112)

• sur LT_8 (fig 8.22. p 126).

* des mécanism effecteurs aboutissan à la neutralisat° des antigènes ou destruct° des ¢ cibl (par activat° du complém^t (lise (humorale)); par contact avec le $T_{(8)}$ cytotoxic (¢air (réact°))

- Les LT_4 jou un rôle majeur ds cete réponse imu spé d'où un déficit imu grave (a SIDA doc 7 p 131) lorsqu'ils s^t infectés (voir exo).

- la réponse imu spécif est :

* xénophobe. (càd ne tolère aucun été "non soi")

* spécific : l'imu établie envers 1 agent étranger ne s'exerce qu'envers cet agent (fig 5)

* mémorisée (doc 8 p 137).

fig 8.32 p 132 : un second contact avec le m̄ antigène ⇒ réact° + forte et + rapide d'où pratic de la vaccinat° et des rapels (fig 8-33 p 132); vaccinat° et rapel reposant sur la mémoire imu et la spécificité de cete mémoire.

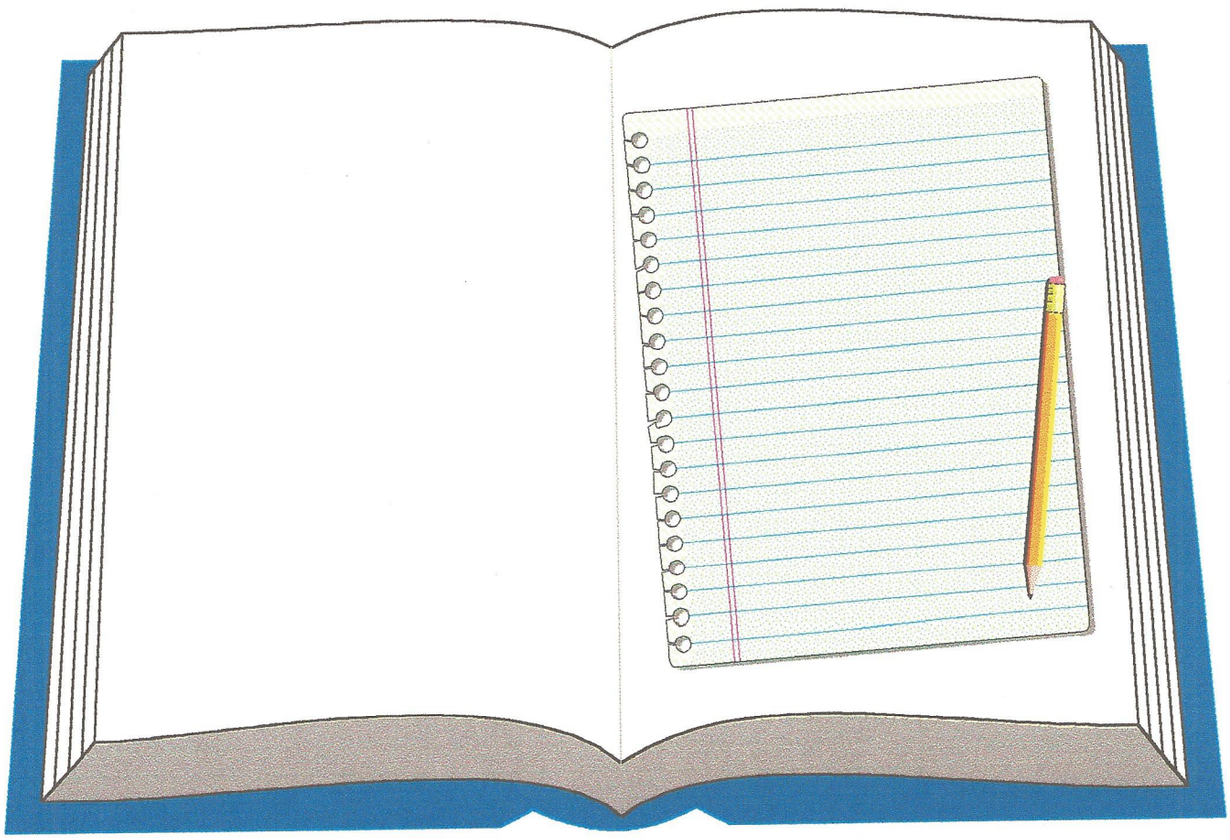
- Selon le typ d'agression d^t l'organism est victim, la réponse est + humorale que ¢air ou vice et versa.

En fait, il y a tjrs intricat° de ces 2 mécanism. Les réact° de défense permett (sauf ds le cas d'atteint des LT_4) de maintenir l'intégrité du soi.

q 7 p 131

PARTIE 3

NEUROPHYSIOLOGIE



PARTIE 3

NEUROPHYSIOLOGIE

TP. ETUDE EXPERIMENTALE d'un REFLEXE MYOTATIQUE

ex REFLEXE ACHILLEEN (manifestations mécaniques et électriques)

(matériel utilisé EXAO)

Objectifs des expériences

1e expérience : f_1

- manifestations électriques de l'activité d'un muscle : enregistrement d'un électromyogramme
- visualisation de l'activité du soléaire lors de contractions plus ou moins intenses

2e expérience f_2

- visualiser les électromyogrammes de muscles antagonistes lors de mouvements coordonnés

3e expérience f_3

- visualiser l'électromyogramme de la réponse du muscle soléaire
- mesurer le temps de réaction et calculer la vitesse du message nerveux

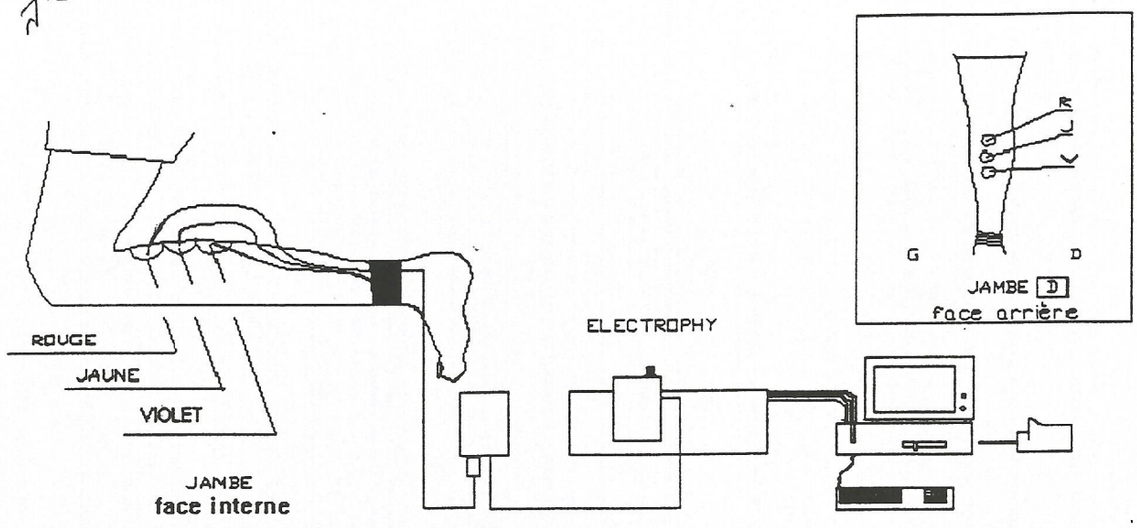
4e expérience f_3

- visualiser les électromyogrammes des réponses du muscle soléaire lorsque l'intensité de la stimulation augmente

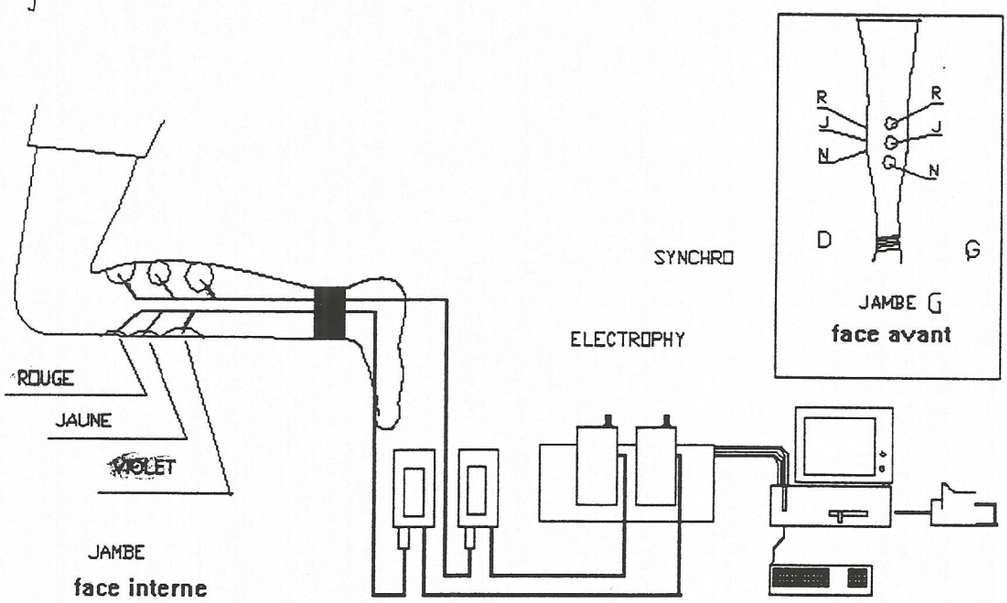
5e expérience f_3

- visualiser l'électromyogramme de la réponse du muscle soléaire lorsque le jambier antérieur est contracté

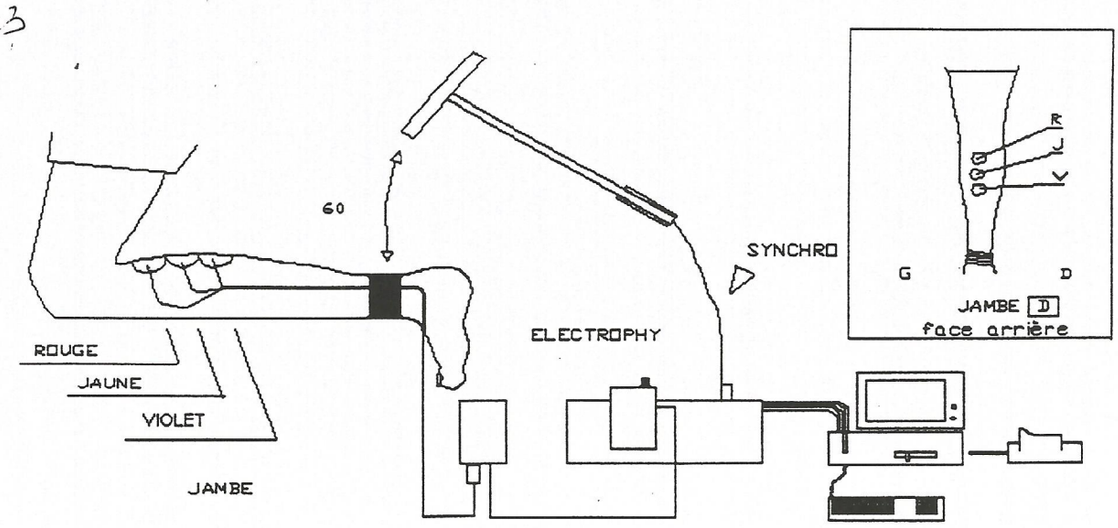
f1


R
J
V
G
D
JAMBE D
face arrière
ELECTROPHY
ROUGE
JAUNE
VIOLET
JAMBE
face interne

f2


R
J
N
R
J
N
D
G
JAMBE G
face avant
SYNCHRO
ELECTROPHY
ROUGE
JAUNE
VIOLET
JAMBE
face interne

f3

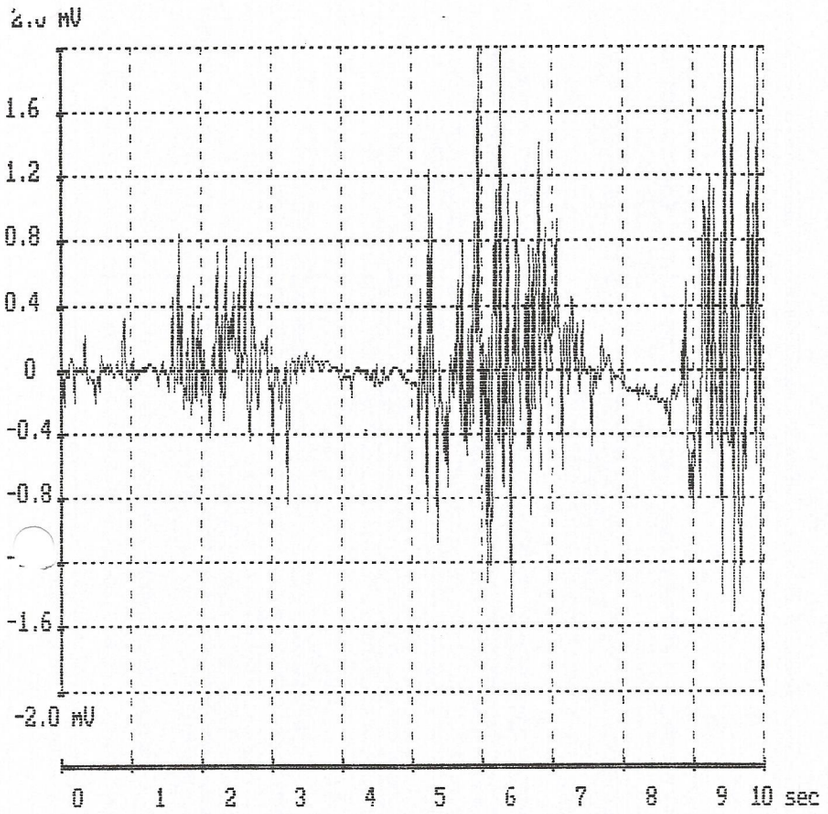

60
SYNCHRO
R
J
V
G
D
JAMBE D
face arrière
ELECTROPHY
ROUGE
JAUNE
VIOLET
JAMBE

ELECTROMYOGRAPHIE

activite electrique d'un muscle

contractions d'intensites croissantes

0 : 10



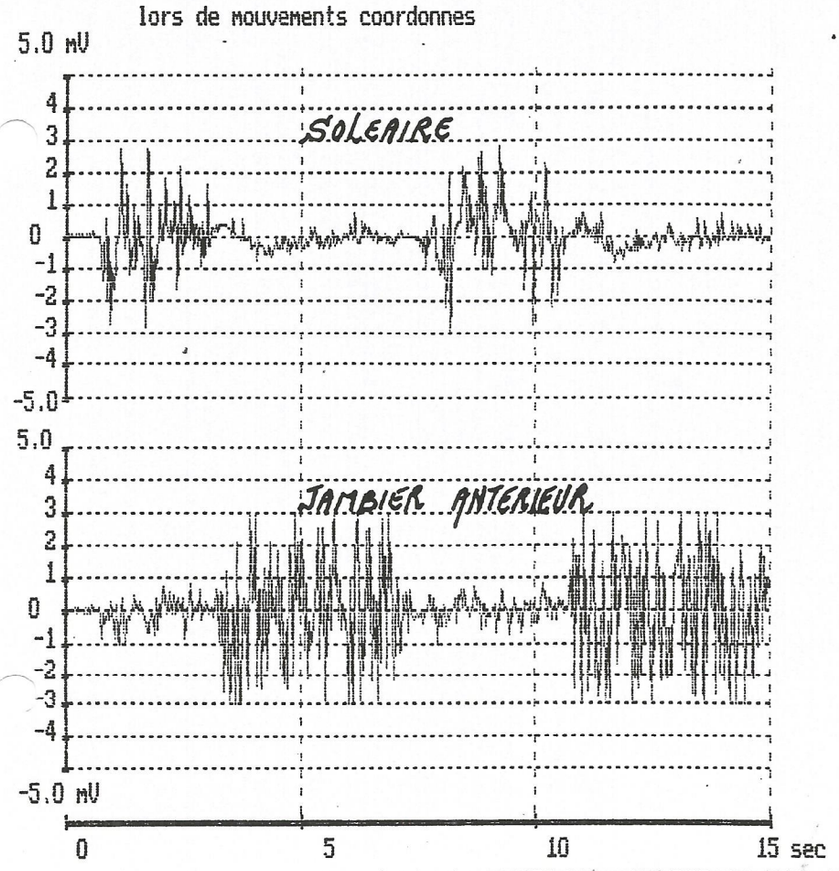
1ère expérience

ELECTROMYOGRAPHIE

activite electrique de muscles antagonistes

lors de mouvements coordonnes

0 : 15



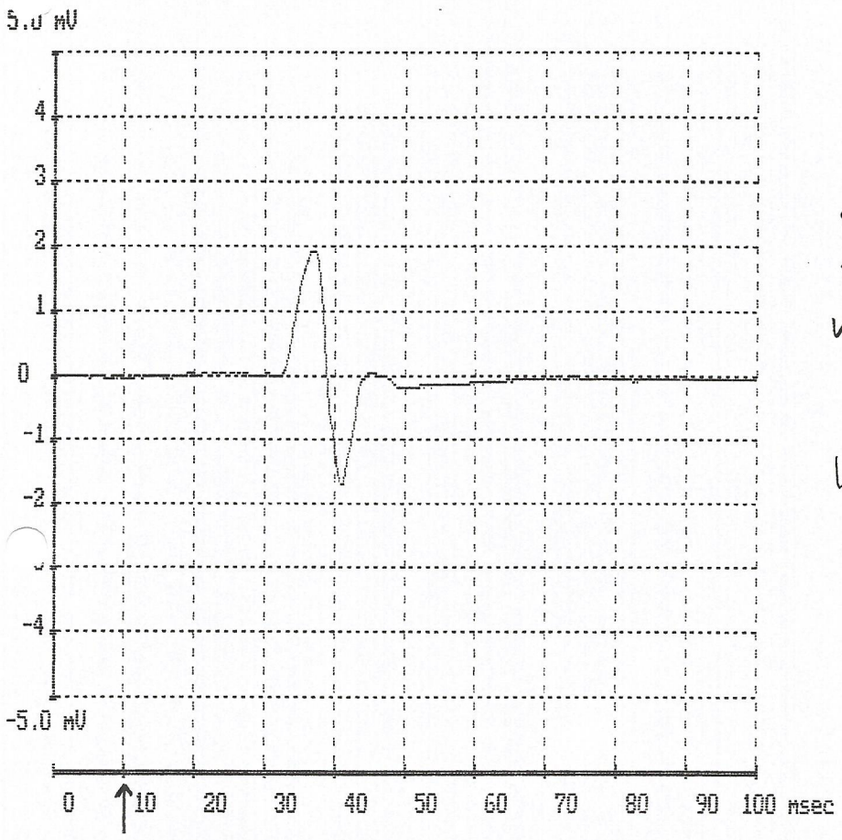
2ème expérience

REFLEXE MYOTATIQUE

électromyogramme de la reponse du

muscle soleaire

100 msec



3e expérience

Calcul de la vitesse du message nerveux :

$$V = \frac{d}{t} \quad \begin{matrix} m \text{ ou } mm \\ s \quad ms \end{matrix}$$

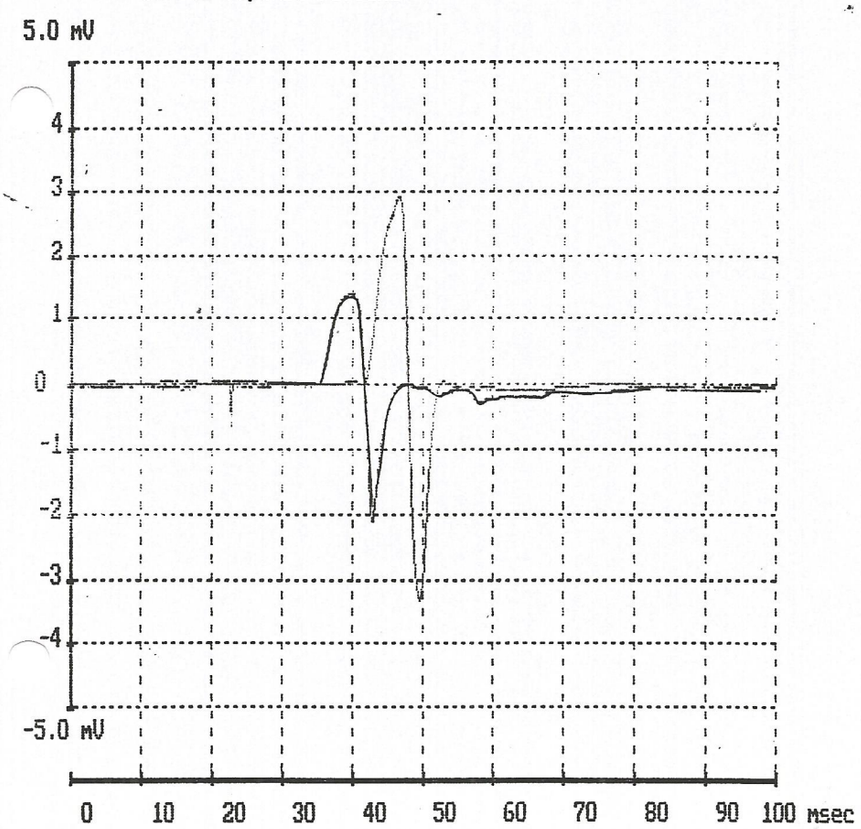
$$V = \frac{1,56}{23 \times 10^{-3}} = 67,8 \ m.s^{-1}$$

REFLEXE MYOTATIQUE

influence de l'intensite de la stimulation

sur la reponse reflexe

100 msec

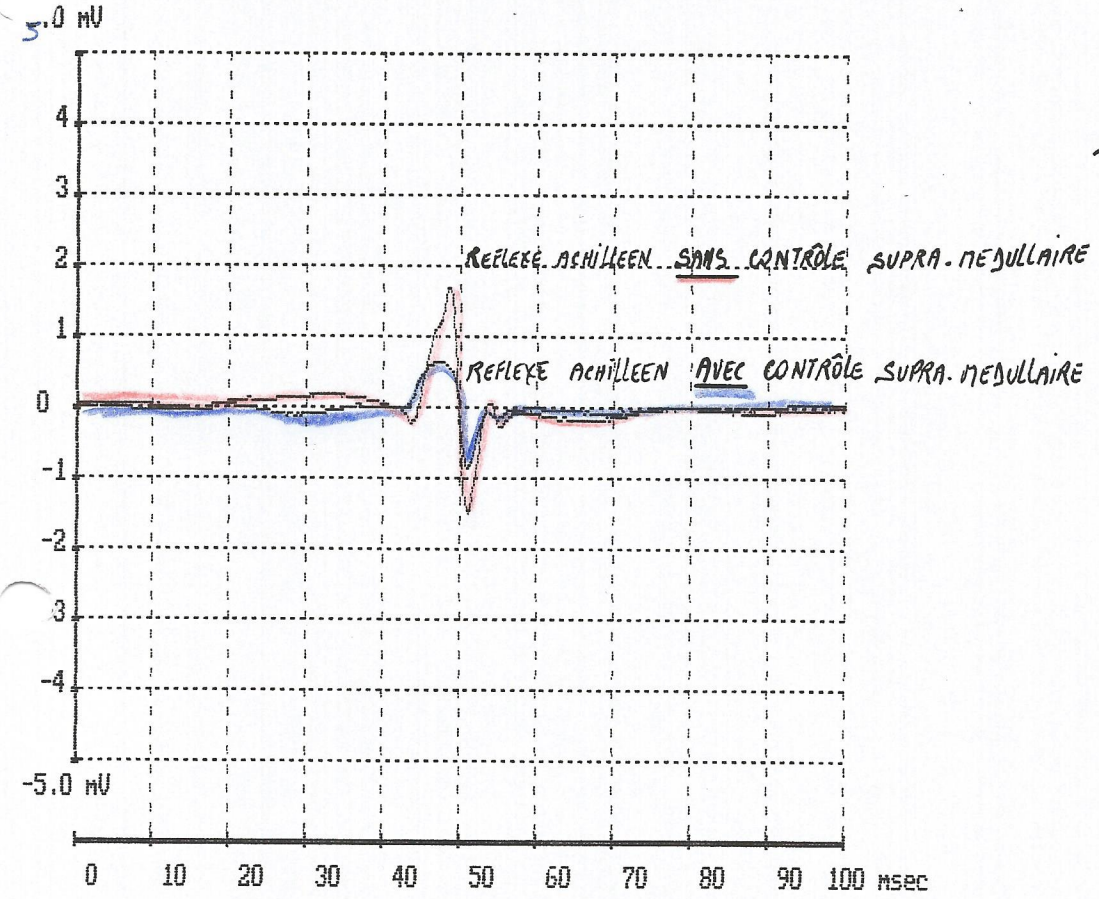


4e expérience

REFLEXE MYOTATIQUE

modulation de l'activite reflexe lorsque le jambier antérieur est contracté

100 msec



5e experience

PROPRIÉTÉE INTÉGRATRICE DES CENTRES NERVEUX ET FONCTIONNEMENT DES NEURONES

I Un exemple de motricité somatique (= maintient de la posture).

- Rapel : l'exécut° d'1 mvm^t (mvm^t volontaire comme réact° réflex) nécessite :
  - Des effecteurs musculaires
  - Le system nerveux central assurant leur command.
- Il en est de m̄ en ce qui concerne le maintien de la posture. Celle ci est maintenue de manière active et dinamic grâce à un ajustem^t constant des command musculaires ce qui suppose le traitem^t rapid par les centres nerveux des très nombreuses infos qui leur parviennent.

Le control de la postur repose sur des mécanism réflex

1. Un ex de réflex mistatic : le réflex

achiléen.

a) observat° fig 10.3 p 146.

un coup porté sur le tendon d'Achille étire le muscle sural déclenche la contract° brutale du " " (= muscl extenseur du pied), l'électromyogram témoignant de cet contract° et par suit l'extent du pied.

b) concl

- Cet réacl est provoqué par la stimulat° le mum^t est involontair (= automatic = le cortex cérébral n'intervient pas), stéréotypé et inéluctable (donc prévisible), inné*, adapté à un but de c'est un reflex. inné.

- Le muscl sural se contract en réponse à son propr étirem^t donc c'est un réflex miotatic (ou réflex d'étirem^t)
- NB : fig 10.4.a p146. lorsqu'un indiv est immobil debout sur un sol horizontal, ses muscl s^t tjrs plus ou moins étiré à cause de la pesanteur.
En réponse à ce léger étirem^t, les muscl se contract (les manif électric enregistrabl fig 10.4.a témoignent de leur contract°) de l'électromyogram
cet état de contract° permanente nécessaire au maintient de la posture est apelé tonus musculaire.

2. les organ mis en jeu.

a. observat° clinic.

- lorsqu'il y a dégénérescence des fuseaux neuromusculaires, le réflex achiléen n'∃ pas.
=> le message nerveux sait au niv des récepteurs sensoriels que s^t les fuseaux neuromusculaires.

- Une section accidentel du sciatic entraine la disparit des réflex ds les muscl inervé par le sciatic
=> le sciatic est indispensabl à la propagat du messag
- la destruct accidentel de la région lombosacrée de la moelle épinière entraine la disparit du réflex myotatic ds les muscl inervés par le sciatic.
=> la moel est indispensabl à la réalisat du réflex.

b. concl fig 11.

3. supports cytologics

a organisat ¢aire des organes impliqués

+ fuseau neuro-musculaire

→ fig 10.7. p 148 + fig 12.

Il est constitué de qque ¢ musculaire transformé, disposés //mt aux fibres muscu normal. Autour de leur parti médiane non contractile, s'enroulent les terminaisons nerveuses des fibr sensitives.

+ fig 10.12 p 149.

- Ils st sensibl à l'étirement du muscl.
- Ils émettent en permanence des msg sensitifs (= afferents) lorsque le muscl est ∅ repos (l'étirement du muscl est alors faibl : seule l'apensenteur intervient) : Ils st à l'origin du tonus muscu
- L'ors d'un étirement + important du muscl (ex coup porté sur le tendon d'achile) ils émett des msg à l'origin du réflex myotatic tipic.

+ tissus nerveux.

NB le système nerveux central comprend :
- centres nerveux (= ancéfale + moelle épinière).
- Nerfs (ancéfalic + rachidiens).

▸ moelle épinière. (ME).

• coupe transversale: observable macroscopiquement. fig 13

• substance grise (SG) au microscope optique, au niveau des cornes antérieures de la ME fig 14. + fig 12.5. et 12.6. p 180.

• substance blanche (SB) au microscope optique constituée de fibres nerveuses identiques non réunis en faisceaux.

Chaque fibre est constitué d'un cylindraxe et d'une gaine de myéline. fig 15.

▸ nerf

• Coupe transversale d'(fig 16 + fig 10.1 p 145.) montre que les nerfs sont constitués de fibre nerveuse réuni en faisceau par du tissu conjonctif.

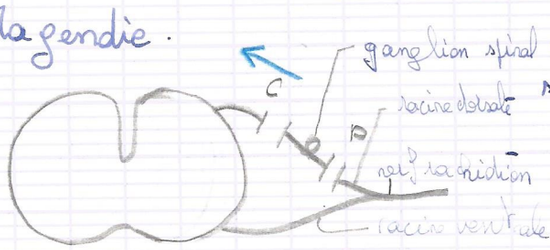
• ∃ 2 sorte de fibre : fig 11.15. p 163. - fibre myélinique fig 17 : la gaine de myéline est donnée par l'empilement des membranes de la C de schwann après enroulement serré de celle ci autour de l'axone.

- fibre amyélinique fig 18. le tissu nerveux est constitué de C nerveuses ou neurones fig 20. c'est une unité anatomique en liaison avec les autres neurones par des synapses (p 143) au niveau desquels ∃ une polarité physiologique.

- les neurones form des chaines neuronique fig 19.

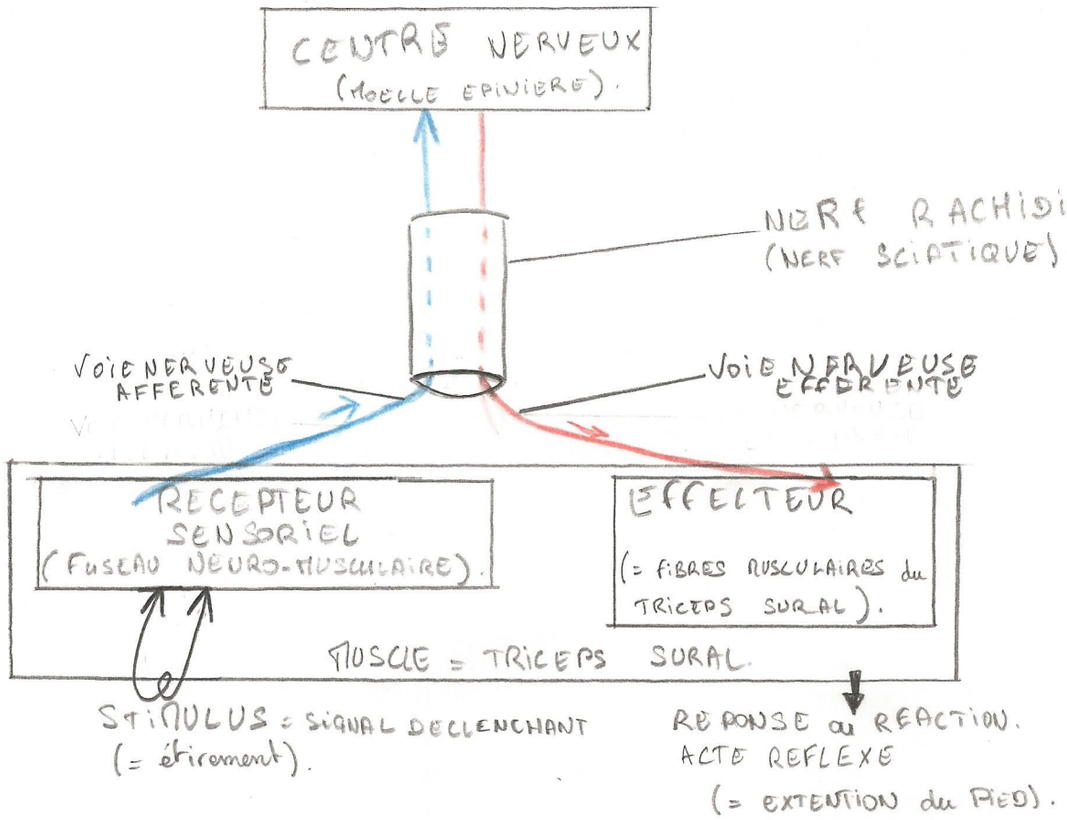
b) neurones intervenant dans le réflexe myotatique

★ rôle des racines rachidiennes: expériences de Magendie.

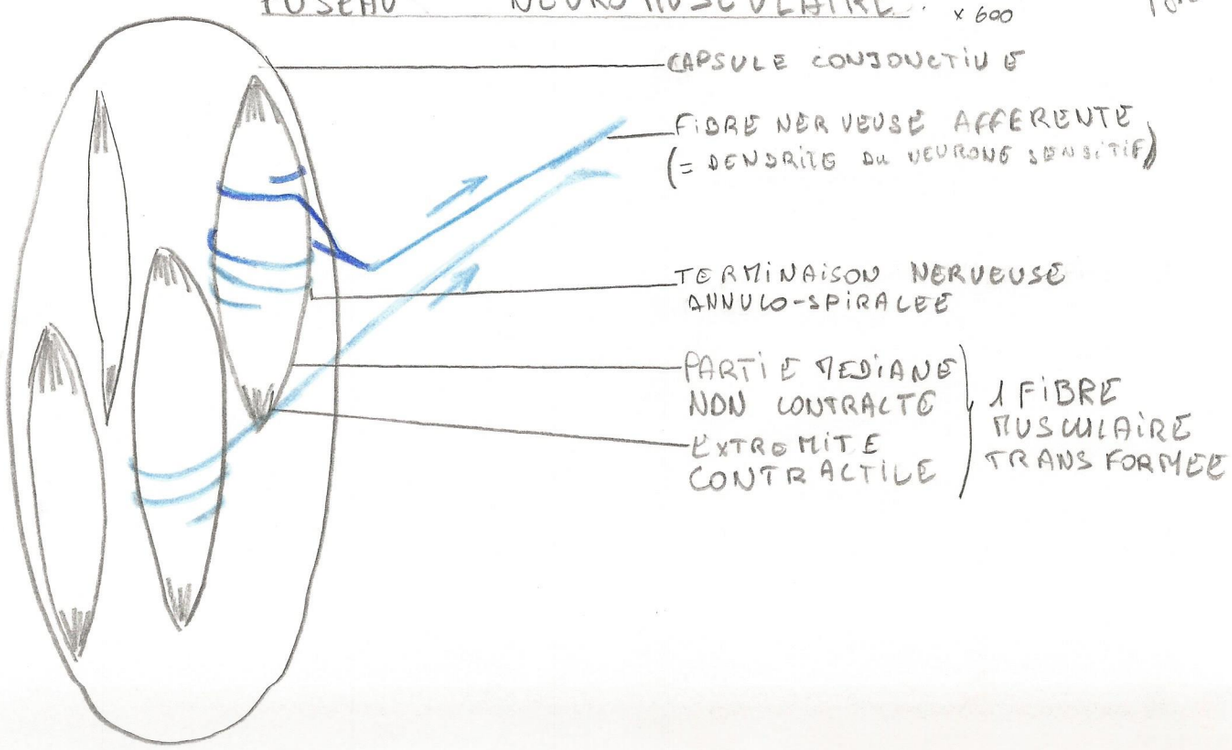


stimulation en D => aucun effet
en C => manifestation de douleur
réaction motrice.

ORGANES IMPLIQUÉS dans UN REFLEXE MYOTATIQUE
= REFLEXE ACHILLEEN



FUSEAU NEURO MUSCULAIRE. × 600



COUPE TRANSVERSALE De la MOELE EPINIERE

x 40.

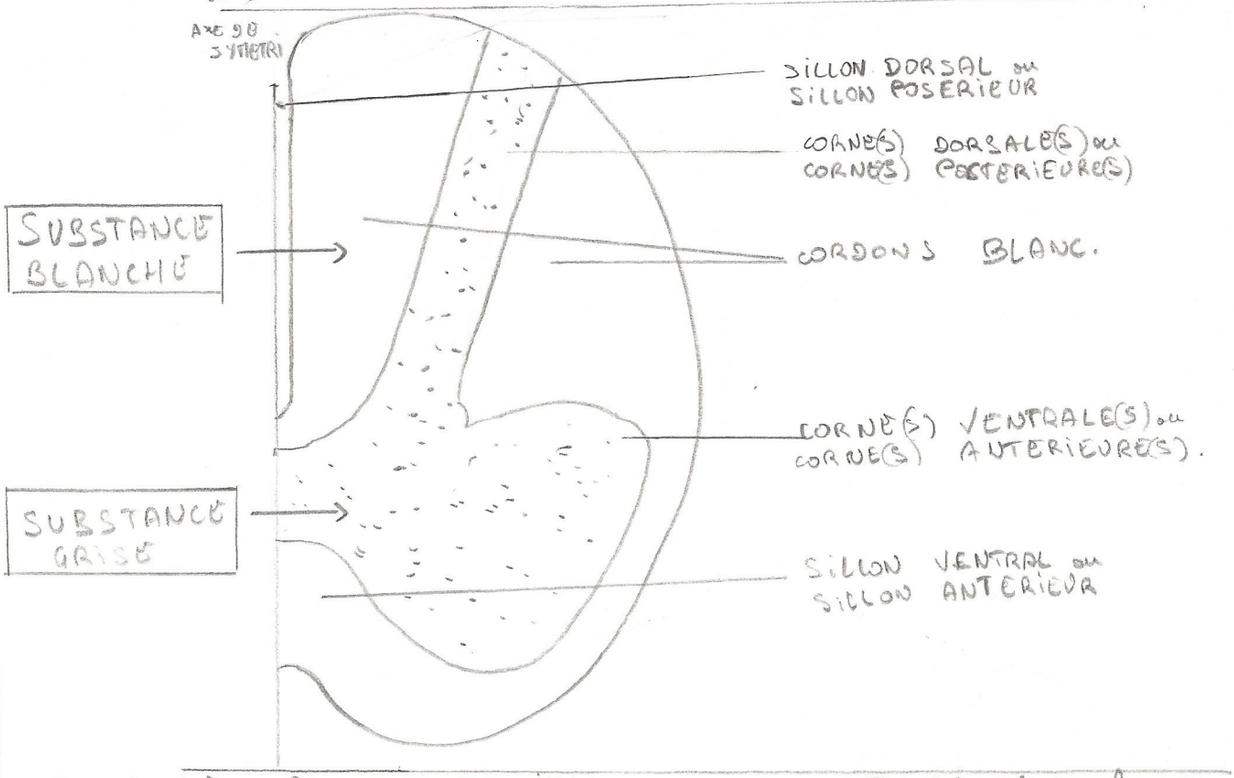


fig. 14.

SUBSTANCE GRISE au NIVEAU DES CORNES VENTRALES De la MOELE

x 900

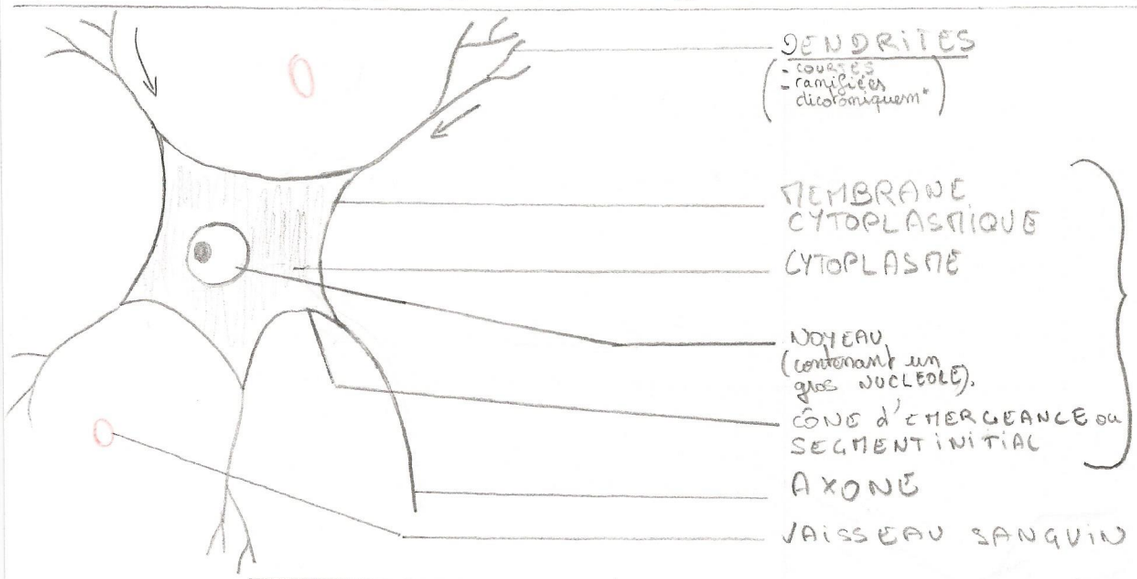
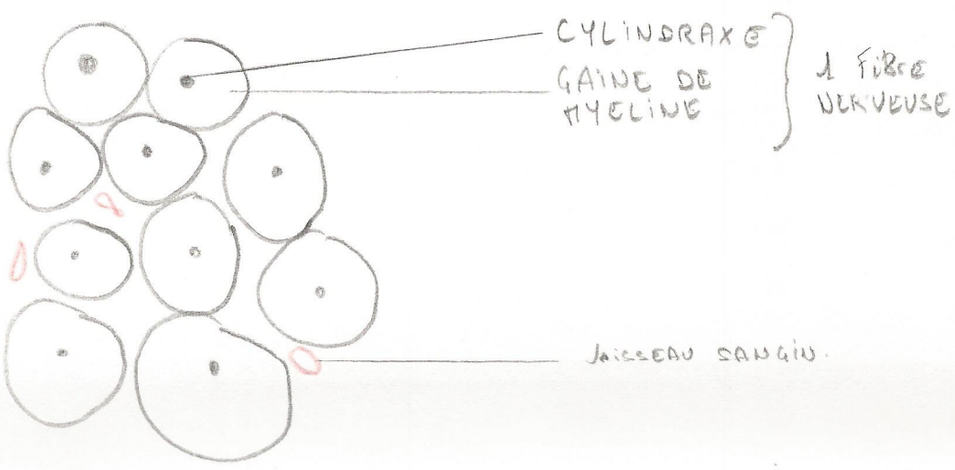


fig. 15

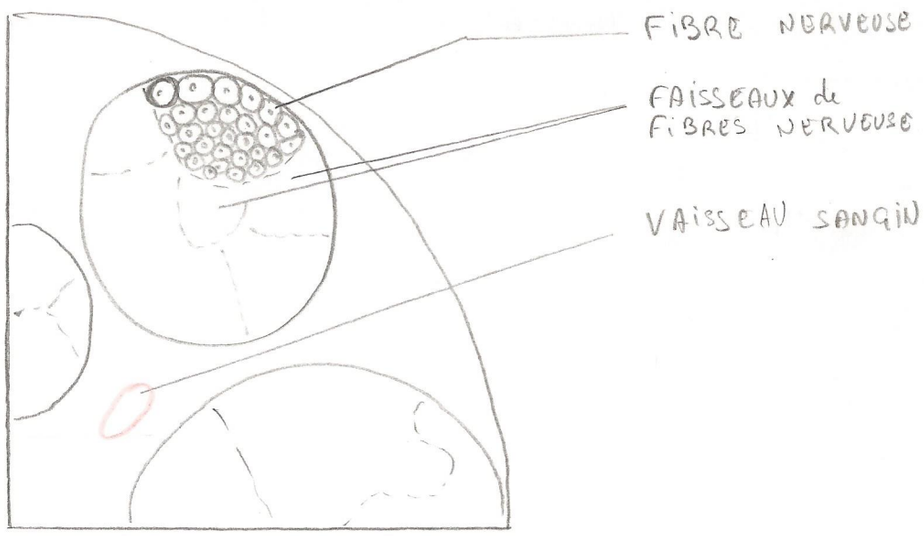
SUBSTANCE BLANCHE AU NIVEAU DES CORDONS BLANC DE LA MOELE

x 900



COUPE TRANSVERSALE [illegible] × 100.

fig 16.



FIBRE NERVEUSE au niveau des NERFS

fig.17.

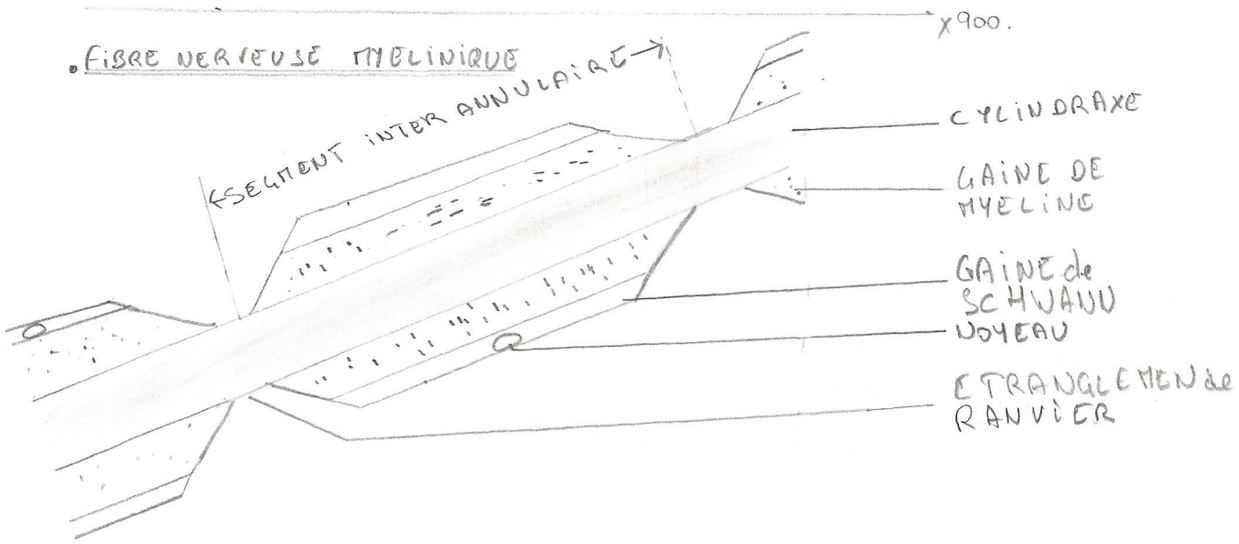
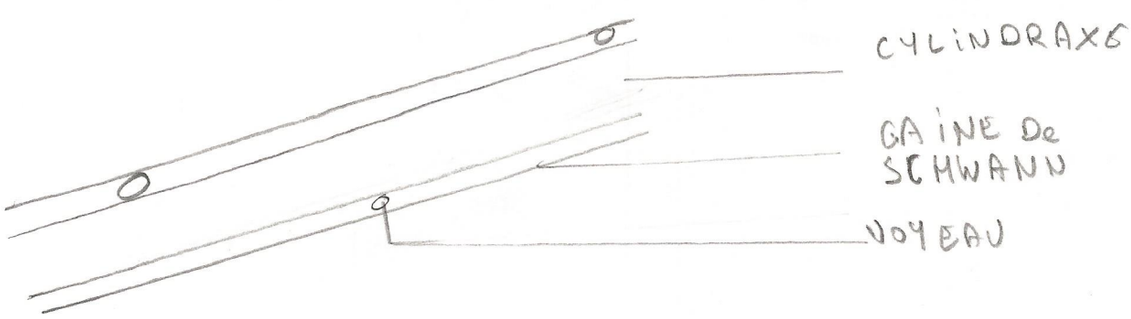


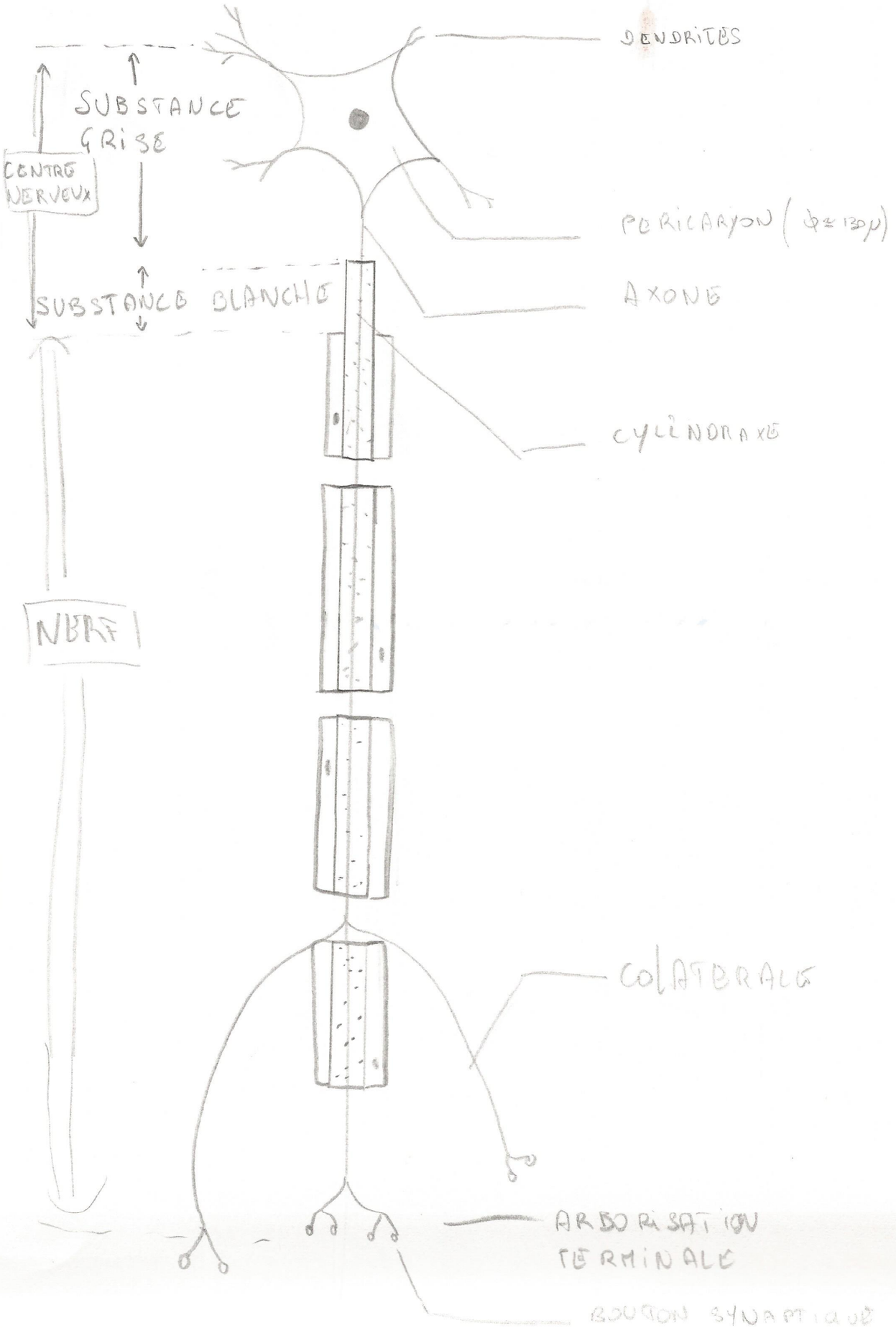
fig.18.

• FIBRE NERVEUSE AMYELINIQUE.

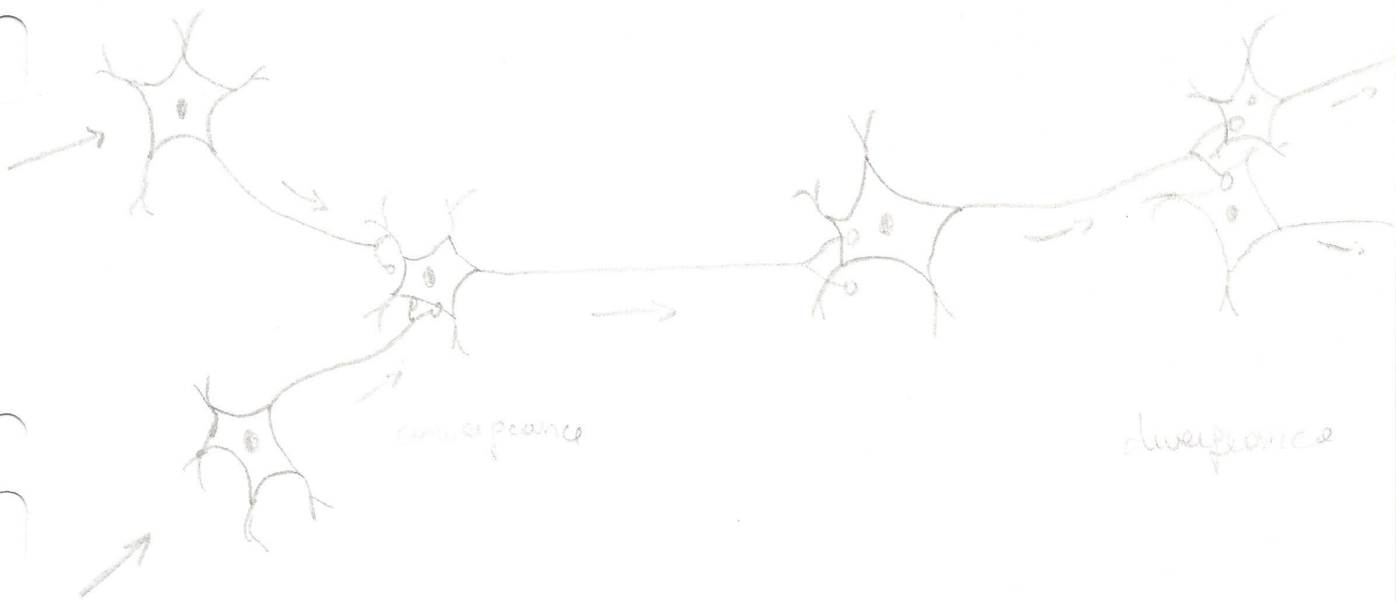


CELLULE NERVEUSE ou NEURONE

fig 20



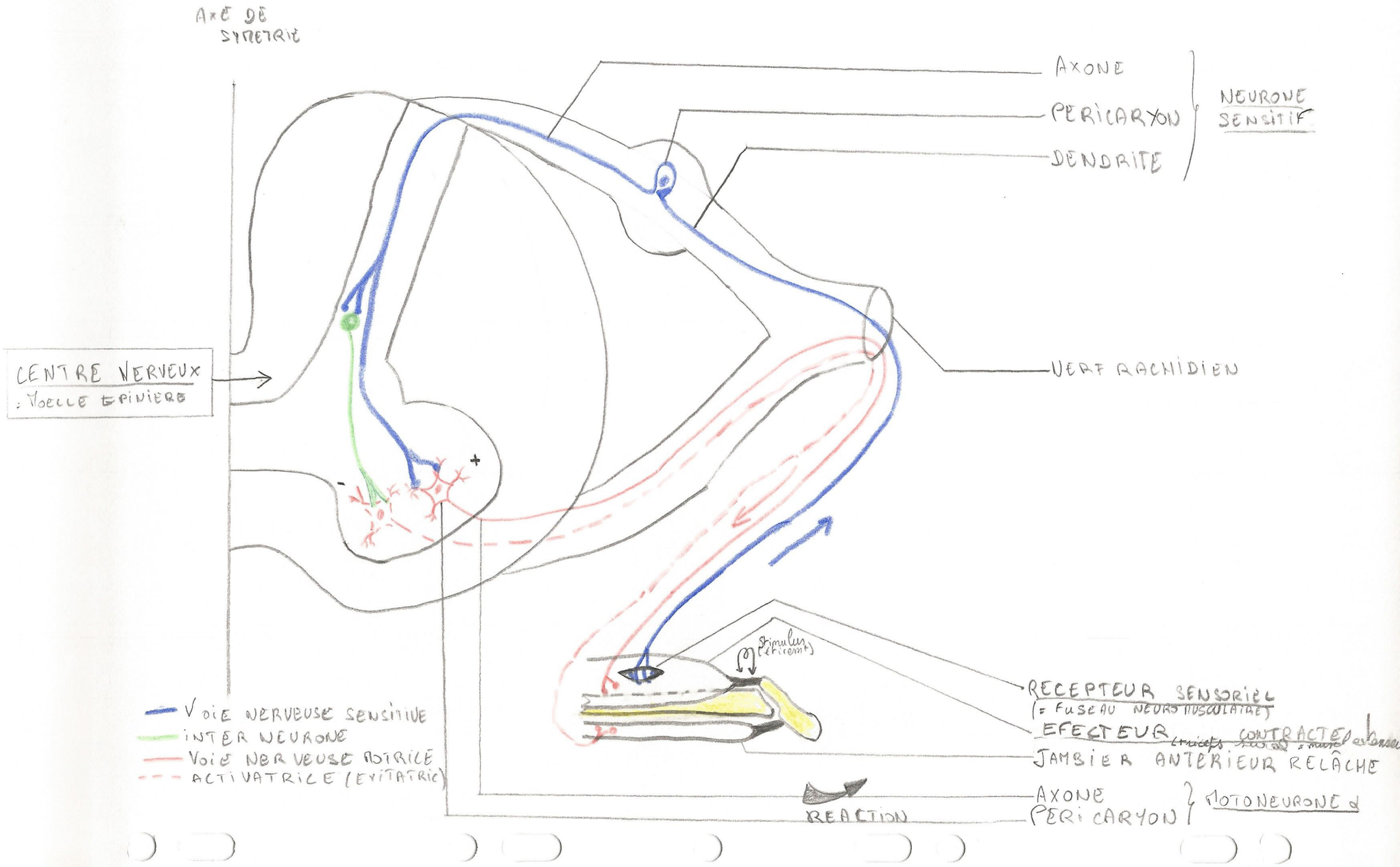
CHAÎNE NEURONIQUE



→ sens de propagation du message nerveux

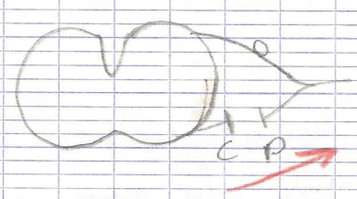
ARC REFLEXE MYOTATIQUE ET INNERVATION RECIPROQUE

fig a



} => la racine postérieure conduit l'influx nerveux ds le sens centripète : elle est formée de fibre nerveuse sensitive ou centripète ou afferente

- A long terme il y a dégénérescence des part de fibres qui ne st pas en relat avec le ganglion spinal } ces fibres ∈ à des neurones dt les péricaryons se trouvent au niv du ganglion spinal (fig 10.8 p148)



- stimulat en P => contract musculaire ds la partie innervée.
- St en C => aucun effet

} la racine antérieure/ventrale conduit l'influx nerveux ds le sens centrifuge elle est formé de fibres nerveuses motrices ou centrifuge ou efferente.

- A long terme on observe une dégénérescence des part de fibr nerveuse ds le tronçon périphér.

} les fibr nerveuses ∈ à des neurones dt les péricaryons se trouvent au niv des cornes antérieures de la moelle épinière.

* fig 10.13 p149 q3 et 4
* concl : fig 3/c ✗

- le réflexe myotatique est monosynaptique. (= 1 seule synapse)
- le fonctionnemt coordonné des muscl antagonist. (voir fig 10.21 p154) ne peut s'expliquer que par une inhibat réciproq
  - la commande de la contract du muscl extenseur s'accompagne de l'inhibit des moto neurones α du muscl fléchisseur antagoniste
  - cette inhibit est réalisée par des inter neurones mis en jeu

par des collatérales des neurones sensitifs. Le circuit qui conduit l'influx inhibiteur vers le muscle fléchisseur antagoniste du précédent est polysynaptic.

4. La moelle est caps. d'assurer une coordination de la réponse encore + complexe.

(cycle + fig 10.15. p 150. q 12.3)

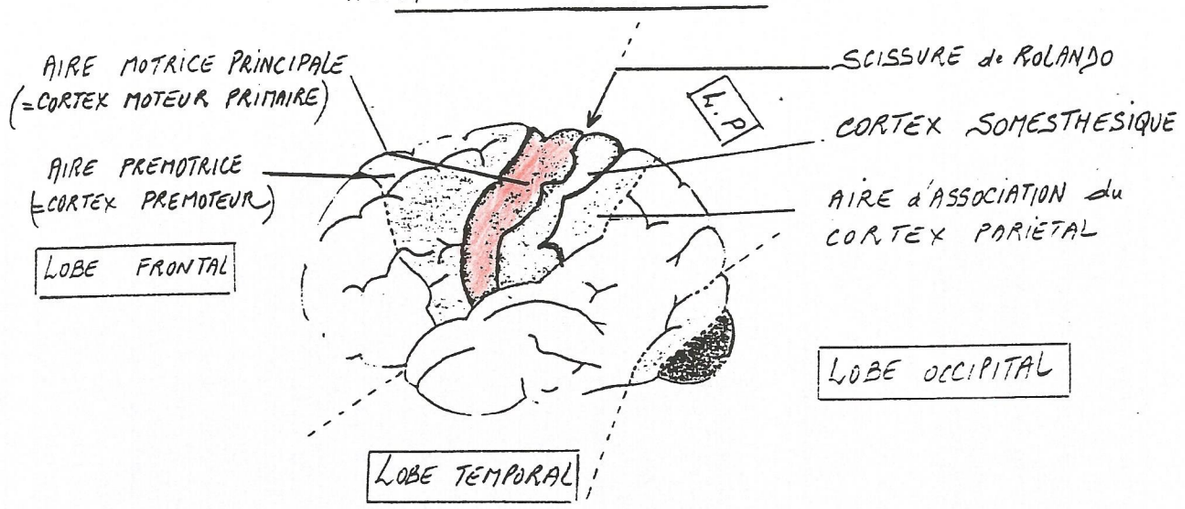
- fig 9

- les msg nerveux provenant des centres nerveux supérieurs (cerveaux/ex) modifient l'amplitude des réponses réflexes : les motoneurones « intègrent » ces nvelle infos.

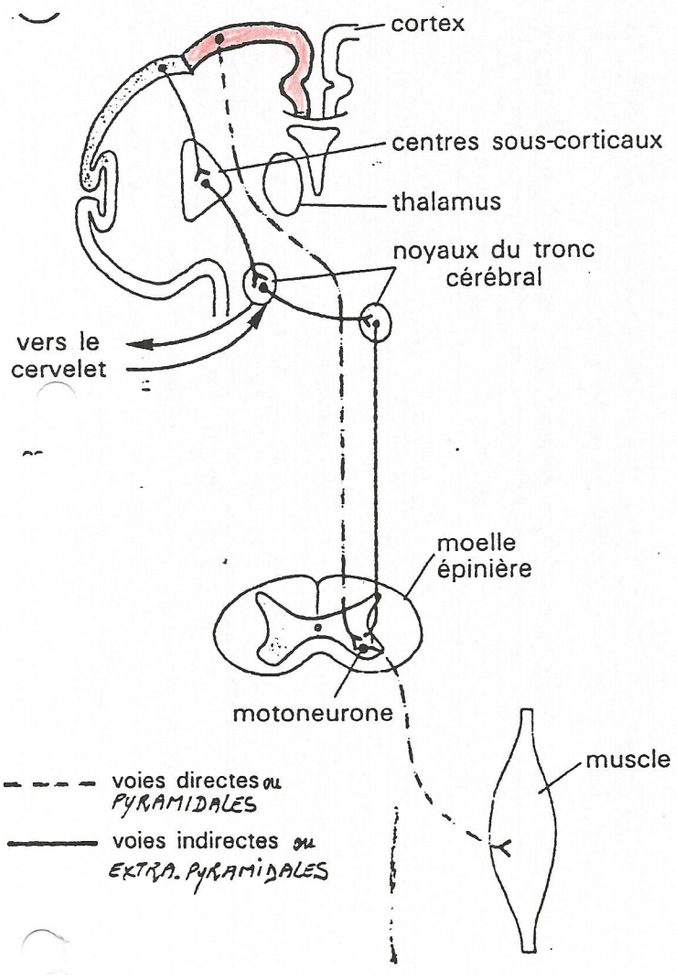
5. concl.

L'arc réflexe myotatic et l'innervation réciproque permettent le maintient de la posture par la mise en jeu de boucle de régulation. Celles ci sont constituées de chaines neuronic organisées en réseau qui rendent possible la divergence des infos (les msg afferents se distribués à plusieurs motoneurones) ou leur convergence (un motoneurone reçoit des infos de diff natures et d'origines diverses). La réponse globale d'1 motoneurone résulte de la somme des influences activatrices et inhibitrices qu'il reçoit. Ceci définit les caps d'intégration d'1 centre nerveux.

HEMISPHERE CEREBRAL GAUCHE



VOIES MOTRICES



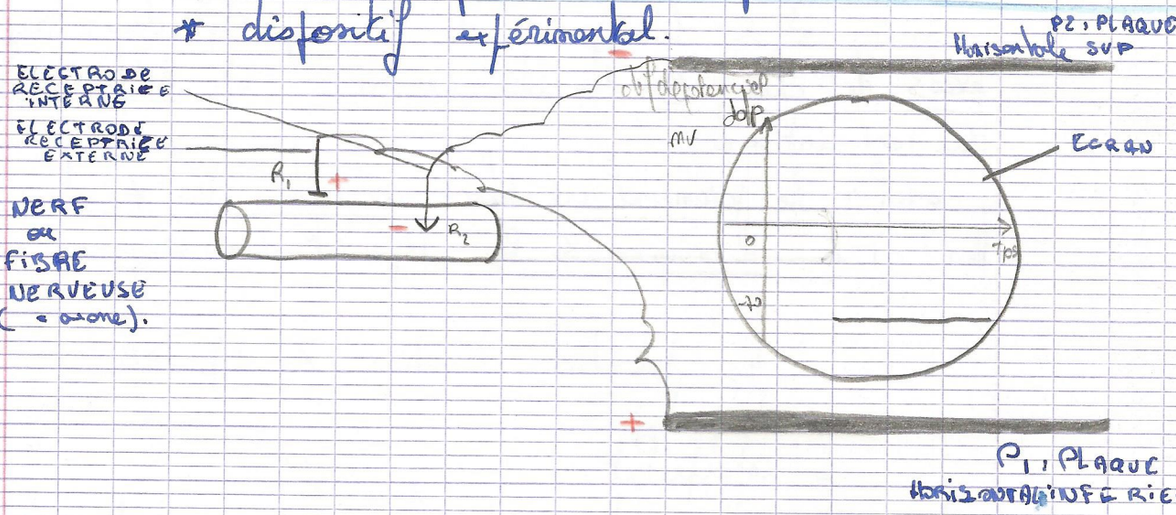
II Le message nerveux

Le traitement des infos par le centre nerveux est possible car ∀ les msg qu'il reçoit ou emmet s^t de m̂ nature : il s'agit de potentiel d'act°

1 génèse des msg nerveux au niv° des nerfs et des fibres nerveuses

a. potenciel de repos ou de membrane

* dispositif expérimental.



* interprétat°.

- Puisque le balayage horizontal s'est + ou 0 (comme avant d'enfoncer l'élect-od R_2) ns à -80 mv, c'est que :
  - P_1 attire l'é : dc P_1 est > 0 de m̂ que R_1 à laquelle P_1 est reliée.

. P_2 repousse l'e^- : dc P_2 est <0 de m̂ que R_2 à laquelle P_2 est reliée.

- concl : la membrane de la fibre nerveuse non stimulée présente une polarisat° electrostable qui constitue le potenciel trans-membranaire de repos ou potenciel de repos ou potentiel de membrane. L'exterieur étant chargé ⊕ et l'interieur ⊖.

* Origine du potentiel de repos. fig 11.4. p157

- ∃ une inégale répartit° des ions de part et d'otre de la membrane axonic.

- Les ≠ de [c] ionic de part et d'ot de la membrane axonic s'r à l'origine de la répartit° des charg : excès de charg ⊕ du coté extra ¢ et déficit de charg ⊕ du coté intra ¢

- concl : Le potenciel de repos résulte des ≠ de [c] ionic, elles m̂ à l'origine de la répartit° des charg.

b. potentiel d'action doc 2 p 158

* dispositif.

* interprétat°.

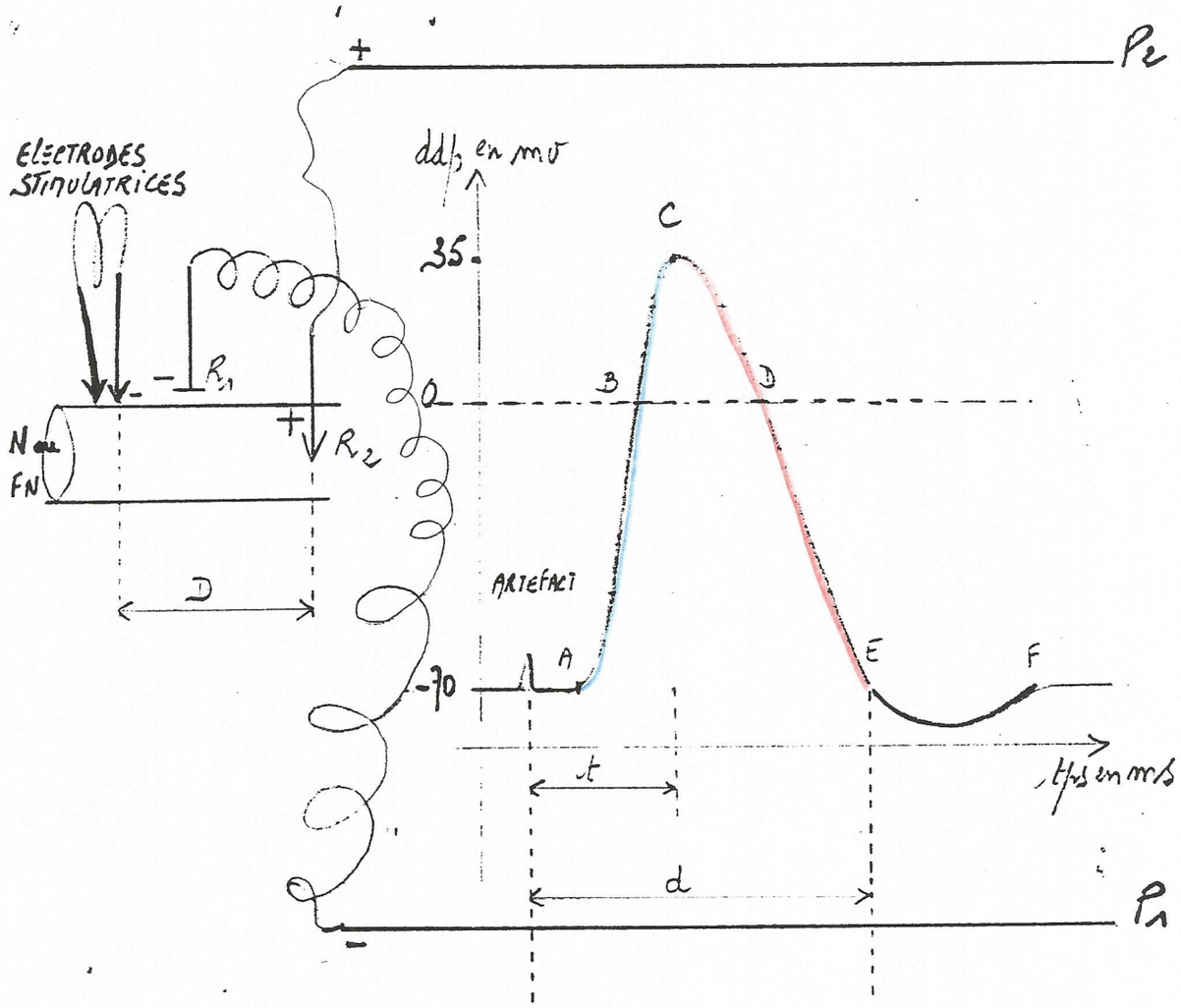
- Lors d'1 stimulat° d'intensité éficace, l'axone réagit par une modif du potenciel transmembranaire : le potenciel d'act° enregistré est un témoin de l'activité de l'axone.

- descript du potenciel d'act° est significat° des ≠ phases : le potenciel d'act° est une séquense stéréotypée comprenant : . une phase ascendente : de dépolarisat° de la membrane abortissant en BCD à une invert° de la polarité membranaire.

. Une phase descendente : Il y a repolarisat° de la membrane. La répartit° des charg est ramené à l'état de repos.

. Une phase CF : d'hyperpolarisat° due à un déficit des

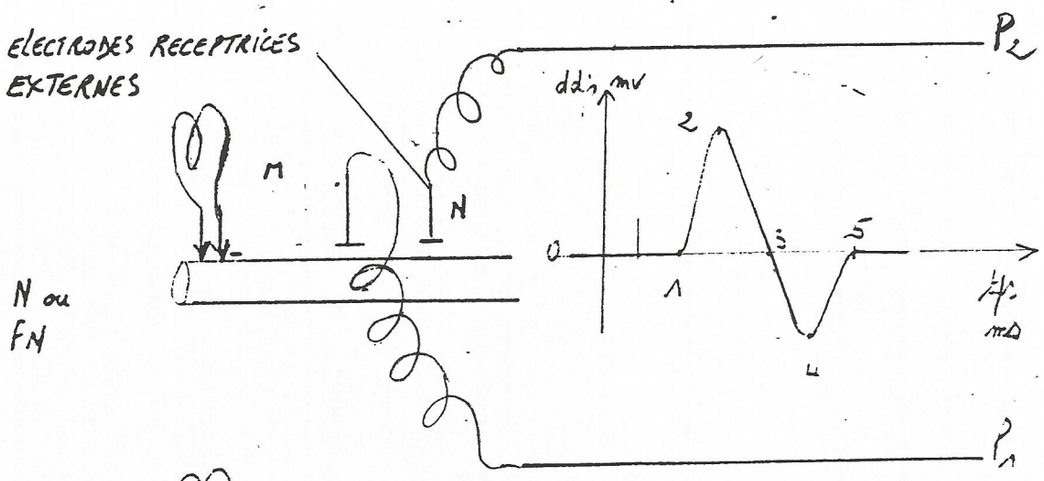
POTENTIEL d'ACTION

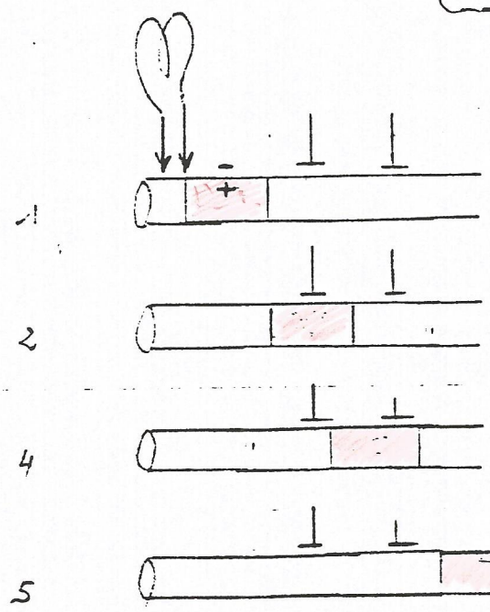


Phase ascendante
Phase descendante
Phase d'hyperpolarisation

Fig 111

PROPAGATION de l'ONDE de NEGATIVITE





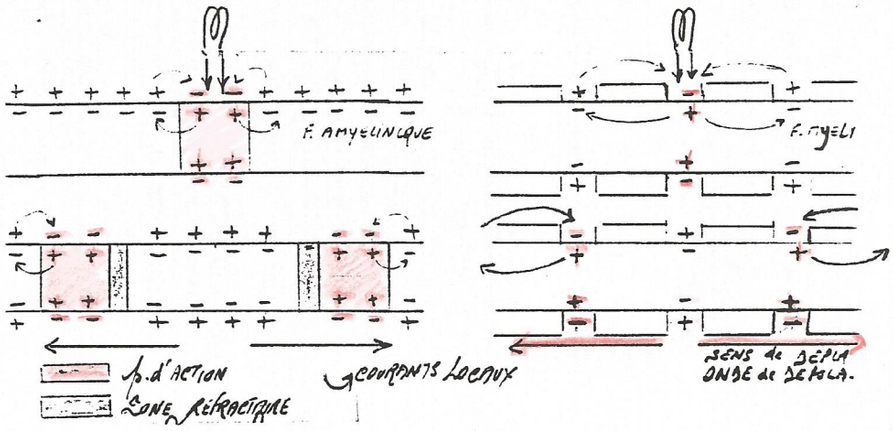
- Le spot décrit une courbe qui représente un potentiel d'action biphasique

- Les 2 pointes ne sont pas symétriques car les électrodes M et N sont très proches et on enregistre la somme algébrique de la dépolarisation de N et repolarisation de M

- Si on veut obtenir un potentiel monophasique il suffit d'écraser entre M et N

Fig 112

CONDUCTION : CAS EXPERIMENTAL



charges ⊕ du coté intra¢.
Le déficit s'atténu et il y a retour au potenciel de repos initial en F
- Amplitude du potenciel d'act. 70 + 35 = 105 mV
- Durée du po " " : d = 1/2 ms.
- Artéfacte : repère sur l'écran l'instant précis de la ⚡
- vitesse de l'influ nerveux = $\frac{D}{t}$

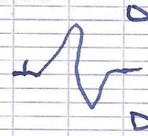
* mvmt des ions

La stimulat modifi la perméabilité de la membrane :
- 1° temps : les ions Na^+ pénètrent massivemt d'où l'invert de la polarisat.
- 2° temps : les ions K^+ sortent.

NB : H cela se fait très rapidemt

* Propagat ~~du potenciel~~ de l'onde de dépolarisat.

▷ dispositif et interprétat

fig.  III

▷ concl.

- Il y a passag d'1 onde de dépolarisat càd onde de négativité le long du nerf exité : cete onde est l'influx nerveux
- Des courants locos amènent, à partir du pt de stimulat le déplacemt de proch en proch de la zone superficiel négativée (fig 112).

• Ds le cas des fibr myelinic, la conduct est saltatoire car la myeline étant isolante, l'influx nerveux sort au niv des étranglemt de Ranvier.

• Ds le cas des fibr amyelinic, la conduct est continue car la polarisat de la membrane est uniform.

NB : Ds les condit expérimentales, le potenciel d'act se propage ds les 2 sens à partir du pt de stimulat

car il ne prend pas naissance comme dans les conditions physiologiques normales, à l'extrémité de la fibre.
- doc 6 p 162-163.
① ②
③ La vitesse de l'influx nerveux :
• dépend du diamètre de la fibre : + la fibre est grosse et + la vitesse est grande.
• dépend de la structure :
A diamètre égal, la vitesse est + grande dans une fibre myélinique (car la conduction est saltatoire) que dans une fibre amyélinique (car la conduction est continue).
Dans le cas de fibre myélinique, la vitesse est d'autant plus grande que la fibre est grosse car le diamètre de la fibre est proportionnel à la longueur du segment interannulaire.

* Caractère du potentiel d'action

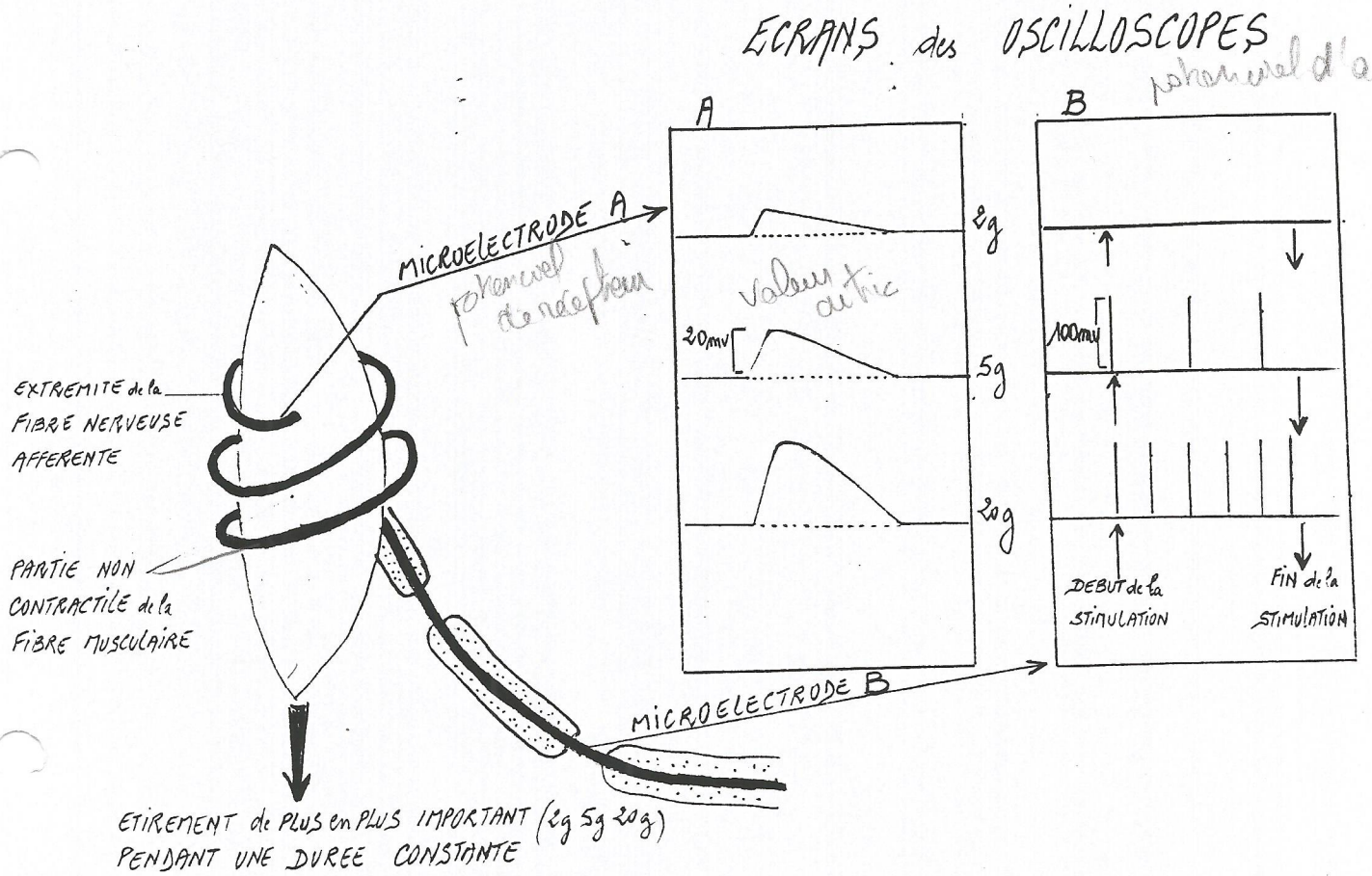
△ doc 3 p 159

①② Le potentiel d'action au niveau de l'axone n'apparaît qu'à partir d'une valeur seuil de l'intensité d'un stimulus.
③ "Loi du tout ou rien" valable pour une fibre nerveuse isolée

c'est-à-dire "L'amplitude du potentiel d'action est d'emblée maximale et est constante tant que croît l'intensité efficace utilisée.
① L'amplitude du potentiel global du nerf ↗ au fur et à mesure que croît le nbre de fibre nerveuse dans lequel naît un potentiel d'action, tant que les fibres n'auront pas le même seuil. Quand toutes les fibres sont "recrutées", l'amplitude du potentiel global du nerf est maximale.
△ doc 5 p 161.
③ Lorsqu'une région d'une fibre vient d'être le siège d'un potentiel d'action, elle est inexcitable pendant

DS

GENESE d'un MESSAGE NERVEUX au NIVEAU d'un RECEPTEUR fig 113.



une période réfractaire absolue : aucun potenciel d'act° ne peut se former ds cet région ; de ce fête, ds les condit° physio normale, la conduct° se fait ds un seul sens

* concl.

- La fibr à 2 propriété : exitable et conductrice

Alger - L'influx nerveux est recréé pt par pt par le mvmt des ions Na^+ et K^+ : le msg n'est pas modifié au cours de sa propagat° et il n'y a pas de perte d'info.

2) génèse d'1 msg nerveux au niv° d'1 récepteur sensoriel.

NB : Les potenciel d'act° prennent naissance :

- soit ds un récepteur sensoriel (ex fuseau neuromé aux niv° du quel se trouve leurs neurones ou leurs dendrites) au moins qui st stimulées par 1 stimulus déterminé.
- soit ds un centre nerveux (à la suite d'1 transmit° synaptic).

a) de la stimulat° au potenciel d'act° (fig 113 + doc 4 p 160)

- La stimulat° de l'extémité de la fibr aferente au niv° du site transducteur (= sit qui transform l'E mécanic en E électric) se traduit par une dépolarisat° de cete fibr au potenciel de récepteur.

- Caractéristic de ce potenciel de récepteur.
  - n'a pas de seuil
  - L'amplitude A en fct° de l'intensité du stimulus.
  - reste localisé au niv° du stimulus.
  - Lorsqu'il atteint une valeur critic dite seuil de potenciel, déclenche au niv° du site générateur le potenciel d'act° propageable.

b) codage de l'info.

- Les variat d'intensité du SR se traduisent par de variat de fréquence du potentiel d'act.
- Le codage en fréquence du msg nerveux permet une grde fidélité de sa propagat sur de longs distances.

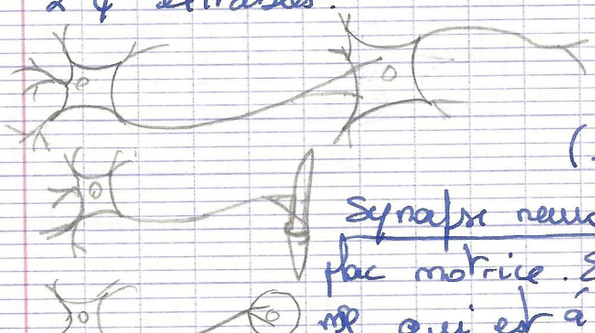
III Mécanisme synaptique.

1. Structure.

#1.

#2.

② Une synapse est une zonne de contact entre 2 ¢ excitables.



neuro (x2)
Synapse neuronique
Elle permet la transmiss (unicm¹ ds les centres nerveux)

Synapse neuromusculaire ou myoneurale ou plaque motrice. Elle permet la transmiss d'un msg qui est à l'origine de la contract musc

Synapse neuroglandulaire
Elle permet la sécrét glandulaire.

#3.

- ③
- ④

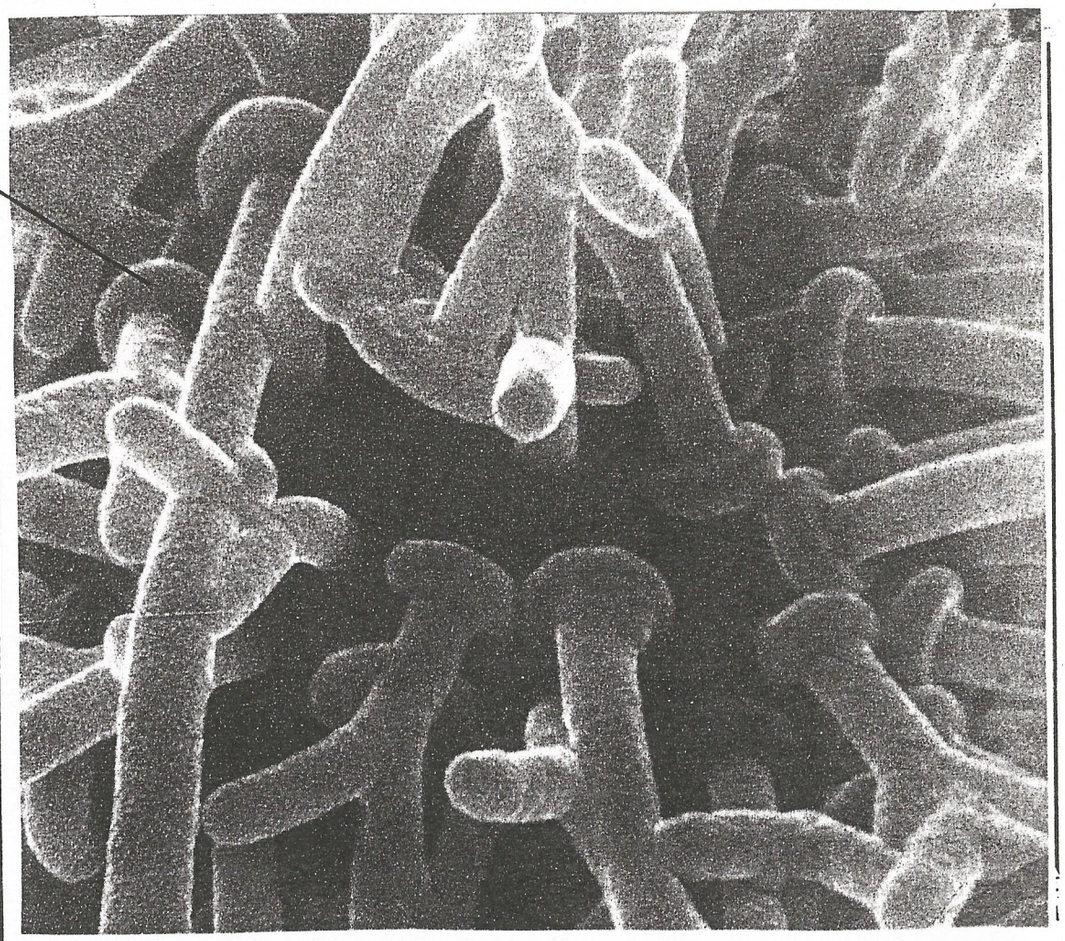
- La synapse a une structure asymétrique. La synapse a une asymétrie fonctionnelle (∃ une polarité physiologique)
=> ∃ une relat entre la structure et la fct
- La largeur de la fente empêche le passag du potentiel d'act et de la stimulat direct du neurone post-synaptic.
=> Il doit ∃ un intermédiaire assurant la transmiss d'info d'un

f.1

CORPS CELLULAIRE d'un MOTONEURONE de la MŒLLE EPINIERE

m.o. x 1200

M.E.B x 20.000



f.2

m.o x 320

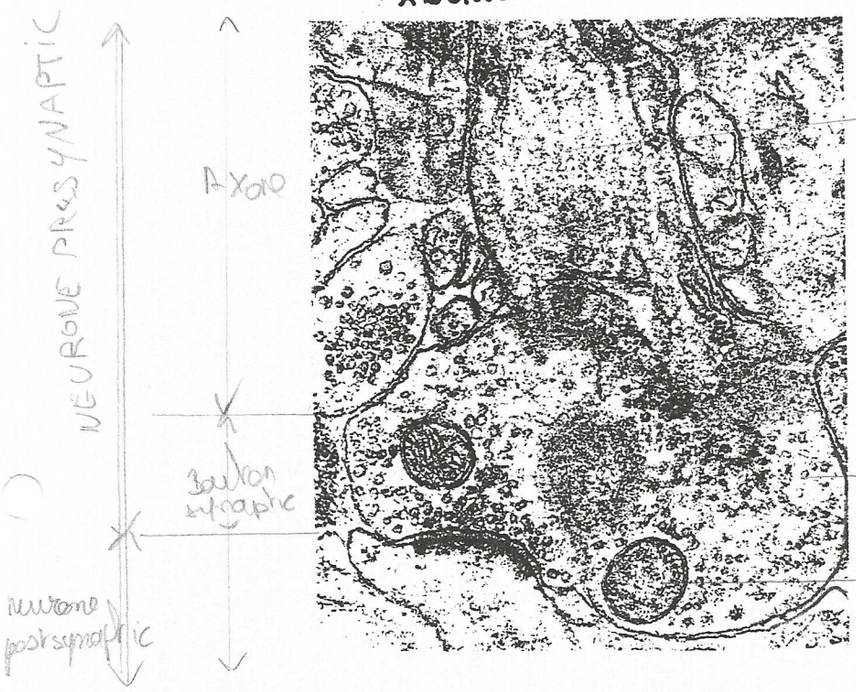
① Que représentent les nombreux points noirs qui recouvrent le corps cellulaire de ce motoneurone de la moelle épinière ?

② Comment pouvez vous définir une Synapse

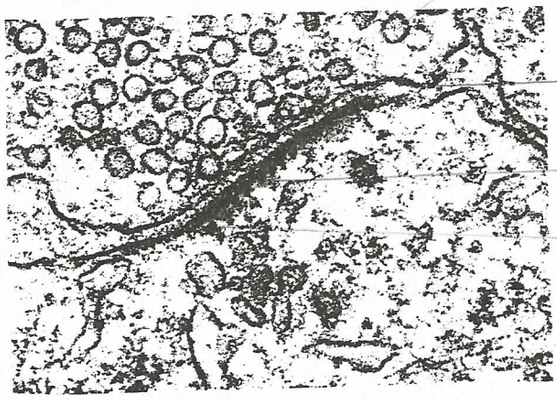
f.3

SYNAPSE dans un CENTRE NERVEUX

x 35.000

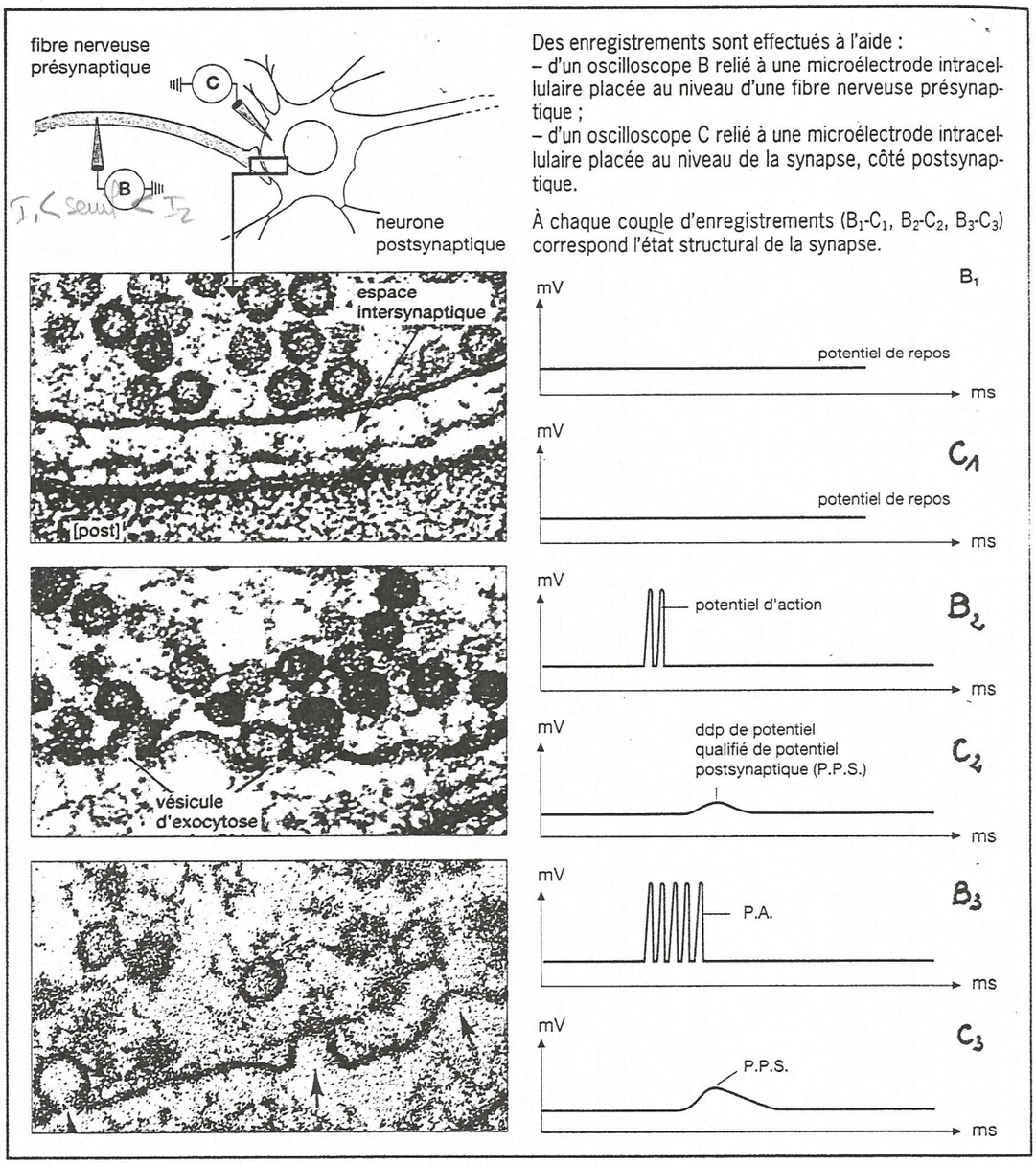


x 90.000



③ Quelles sont les différences structurales entre les éléments pré et postsynaptiques ?

④ Quelles hypothèses pouvez vous émettre à ce stade de vos observations ?



Transfert de l'information aux niveaux présynaptique, espace synaptique, postsynaptique.

(5) En analysant chaque couple d'enregistrement et en les rapprochant de l'état structural de la synapse émettez une hypothèse quant au transfert de l'information d'un neurone présynaptique à un neurone postsynaptique.

neurone présynaptic à la ¢ postsynaptic. (neurone).

2. fonctionem^t d'une synapse neuroneurale (située au niv d'1 centre nerveux) à transmit chimic

a) les étap du fctionem^t

* ~~pen~~ du neurotransmeteur

- Les neurotrans s^t syntétizés par le neurone à partir de substance aportées par le sang
- On les trouves au niv de tte les synapses.
- 1 neurone doné syntétize 1 neurotransmeteur, ms certains peuvent en syntétiser 2

• stocage

Les neurotransm s^t mis en réserves ds les vésicule synaptic.

* Libérat. (fig 4, q 5)

- qd le potenciel d'act arive ds le neurone présynaptic, la défolarisat de la membrane présinaptic déclenche l'entrée des ions Ca^{2+} ds le neurone présinaptic. Les ions Ca^{2+} active l'exocytose du neurotransmeteur ds la fente synaptic
- Au niv d'1 synapse, le msg nerveux prés synaptic de nature electric codé en fréquense de potenciels d'act est traduit en msg chimic codé en [c] de neurotransm

* fixat

- Ds la structure de la membrane post synaptic (fig 11,26 p 168) se trouvent de grosse molécules qui s^t des récepteurs spécific (serrure) d'1 neurotransm déterminé
- le complex neurotransm / récepteur induit une modif de la perméabilité aux ions de la membrane postsynaptic ce qui est à l'origine d'1 potenciel post synaptic. (PPS).

neurophy = q 1.

∃ un codage en amplitude du potenciel electric (PPS) au niv post synaptic.

- Conséquences de ce mécanism de la transmit° du msg neureux au niv de la synapse.
  - ∃ d'une polarité physiologic
  - Ralentissemt de la transmit° du msg.
    - + inactivat° rapide du neurotrm
    - + concl
      - shéma mn

la transmit° synaptic fait intervenir un triple codage

- l'arrivée du msg neureux ne donne pas naissance au niv post synaptic d'emblée à un potenciel d'act, ms à un PPS

b. Les 2 catégories fonctionel de synapse (fig n. 28 p 168)

- synapse excitatrice

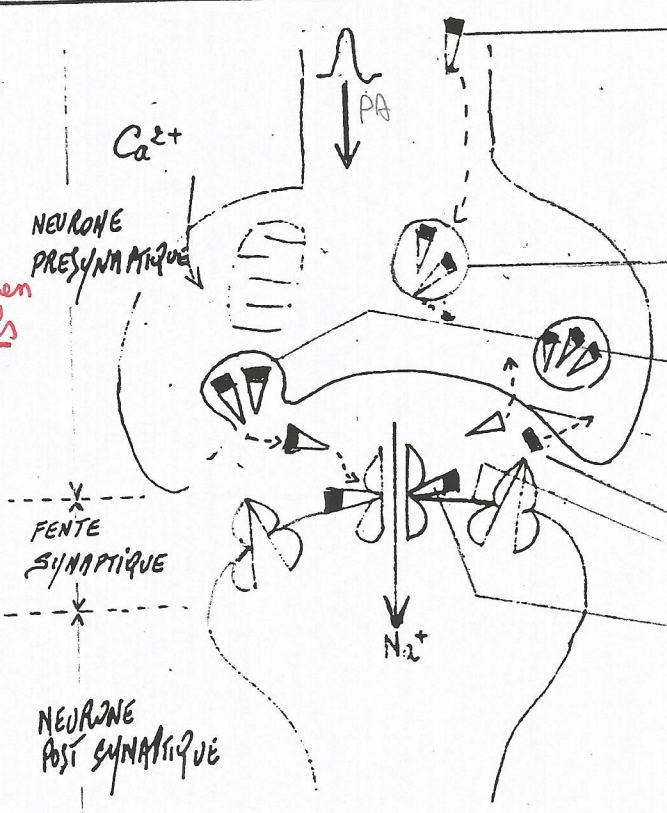
1 dépolarisat° locale rapproche la valeur de la tent° du seuil de potenciel : on a un PPSE qui rend la membrane post synaptic + excitable.

- synapse inibitrice

une hyper-polarisat° locale éloigne la valeur de la tent° du seuil de potenciel, on a un PPSI qui rend la membrane post synaptic ⊖ excitable

IV

ETAPES du FONCTIONNEMENT d'une SYNAPSE NEURONEURALE à TRANSMISSION CHIMIQUE



PRODUCTION du NEUROTRAN. ex ACETYLCHOLINE

STOCKAGE ds vesicules synaptiques

LIBERATION (exocytose) ds PRESYNAP.

INACTIVATION ds POST-SYN

FIXATION sur ds RECEPTEURS SPECIFIQUES du NEUROTRAN.

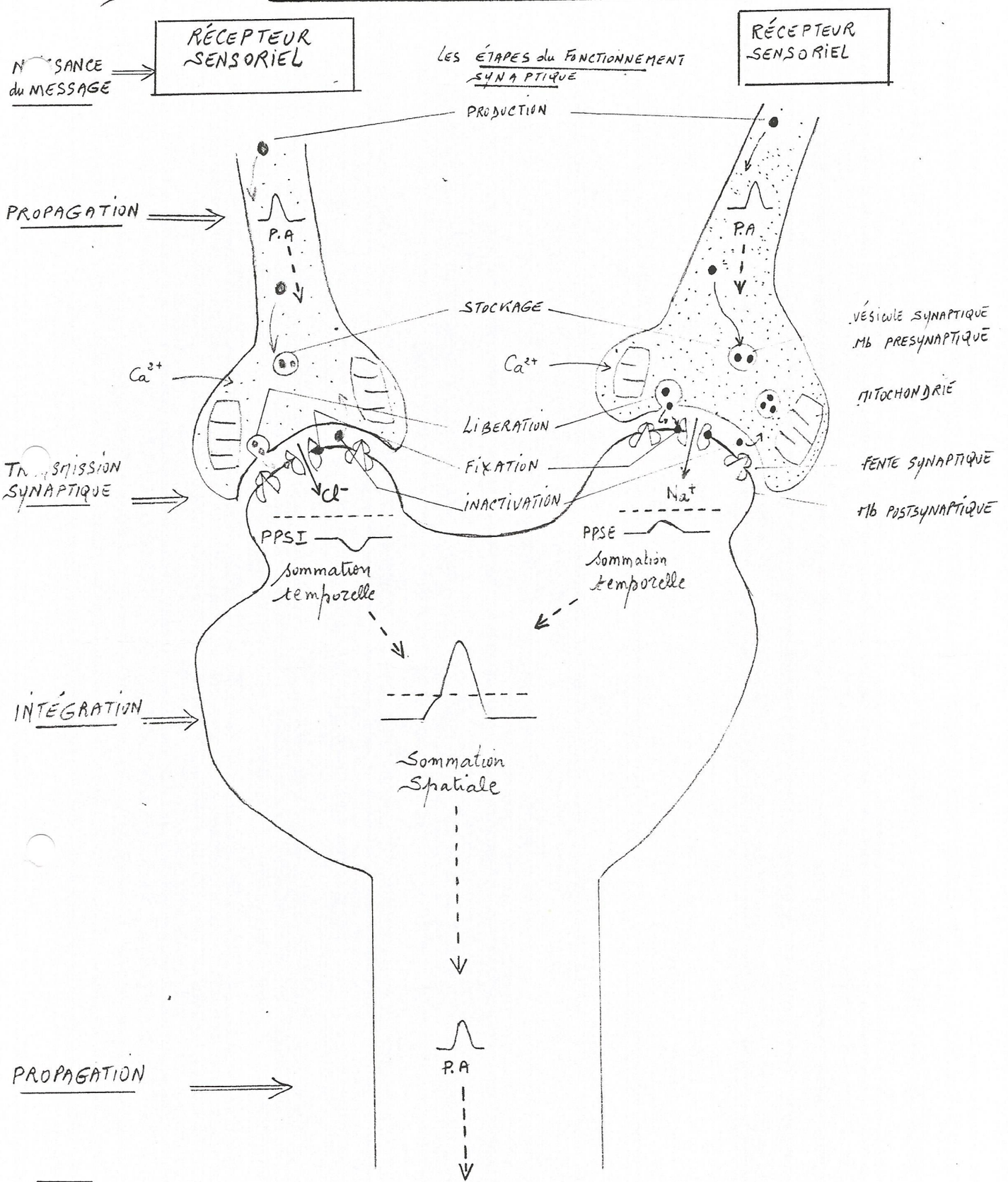
message nerveux codé en fréquence de potentiels d'action.

message chimique codé en [c] de neurotransmetteurs.

codage en amplitude du PPS

mn

SYNAPSES NEURONEURALES à TRANSMISSION CHIMIQUE



IV Rôle intégrateur des centres nerveux

1. Du PPS au potentiel d'action

a. Au niveau d'une synapse excitatrice

- L'arrivée du message nerveux dans un neurone postsynaptique donne naissance à PPSE
- [12.7 p 181] Le PPSE qui apparaît se propage, à la surface des dendrites et du corps cellulaire du motoneurone, de façon décrémentielle c'est à dire avec amortissement (amplitude diminue) : plus la distance entre la synapse et le segment initial est grande, ou plus le diamètre de la dendrite est petit, plus l'amortissement est grand
- La sommation de petites dépolarisations issues de multiples synapses s'effectue au niveau du segment initial : quand les PPSE sont supraliminaires des potentiels d'action sont engendrés

• sommation temporelle : L'arrivée de potentiels d'action présynaptiques successifs dans une même terminaison synaptique donc dans une même région du neurone postsynaptique (= motoneurone) donne naissance à de PPS successifs dont la résultante au niveau du segment initial du neurone postsynaptique est une sommation temporelle

• sommation spatiale : L'arrivée de plusieurs potentiels d'action présynaptiques provenant de plusieurs terminaisons synaptiques ≠, donc au niveau de ≠ régions de neurone postsynaptique (= motoneurone), donne naissance à des PPS dont la résultante au niveau du segment initial du neurone postsynaptique est une sommation spatiale

- Remarque : ces PPSE ne peuvent initialement déclencher de potentiel d'action du fait de leur propagation décrémentielle seul au niveau du segment initial car la membrane de ce dernier possède des particularités structurales telles que son seuil d'excitation est plus faible (des canaux Na^+ dont l'ouverture est responsable du potentiel d'action existent en grande quantité dans cette partie du neurone)

b. Au niveau d'une synapse inhibitrice

Le neurotransmetteur entraîne une hyperpolarisation de la mb postsynaptique (PPSI) (par pénétration des Cl^- ou sortie des K^+) diminuant l'excitabilité du neurone postsynaptique

à recopier sur le classeur et à apprendre.

Souligner en rouge ce qui est souligné ==

2 Conclusion

- Chaque neurone reçoit des milliers d'afférences (avec PPSE et PPSI) : il y a intégration des informations par le neurone postsynaptique
- Si le résultat global est une dépolarisation suffisante, des potentiels d'action sont émis au niveau du segment initial à une fréquence d'autant plus importante que la dépolarisation est forte. Sinon le neurone reste au repos
- grâce à des mécanismes d'intégration le neurone du centre nerveux élabore un message efférent nouveau qu'il transmet à des ≠ effectrices dont la réponse est adaptée

V Conclusion

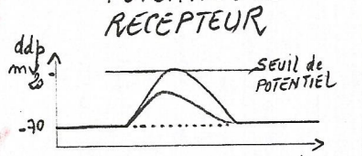
Au cours du fonctionnement des réseaux neuroniques le traitement des messages au niveau des multiples synapses est tel que les motoneurones innervant les muscles et assurant la réaction sont excités tandis que ceux innervant les muscles antagonistes sont inhibés, ce qui explique la mise en jeu coordonnée des organes effecteurs lors d'une réaction comportementale (ex reflexe de posture)

LES FORMES de CODAGE SUCCESSIVES du MESSAGE NERVEUX

RECEPTEUR SENSORIEL
= FUSEAU NEUROMUSCULAIRE

NAISSANCE du MESSAGE

POTENTIEL de RECEPTEUR

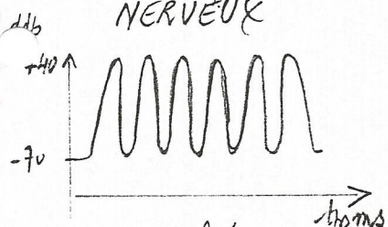


codage en amplitude de potentiel de récepteur

FIBRE NERVEUSE AFFERENTE

PROPAGATION

MESSAGE NERVEUX



codage en fréquence de potentiels d'action

Ca^{2+}

NEURONE PRESYNAPTIQUE

LIBERATION (exocytose)

TRANSMISSION SYNAPTIQUE

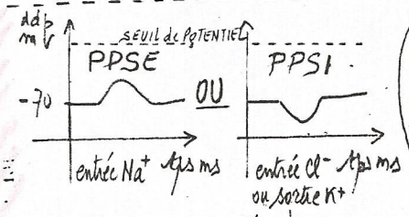
FENTE SYNAPTIQUE

codage en concentration de neurotransmetteur

ex: Na^+

FIXATION sur des RECEPTEURS SPECIFIQUES du NEUROTRANS.

NEURONE POSTSYNAPTIQUE



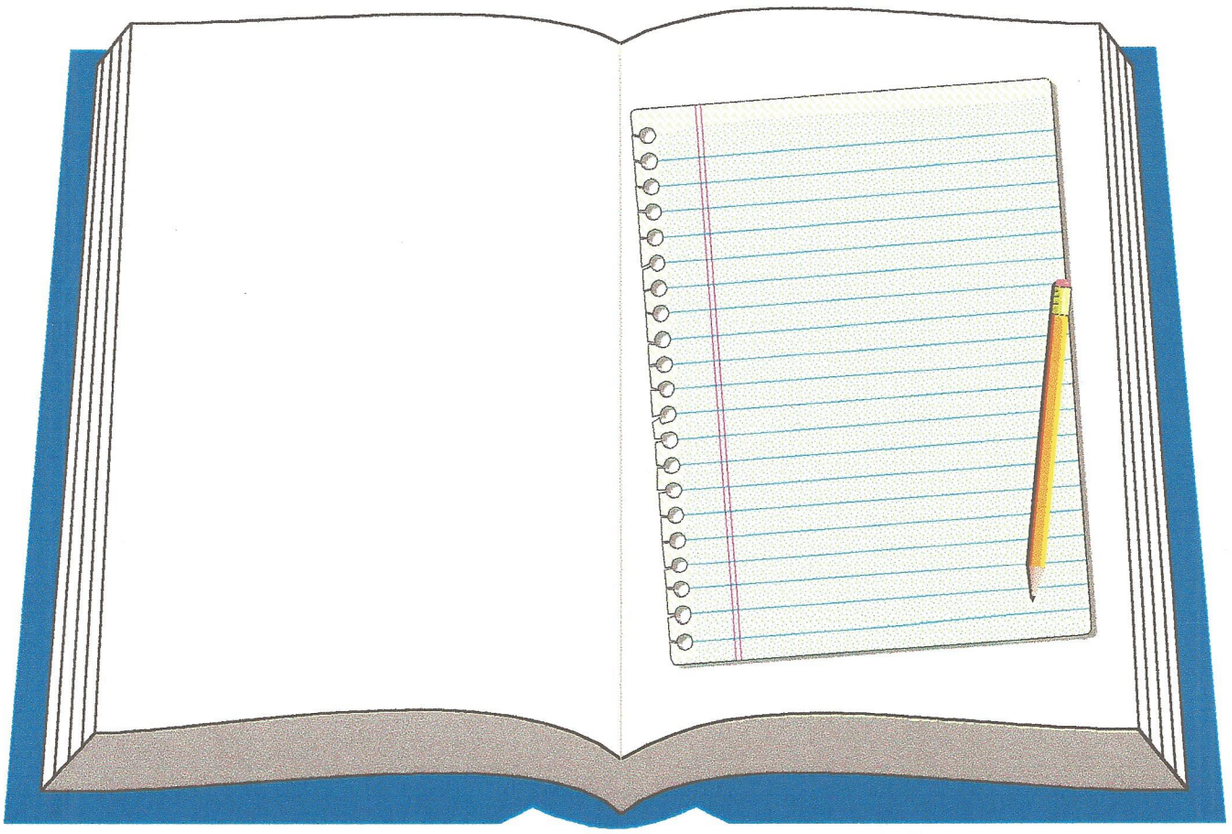
Codage en amplitude de PPS

MESSAGE de NATURE ELECTRIQUE

MESSAGE de NATURE CHIMIQUE

PARTIE 4

SYSTÈME DE RÉGULATION ET UNITÉ DE FONCTIONNEMENT DE L'ORGANISME



PARTIE 4

SYSTÈME DE RÉGULATION ET UNITÉ DE FONCTIONNEMENT DE L'ORGANISME

p223 | 22
239 | 244
242 | 245
243 | 240

p244 → 249
254.5
232 fig 16.14

RÉGULATION DU TAUX DES HORMONES SEXUELLES FEMELLES

- prés REQUIS p 223.
- Dans ce chapitre, ns ns proposons :
  - de comprendre ce qu'es un système de régulat°
  - de montrer comment l'act° coordonnée d'1 ensemb d'hormone rend possib la repion sexuée.
  - d'expliquer coment cete conaissance a fondé les progrès de la medecine ds le domaine de la repion sexuée.

I Régulation du taux des hormones sexuelles femelles

- La naissance d'1 gosse est conditioné par :
  - fécondat° : rencontr d'1 γ male et d'1 γ femelle.
  - nidat°.
- L'apareil reproducteur des mammifères femelles présente une activité cyclic m̄ en l'abs de raport sexuel permettant :
  - L'ovulat°

• les transformat de l'utérus nécessaire à une nidat éventuelle.

ns ns proposons d'étudier les mécanism régulateurs en assurant la coordinat càd le synchronism entre ovulat et la réceptivité de l'utérus à l'implantat de l'embryon.

1. étude des ovaires.

ce s^t des glandes mixtes qui produisent.

a. des gamètes (♂ ♀ = ovule) au cours d'1 cycle ovarien.

- Doc 2 + 242 + doc 5 + 30-31 + fig 2.1 + 22
- A partir de la puberté, des transfo morphologiq constituant le cycl ovarien se déroule ds l'ovaire. Au cours de ces transfo, l'ovaire élabore un ovule

* Phase folliculaire.

fig 1.

- cette phase est caractérisée par la croissance rapide de qqe follicules dt 1 seul terminera sa croissance (les ats dégénèrent)
- cette croissance folliculaire accompagne le déroulem^t de l'ovogénèse

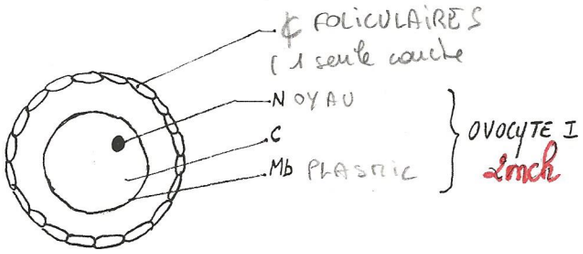
* ovulat

- Chez la + part des mamifer l'ovulat est spontanée
  • discret chez la femme (légère ↗ de la ⊕ rectale de 4 à 5, 10° de ° due à la sécrétion de progestérone).
  • comport^t particulier chez les animaux: Oestrus ou rut.

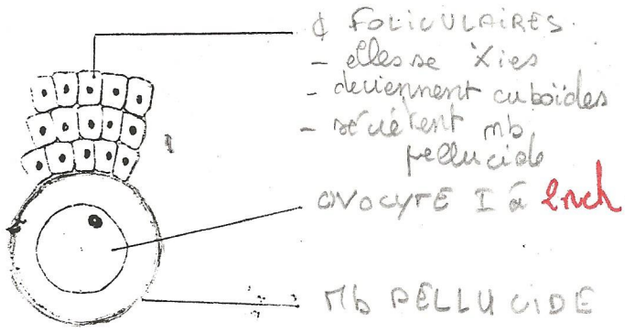
Fig 1

PHASE FOLLICULAIRE du CYCLE OVARIEN

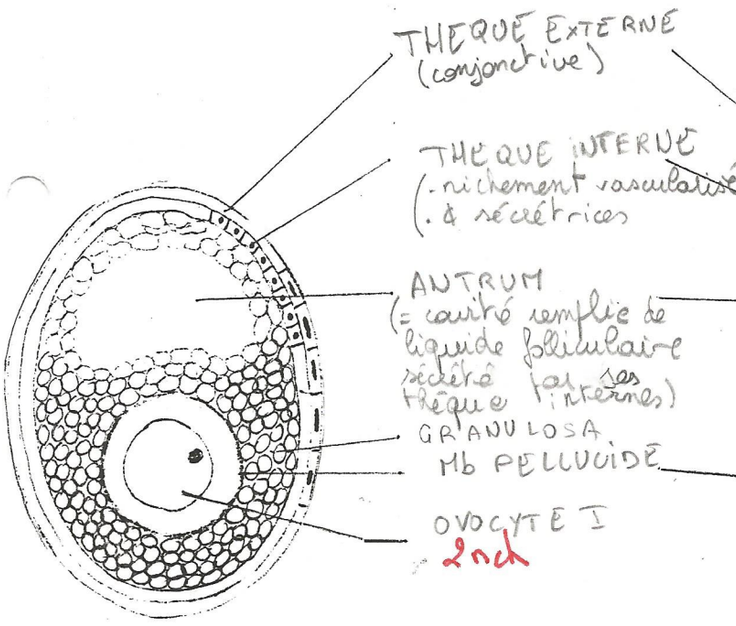
FOLLICULE OVARIEN PRIMORDIAL



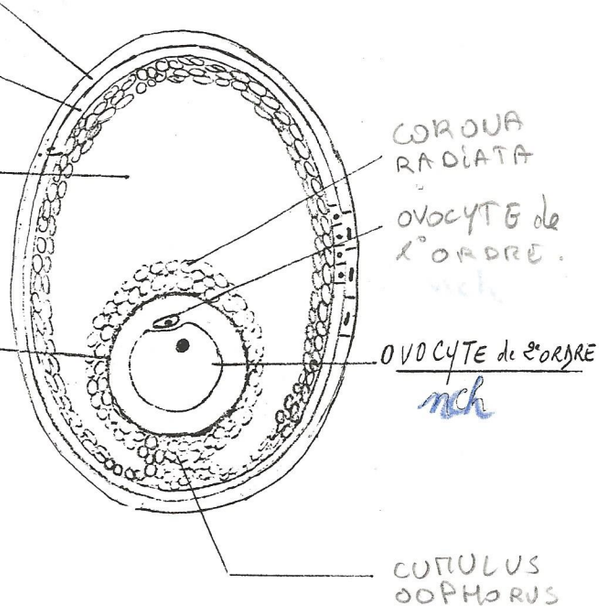
FOLLICULE PRIMAIRE



FOLLICULE II CAVITAIRE



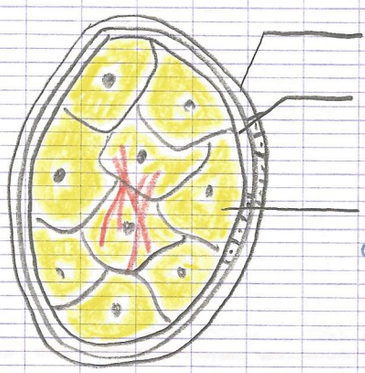
FOLLICULE de DE GRAAF



- Chez certaines espèces (ex chatte) l'ovulat° est provoquée.

* phase lutéales (lutéinique).

- Le follicule compu évolu en corps jaune

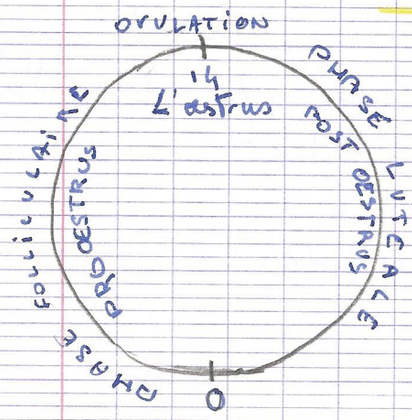


¢ lutéales (= ¢ de la granulosa qui deviennent polygonales, à petit noyau et sécrètent une hormone, la progestérone, contenant un pigment jaune dit lutéine)

- S'il n'y a pas fécondat° le corp jaune progestatif dégénère au bout de 10 à 12 jrs chez la femme. et devient un corps blanc, et un nvo cycle ovarien recomence.
- S'il y a fécondat°, le corp jaune dit de gestat° persiste pendant 1 partie de la gestat° (jusqu'au 4° mois chez la femme) occupe 1/3 à 1/2 du volume de l'ovère, et empêche un nvo cycle ovarien.

* conclusion.

▷ diff phases



▷ durée moy: 28 jrs chez la femme.

* Rythme:

activité génitale continue de la puberté à la ménopause chez la femme.

b. des hormones ovariennes

- oestrogènes
- progestérones.

2. cycle menstruel chez la femme.

("regles ou menstruel) dit oestrien chez l'animal.

NB: 1° jour des règles = 1° jour du cycle.

- A chac cycle ovarien correspond un cycle menstruel: Il s'agit d'1 transfo des voies génitales.

a. au niv du vagin,

modif peu significative chez la femme.

b. au niv de l'utérus

Doc 3 p 244.5.

* cycle de l'endomètre

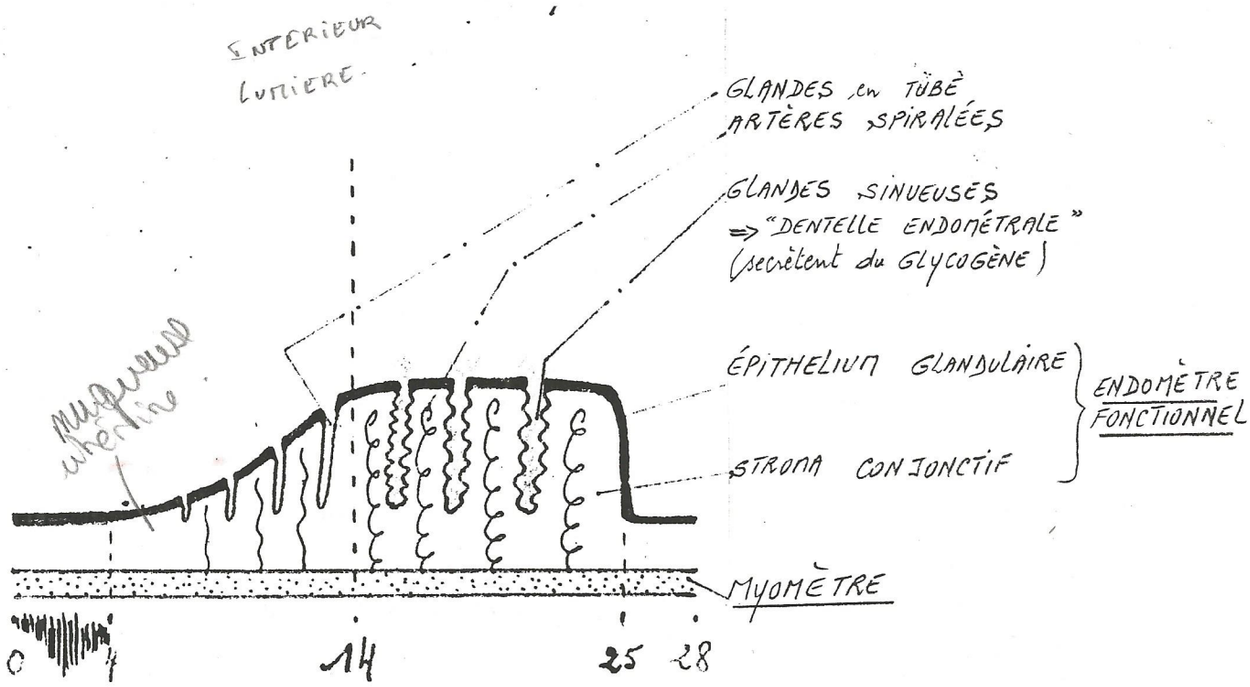
- fig 2.
- le 25° jour les artères spiralées se contractent et l'endomètre se nécrose car il n'y a + de sang.
- le 28° jour le sang venant ds les artères spiralées qui de ce fait éclatent => détachemt de la muqueuse nécrosée.

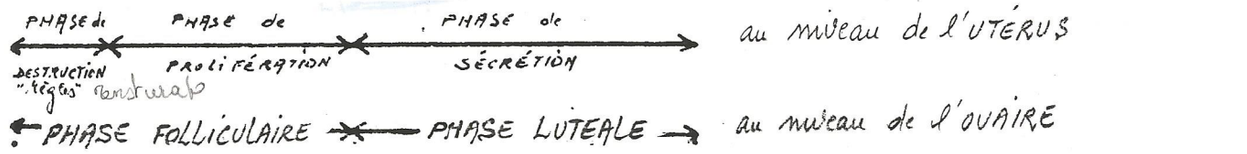
* cycle de la glaire cervicale

Au cours du cycle varient

- abondance
- propriétés:

MODIFICATION de la PAROI de l'UTÉRUS au COURS du CYCLE MENSTRUEL





• pH : devient basic entre 6° et 14° jour du cycl, ce qui est favorable à la vie des spermatozoïdes.

• filence (= cap à s'étirer en fil) ↑ en periode ovulatoire ce qui est favorab à la sélect des sperm les + vigoureux, les anormaux ou peu actifs ne pass pas le mayage (fig 17.16 - 17.18 . p 245)

* concl

- Les modif de la glaire favorise la fécondat°
- les " de l'endométre " la nidat°

N.B. L'oeuf pauvre en réserve de n̂ que l'embryon se nourrissent des sécrét° de la trompe et de la muqueuse utérine avant d'adhérer (le 6° jr) à la muqueuse utérine. (= nidat°).

vagin cycle ovarien
v. génitale . cycle menstruel
arrêt du cycle menstruel.

3. Relat° qui ∃ entre ovaire et voie génitale.

a) 1° série d'ex p 246.

①

- ablat° utérus-vagin → cycle ovarien maintenu
- conclusion : les ovaires ne st pas sous la dépendence des voies génitales.

②

- ovariectomie → disparit° du cycle menstruel.
- concl : les voies génitales st sous la dépendence des ovaires.

③

- ovariectomie + greffe → maintenance du cycle menstruel
- concl : relat° ovaire - voie génitale se fait par le sang : c une relat° humorale

(4)

- greffe fragm^t d'Utérus → cycle menstruel au nivo utérus en place + fragm^t
- concl : le produit véhiculé par le sang a une spécificité d'origine (= il est sécrété par les ovaires) et véhiculé par le sang, a une spécificité d'act^o (= agit au nivo unicm^t de l'utérus) : ce produit est dc une hormone et la relat^o ovaire - voies génitales est dc une relat^o hormonale

b conclusion.

- Les ovaires exercent un contrôle hormonal sur les voies génitales.
- La sécrét^o hormonale des ovaires n'est pas continue.

hypophysaire ovarien

(5).

4. Les hormones ovariens.

- Ce sont des stéroïdes syntétisés au cours du cycle ovarien
  - Les oestrogènes (la principale est l'oestradiol)
  - Les progéstagènes (" " est la progéstérone
- L'évolut^o cyclique du folicule ovarien entraine une sécrét^o cyclic des hormones ovariens

a. élaborat^o. fig 17.19. p 247 2.3.

* ~~oestrogène~~ oestrogène.

- phase folliculaire : sécrétés par :
  - thèque interne
  - ¢ folliculaire (= granulosa)
- Phase lutéale, en faibl qté par théq interne du corps jaune

* progestérone

Sécrétée pendant phase lutéale uniqt par les ♀ lutéales du corps jaune.

b. transport

- sous forme libre (1 à 3 %): fract physiologic active
- sous forme combinée avec une prot d'elle devant se séparer à la fin du transport.

(NB. cette forme combinée est une réserve hormonale non directemt active).

c. act°.

Ces hormones vont induire modifi de façon cyclic le fonctionnt de ♀ cible (voie génitale: utérus et vagin)

* oestrogène fig 17.19 ; 247. 3 et 4.

- L'↗ du taux d'oestradiol:
  - assure la réparat de la muqueuse utérine
  - puis sa croissance
  - déclenche (au moment du pic) la sécrét de la glaire cervicale
  - déclenche ↗ de la contractilité du myomètre ce qui favorise le transport des ♂ mâles

concl: les sécrét hormonales ovariennes pendant la phase folliculaire rendent compte de la réussite de la fécondat

NB. la puberté est dû à une ↑ de [c] d'oestrogène liée elle m au démarrage de l'activité cyclic de l'axe.

* progestérone.

- elle provoque:
  - développt de la dentelle endométriale
  - empêche la maturat de nvo follicules

• agit sur les glandes mammaires.

conclusion: les sécrét hormonales ovariennes pendant la phase post ovulatoire rendent possible la réussite de la gestat

NB:

• Ds le cas de gestat, le corps jaune continu à fonctionner de lui même d'estrogène et de progestérone ne chute pas mais ↗

• les cycles ovariens sont interrompus par la fécondat

* conclusion

Les variat cyclic du taux des hormones ovariennes conditionnent la survie de l'espèce

d. inactivat.

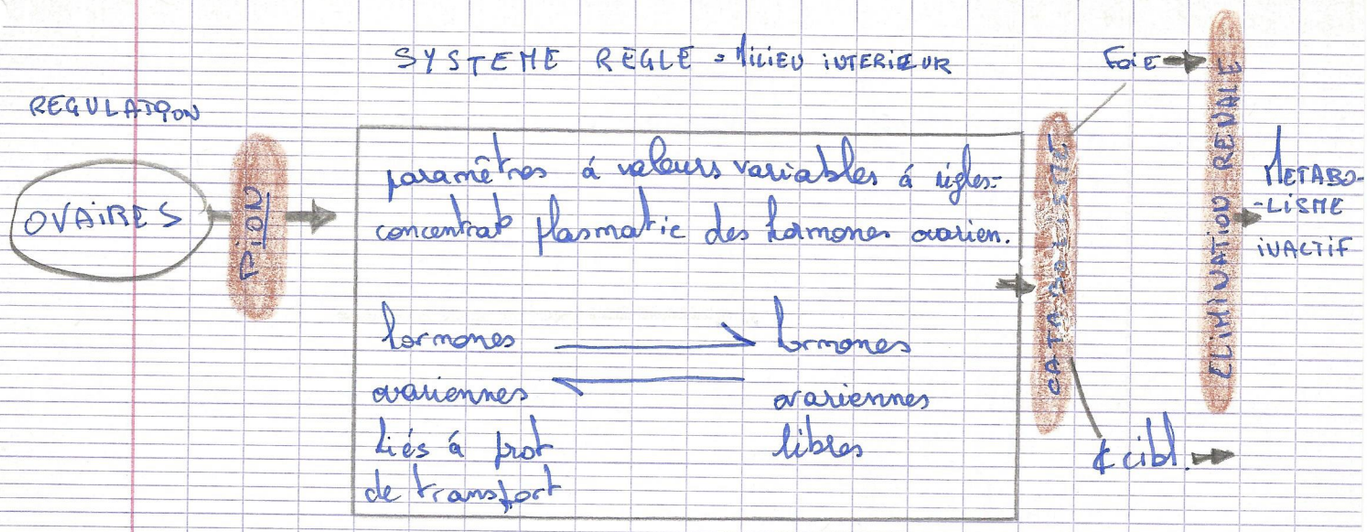
- la vie des hormones est courte.
- les composés hormonaux sont dégradés par le foie (fig 17.22.93 p 249) et éliminé par les reins (ds l'urine)

e remarque.

- chez l'adulte, les sécrét hormonales ovariennes varient au cours du cycle.

chez le mammifère femelle ♯ ne pas com si la valeur "consigne" (ou valeur de référence) variait d'1 jr à l'autre, les paramètr à régler ont des valeurs variables ou fluctuantes.

→ un équilibr dynamic entre sécrét (par les ovaires) compensant la consomat (au niv des ♦ cibl) et l'inactivat (par les ♦ hépatic (foi)) indispensabl à la réalisat de la fonct ovarienne.



- comment est assuré la régulat de ces taux à des valeurs variabl?

5 Régulat de la sécrét des hormones ovariens.

a. contrôle endocrinien.

* relat qui ∃ entre complexe hypothalamo-hypophysaire et les ovaires
▽ rôle de l'antéhypophyse. fig 16.14 p 232 et 17.26 p 251

- ex 1 (+ 246 seconde série).
conclu: l'antéhypophyse exerce un contrôle sur le fonctionnt des ovaires

- ex 2
conclu la relat antéhypophyse - ovaire est humorale.
- hablat antéhypophyse chez rate adulte + injects d'extrait antéhypophysaires contenant FSH et LH.
(hormon qui stimul folicul - horm qui cons jaune)
→ une reprise de l'activité cyclic des ovaires.
conclu: l'antéhypophyse exerce un contrôle sur le fonctionnt

des ovaires par l'intermédiaire d'hormones dites gonadostimuline (gonado = ovules) ou gonadotrophines qui st FSH et LH : la relat° antéhypo-ovaire est dc hormonale

▷ role de l'hypotalamus.

- p 232. fig 16.14. (chez les primates (...) 3 heures.)
- sect° tispituitaire fig 16.14 p 232 → arrêt libéral FSH.LH par antéhipophyse.
interrupt° fct ovarienn.
concl antéhypo est sous le controle de l'hypotalamus
- lésion, chez les primates de certains amas de neurones hypotalamic → m̄ conséquence que sect° tispituitaire.
D'autre part une stimulat° de l'hypotalamus entraine une ↗ brutale de LH et FSH
concl cette experience confirme la précédente
- l'inject° de GNRH prélevées par canulat° portale → sécrét° LH.FSH.
concl la relat° fonctionel entr hypotalamus et antéhypophyse se fait par voie sanguine : c une relat° hormonale.
- concl.
• les neurones hypotalamic émmett de façon rythmic et syncronisées des salves de potencial d'act° qui déclench la libérat° de GNRH.
• cette GNRH libérée dans le sang fig 16.17 p 233 (et non ds la fente synaptic, dc ce n'est pas un neurotransm) exerce une act° sur les ¢ cibl (¢ à LH, ¢ à FSH) distantes du lieu de sécrét° : GNRH est dc une neurohormone (car libérée par des neurones

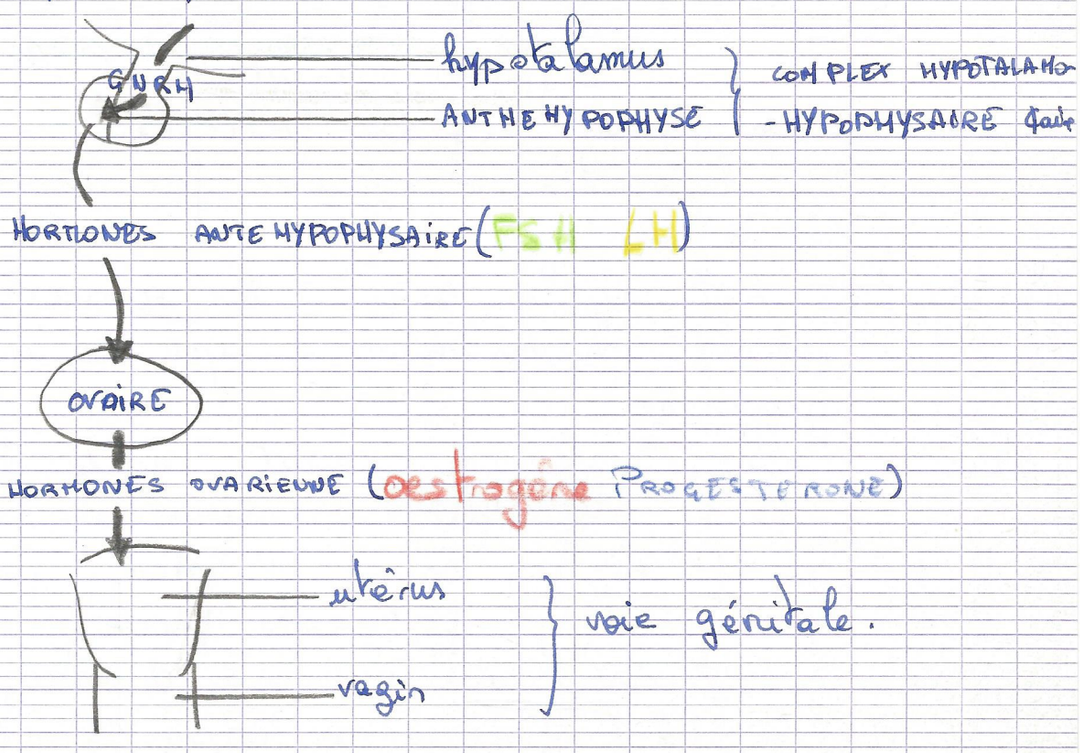
. La libérat° de GNRH ds le système porte hypotalamohypophysaire se fait selon un mode pulsatile (un pulse par 60 à 90 min) indispensab au bon fonctionnm^t de l'anéhipophyse. càd à la sécrét° de LH et de FSH (fig 16.18. p 233 + partie cachée pag 233 (2° p^t noir)

▷ concl.

- L'Hypotalamus et hypophyse s^t 2 entitées anatomic distinctes ns se comportant du p^t de vue fonctionel com 1 seul système régulateur des fct ovarienn : ils constituent un complexe fonctionnel.

- chez l'adulte (2° série d'exp p 246) : le complex hypotalamo-hypophysaire fonctionel (greffe "en place") dc liaison anatomic hypotalamus-antéhypophyse obligatoire exerce un controle hormonal sur le développm^t cycliq des ovaires de l'adulte.

RELATO fonctionnelle entre complexe hypota...-aire ovaires et voies génitales.



- chez l'animal près pubert (2° série p 246) :
Le démarrage cyclique de l'ovaire est sous la dépendance du complexe hypotalamo-hypophysaire. Celui ci exerce son act° par l'intermédiaire des hormones antéhypophysaires d^t la sécrét° est controlée par GNRH

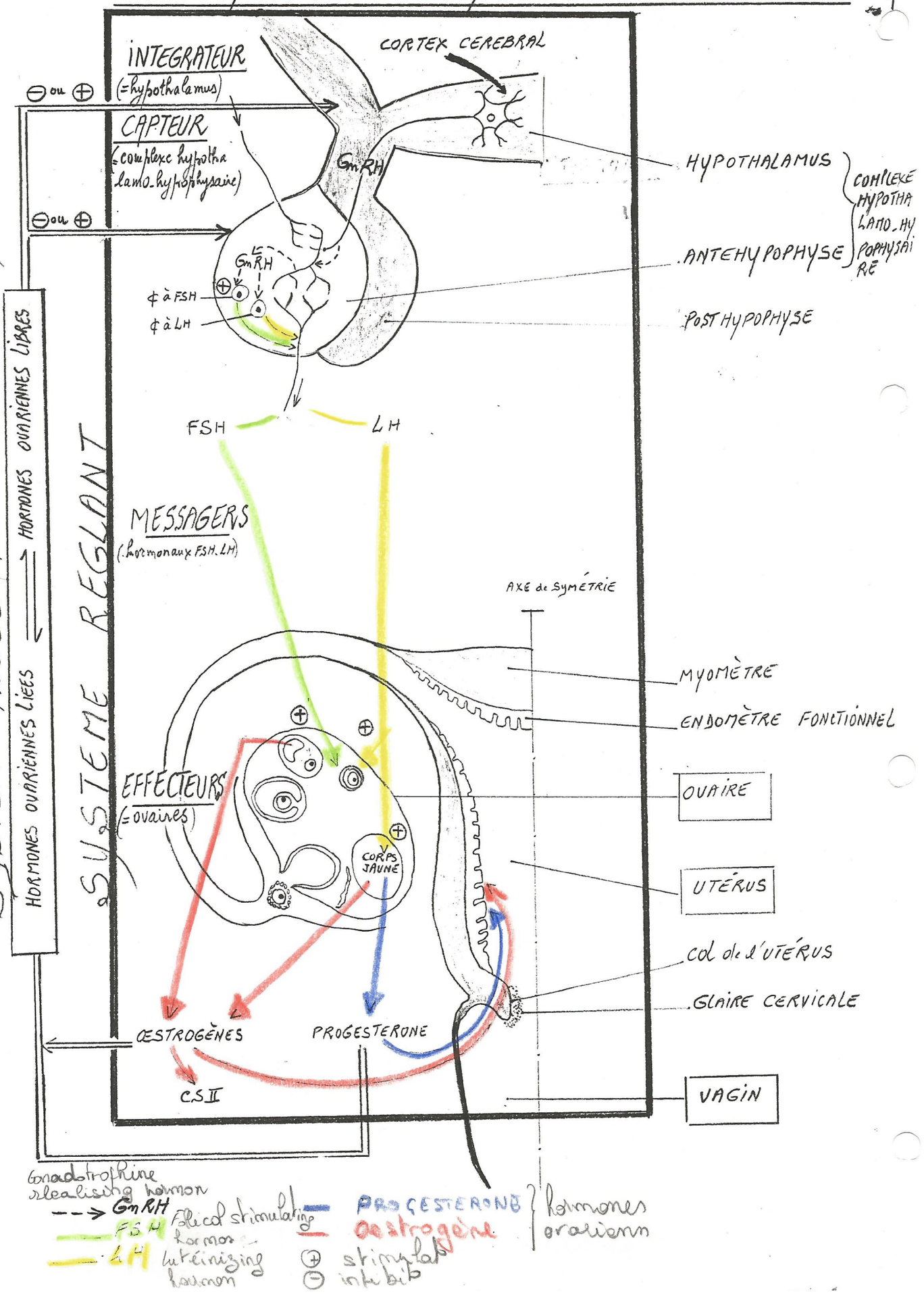
△ remarq

- Nous avons dit que les sécrét° hormonales ovarien varient au cours du cycl
- concl : l'activité du complex hypotalamo-hypoph.. (= systèm de comand) est ell m̂ controlée
  - Ce controle est exercé par les stimuli externes (sera vu § b).
  - Controle exercé par les hormons ovarien circulantes
Ce mécanism de control est un rétrocontrôle ou rétroact°, ou feed back (càd un phénomène qui agit sur la cause qui l'a engendré
  * intervent° des ≠ hormones et rétrocontroles.

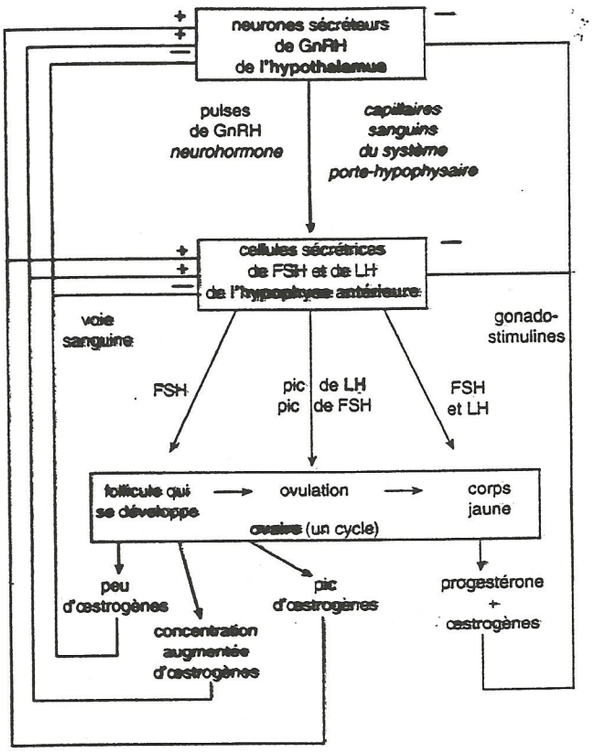
△ phase folliculaire § 17.19 p 247 17.24 p 250

par ♡ - En début de phase folliculair :
- l'antéhipo est stimulée par une abs d'ormon ovarienn.
  - L'↗ de la sécrét° des gonadotrophines FSH. LH entrain le déclenchm^t du cycl ovarien de ↗ croissance folliculaire
  - Le follicule en maturat° sécrète des oestrogènes (les ¢ folliculairs s^t stimulées par la FSH ; les ¢ de la théq intern s^t stim par la LH en très faibl q^té pdt cette phase).
  - L'↗ progressive du taux d'oestrogèn d^t la [c] est faibl (inférieure à 200 pg / litres)
(picogrm)

f4' RÉGULATION et SYNCHRONISME des CYCLES SEXUELS des MAMMIFÈRES ♀



14 REGULATION de la [ŒSTROGENES] et [PROGESTERONE]



entraine un feed-back négatif sur l'antéhypophyse (càd a un effet inhibiteur sur la sécrét° des gonadotrophines)
Maintient un taux de FSH et LH bas.
- En fin de phase folliculaire : l'↗ rapide de [c] élevée (= pic) du taux d'estrogène (supérieur à 200 pg/ml)
entraine un feed-back positif sur l'antéhypophyse le pic d'estrogène qui déclenche le pic de LH (≈ 12 h après pic d'oestr) et de FSH.
Le pic de LH (dit des charges ovulantes qui précède l'ovulat° d'≈ 24h) déclenche l'ovulat°
- NB actuellm on pense que la régulat° de la sécrét° des gonadotrophine en réponse à l'oestr est une propriété hypophysaire.

○ phase lutéale.

- la transfo du follicule restant en corps jaune s'effectue sous l'act° de la LH.
- le corps jaune prolifère et sécrète de la progestérone (les ¢ lutéales ↗ stimulées par la LH) et un peu d'oestr (les ¢ de la théq interne ↗ stimulées par la LH)
- fig 17.25.) 251 : la progestéronne inhibe la sécrét° de FSH (ce qui empêch une nvelle croissance folliculaire) et LH.

Concl : la progestérone exerce un feed back négatif sur l'antéhypophyse.

NB . la perf. pulsatile de GnRH n'empêch pas le feed back de la progestérone de la progestérone agit au niv de l'antéhypophyse

. Cependant, ds les condit° physiologic la progestérone

provoc un ralentissmt de la fréquense des pulses de 4NRH que l'on observe en phase lutéale

- Concl (fig 17.19. p 247) : pdt la phase lutéale

• progestérone et oestro exerce un feed bac négatif sur l'antéhipophyse (at 4ll) ; de ce fait le taux de LH (et fFSH) reste bas

• Le taux de LH étant bas, le corp jaune dégénère => corp blanc cet arrêt du fonctionnt aura 2 conséquense :

Au niv de l'utérus, la prolifirat de l'andomètre était contrôlé par les oestro seuls pdt la phase folliculaire ; au cour de la phase lutéale, la préparat à la nidat était contrôlée par oestro et progestérone maintenant que le corp jaune ne sécrète + la [C] des 2 hormone est insuffisante pour maintenir l'andomètre ds son état progestatif d'où sa destruct = menstruat.

Au niv de l'antéhyp, la sécrét de progestérone ↘, de sa [C] est insuffisante pour inhiber la sécrét de FSH d'où une nvelle croissance folliculaire de un nvo cycle ovarien fig 3.

b. Les cycles sexuels peuv être influencés par le système nerveux

doc 7 p 252.253.

ex la périodicité des cycl chez la ♀ peut être altéré par un choc émotionel, climat.

p 255 à copier.

6 c. conclusion. fig 4 fig 4'.

copier

6. Conclusion f4 et f4'

— La régulation des hormones sexuelles q nous a permis de voir que tout système de régulation est finalisé c.à'd organisé en fonction d'un résultat (ex permet de réunir les conditions optimales de la fécondation et de la nidation)
Cette régulation de la concentration des oestrogènes et de la concentration de la progestérone conditionne :

- l'émission de ovocyte II : pic d'oestrogènes (et FSH) → pic LH → ovulation
- possibilité de fécondation (revoir ΦI 4 c * oestrogènes)
- préparation de l'utérus à la nidation : progestérone et oestrogènes

— C'est une régulation de paramètres à valeurs variables qui nous a permis de voir que tout système de régulation résulte du couplage :

- d'un système réglé = le milieu intérieur. Les paramètres à valeurs variables à régler sont les concentrations plasmatiques des hormones ovariennes
- et d'un système réglant = complexe hypothalamo-hypophysaire et les ovaires

Grâce aux capteurs = complexe hypothalamo-hypophysaire (ils détectent en permanence les variations de concentration plasmatique en hormones ovariennes : la variation détectée est à l'origine d'un message) et aux effecteurs = ovaires (les + effectrices par leur réponse s'opposent à la perturbation) le système réglant agit sur le système réglé pour provoquer un retour des paramètres physiologiques aux valeurs consignes : C'est une rétro-action ou rétrocontrôle ou feed-back (⇒ le mécanisme de régulation des taux des hormones ovariennes est autorégée)
Le contrôle est assuré par un ensemble d'ajustements successifs : il s'agit d'une régulation dynamique (c.à d qu'il s'agit d'un équilibre dynamique sans cesse modifié par le fonctionnement de l'organisme)

II Maîtrise de la repion sexuée.

Les connaissances aquise sur la régulat° du taux des H. sexuelles ont permis de mettr au pt° des métodes permettant :
- soit de controler les néssances grace à la contracept° orale (pilule).
- soit de permettre l'obtent° d'1 grossesse que les rapat sexuels entre les partenaires n'ont put provoquer, par fécondat° in vitro et transfer d'ambryon.

p 262 tx d'ormon stabl. 18.5 empêch format° au follicule passag des

1) une sexualité sans procréat°

NB contracept° = concevoir. = empêch la concept° = empêch la format° de l'oeuf.

a. contracept° orale

*≠ types de pillules. fig 18.2 p 261.
- Méthode séquenciel : 7 jrs oeustro ; 15 jrs oe + progest ; 6 jrs arrêt pdt les quels, fausses règles
- Méthode combiné : 21 jrs oe + prog ; 7 jrs arrêt fausses régl.
- Méthode continue : progest seul.

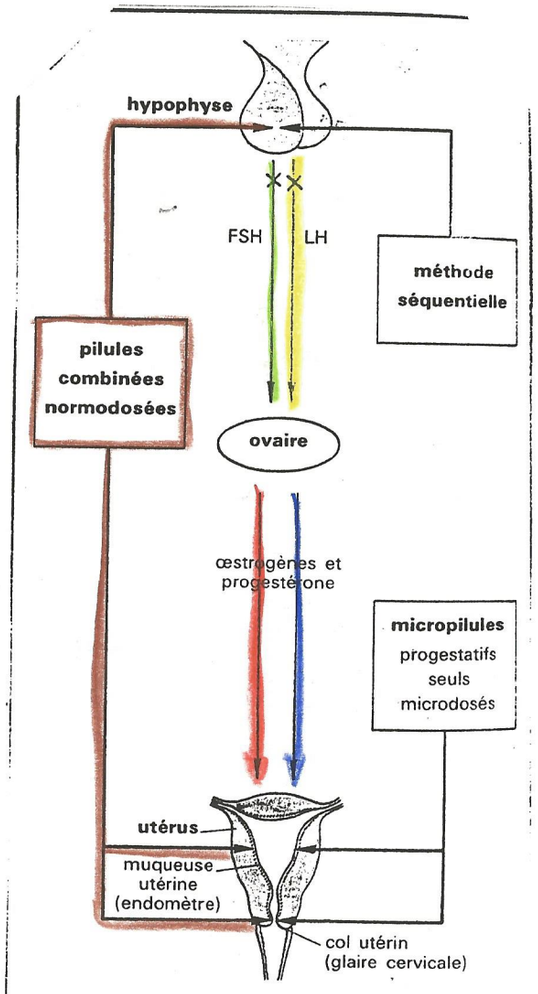
* niv° d'act°.

D fig 18.3. → 18.6. p 262.
taux d'ormon stabl. 18.5 ... empêch format° follicule, et passag des sperm et nidat°.

⇒ les pilules combinées oes + prog agiss à 2 niv° :
- complex hypotalamo-hypophysaire : par rétro controle négatif, les stéroïd de synthèse bloc la libérat°

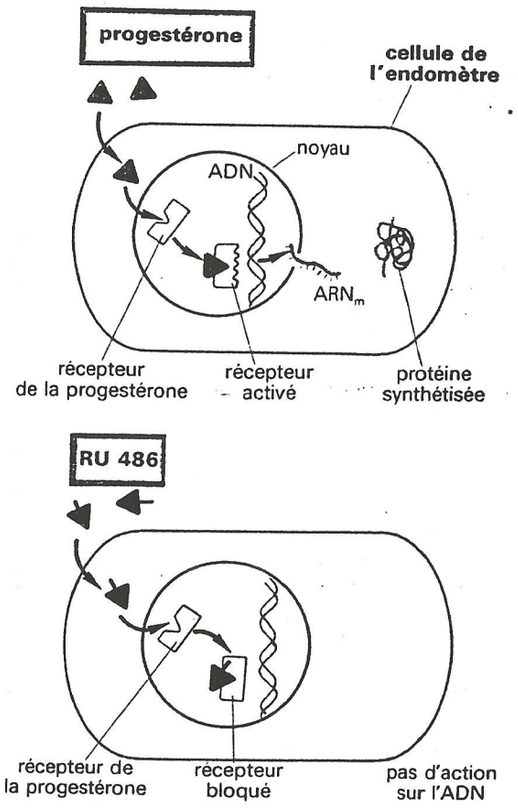
f5

Différents niveaux d'action selon le type de pilule.



f6

Mode d'action du RU 486 sur les cellules cibles de la progestérone (les cellules de l'endomètre utérin par exemple).



des gonadotrophynes hypophysaires FSH - LH de l'ovaire n'est plus stimulé et l'ovulat° est dc supprimée.

- utérus

. act° anti glère : la glère devient impropre à l'ascent° des sperm.

. act° anti nidatoire : l'endomètre est impropr à la nidat° car ∃ progestérone dés le début du cycle ce qui empêch les oestr de stimuler normalemt l'endomètre.

- cas exeptionel de la "pillule du lendemain" qui dát êtr prise - de 72 h après un raport sexuel suposé fécondant ce qui rend la ninat° imposib

b. une méthode de contragestion : interomp la gestat° ⇒ avortemt précoce.

- RU 486. (Labo). (mifépristone). stéroïd de syntèse.

- "pillule abortive" devant êtr prise à max : 49 jrs d'aménorrhée fig 18.2. p 261.

* qq rapel

- On defini avortemt com l'interupt° d'1 grossesse. avec expult° du foetus avant que celui ci ne puiss vivre (avant 6 mois).

- il ne s'agit dc pas d'1 métode contraceptive.

- il peut êtr :

. spontané

. une interupt° térapeutic de grossess.

. ivG (avant fin 12° semaine grossesse).

* mécanism d'act° du RU486.

doc 3 p 263.

fig 6.

- le RU 486 se fix sur les récepteurs de la progest ns n'a pas les effets bio de celle ci : le complex récepteur-RU486 ne stimule pas la syntèse des prot. de ce fait la muqueuse utérine se délabre de la nidat° et gestat° s^t empêché.
- prise de RU486 suivit d'inject° intra muscu de prostaglandines => autem^t. 48-72 h après.

2. une procréat° sans sexualité. PMA pro médicalt assisté

doc 4 p 264-265.

- On réalise le traitement des spz pour sélectionner les spz les + aptes à la fécondation
- L'administration en continu d'un analogue de GnRH
  - bloque la sécrétion des gonadostimulines
  - et donc bloque le cycle ovarien naturel

⇒ ainsi l'équipe médicale prend le contrôle du cycle ovarien

- L'injection d'1 forte dose de FSH pure provoque une hyperstimulation de l'ovaire

⇒ plusieurs follicules parviennent à maturité

- le dosage de l'estradiol } permet
- l'échographie ovarienne } tent de contrôler cette maturité

- L'injection d'HCG simule le pic préovulatoire de LH.
L'ovulation se produisant naturellement 24h après ce pic on réalise la ponction ovocytaire 34 à 36h après l'injection d'HCG (ainsi on est sûr de s'assurer le prélèvement d'ovocytes matures pour la fécondation "in vitro")

- Les phénomènes biologiques reconstitués durant la FIVETE sont :
  - fécondation } rencontre des gamètes / élimination des œufs anormaux
  - nidation : injection des embryons au stade 48h dans la cavité utérine

Au vrai bac BAC

3. pbl étic.

pbl en relat avec morale doc sp 266 + fig 7 et 8.

Dvpt : maitrise repion : 1) connaissance sur la régulat des hormons. fig 4. ⊞
Au début ... interv ≠ hormones et rétro controle.
le pic LH déclenche ... → arêt fonctionnmt car fécondat.
2) maitrise de la repion
a sexualité sans procréat.
b procréat sans sexualité (médicalmt asisté).
3) concl : ouverture sur pbl étic. f 7.8.

intro : ~~ns ns proposent d~~
∃ des mécan régulateur assurant coord syncronism -- et méca permetant métrise de la repion.

2) - —
permet controles naissance grâce contr orale ...
a) ...

Les législat st trés ≠ d'1 pi à l'otre
- gratuité ou non des dons de sperm et d'aules.
- anonima ou non des donneurs.
- qui peut bénéficier des procréat médicalmt assisté.
- faut il otorizer ou pas le don embryon.
- pbl de grossesse après ménopose.
- pbl des mère porteuses : les argu thérapeutic (càd permettant à feme stérile de faire des gross) et étic (càd abs de rémunérat) st ils suffisant

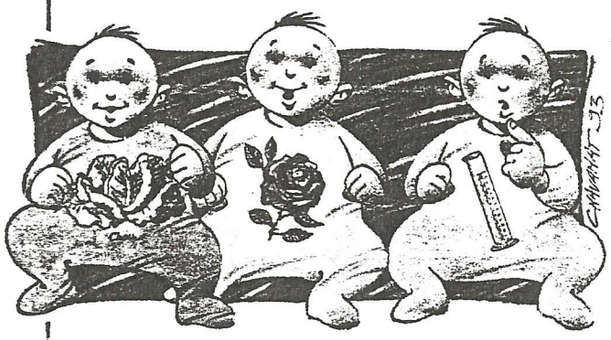
pour légitimer cette pratic.
- Devenir des embryons surnuméraires congelés non utilisés d° le cdre
- pbl de la sélect préimplantatoire des embryon.

TS

Les progrès réalisés dans le domaine de la procréation médicalement assistée (PMA) ont permis de répondre à l'attente de nombreux couples stériles. Mais ces progrès techniques sont également à l'origine de « dérives », régulièrement soulignées par les médias. Il est nécessaire de s'interroger sur l'opportunité et le bien-fondé de certaines pratiques, techniquement envisageables mais moralement discutables.

1 • Depuis quelques années, on assiste à un foisonnement de nouvelles techniques de procréation médicalement assistée.

Méthode	Principe de la technique	Taux de réussite
I.A. (Insémination Artificielle)	Dépôt de sperme du conjoint (IAC) ou d'un donneur anonyme (IAD) dans le vagin	9,8 %
FIVETE	Technique décrite p. 257	18 %
GIFT (Gametes Intrafallopian Transfer)	Recueil des gamètes comme pour une FIV puis transfert de ces gamètes dans la trompe de Fallope	22 %
ZIFT (Zygote Intrafallopian Transfer)	Transfert dans la trompe de Fallope de l'œuf fécondé 24 heures après une FIV	
SUZI (Subzonal Insemination)	Variante de la FIV : plusieurs spermatozoïdes sont placés sous l'enveloppe pellucide de l'ovocyte (risque de polyspermie)	De bons résultats dans certaines équipes
ICSI (Intracytoplasmic Sperm Injection)	Autre variante de FIV : injection d'un seul spermatozoïde dans l'ovocyte (pour éviter la polyspermie)	



« Né aux États Unis il y a plus de plus de vingt ans, le terme de bioéthique est passé dans notre vocabulaire au début des années 80 alors que grandissaient des interrogations suscitées tant par l'accélération prodigieuse des progrès de la biologie et de la connaissance de l'homme (qui lui donnent progressivement la capacité d'intervenir non seulement sur les maladies mais également sur le processus même de la vie), que par la très grande rapidité de la mise en application de ces découvertes dans le domaine médical. Cette révolution scientifique n'a été ni pensée ni analysée. Compte tenu des carences du droit dans des domaines qui n'existaient pas il y a encore deux décennies, le médecin est abandonné à lui-même et devient la seule personne à devoir trancher entre ce qui peut être autorisé et ce que l'on doit interdire, alors que ce n'est pas son rôle. La procréation médicalement assistée et les greffes d'organes sont deux secteurs parmi d'autres où l'homme redoute de dépasser la mesure. Pour prévenir les dérapages vers des pratiques qui pourraient remettre en cause les fondements de notre société, la bioéthique, ou l'éthique biomédicale, a pour but d'établir un ensemble de normes et de principes qui fixent, dans le respect du sens de l'humain, les limites aux expérimentations et à leurs applications. Compte tenu de l'importance des enjeux scientifiques, économiques et sociaux, c'est aux pouvoirs publics et aux hommes politiques que revient la charge de définir les règles de cette éthique biomédicale. Après avoir été longtemps silencieux, ils se saisissent à présent du dossier. »

D'après *Le Monde*, « Dossiers et Documents ». Avril 199

• Qu'est-ce que la bioéthique ?

f8

DES LÉGISLATIONS TRÈS DIFFÉRENTES

A en juger par la disparité des lois régissant les sciences et techniques du vivant, un constat s'impose : l'Europe de la bioéthique n'est pas pour demain. D'un pays à l'autre, la manière d'aborder les questions diffère énormément. En Allemagne et, à un moindre degré en Suède, la loi tend à freiner les pratiques de procréation médicalement assistée ; les lois espagnole et anglaise sont beaucoup plus permissives.

Qui peut bénéficier des procréations médicalement assistées ? Les couples mariés en Norvège et en Australie. Les couples stables en Suède. Tout le monde, y compris les mères célibataires, en Espagne.

Faut-il interdire le don d'embryon ? Oui, selon la loi norvégienne. Non, en Espagne ou au Royaume-Uni, pays dans lesquels la loi autorise de manière indifférenciée les dons de gamètes ou d'embryons.

En ce qui concerne le donneur, trois conceptions s'opposent ; en France, les CECOS considèrent l'anonymat des donneurs comme une nécessité impérative ; en Espagne et au Royaume-Uni, l'enfant peut à sa majorité accéder aux informations génétiques – non identifiantes – de son parent biologique ; en Suède et dans l'État de Victoria (Australie), on considère que le secret est pathogène et qu'il est meilleur pour l'enfant de connaître l'identité de son parent biologique.

En France, le Conseil d'État a émis des propositions d'ordre législatif et réglementaire concernant la procréation médicalement assistée. Voici un extrait du rapport publié :

« Les dons de sperme et d'ovules sont autorisés après consentement des donneurs. La procréation médicalement assistée doit impérativement avoir un objectif thérapeutique. Les centres agréés auront un statut légal. Les dons sont gratuits et doivent respecter un anonymat absolu : l'interdiction de toute recherche en paternité ou de revendication d'enfant, l'interdiction de la pratique des mères porteuses et de l'utilisation des techniques de la procréation médicalement assistée au bénéfice de couples n'étant pas formés d'un homme et d'une femme ayant un projet d'enfant. »

Le problème des « embryons orphelins »

La congélation des embryons continue d'être une pratique à laquelle ont très largement recours les équipes spécialisées de la PMA. Aujourd'hui près de 500 enfants sont nés en France après avoir été conservés par congélation au stade embryonnaire. En 1991, selon le Groupe d'Études de la FIV en France, 17 148 embryons ont été congelés et les équipes françaises conservent au total 23 878 embryons congelés, dont 1 792 sont considérés comme abandonnés. « Il faut noter que le nombre d'embryons congelés « en garde » a doublé entre 1989 et 1990, de même que le nombre d'embryons abandonnés (2,5 à 3,6 %), ce qui ne manquera pas de poser à terme des problèmes de gestion et d'éthique », souligne le professeur Lansac.

Le problème des « mères porteuses »

En 1989, un hebdomadaire britannique, *Mail on Sunday*, faisait savoir qu'une Sud-Africaine blanche de quarante-huit ans allait donner naissance à des triplés qui étaient ses propres petits-enfants. L'année suivante, le quotidien italien *La Stampa* révélait qu'une jeune romaine avait « prêté » son utérus à sa mère pour permettre à cette dernière d'avoir un enfant, avec son second mari. Au-delà de leur dimension immanquablement spectaculaire – quand elles ne sont pas ressenties comme tout à fait provocatrices –, de telles affaires amènent à poser sous de nouvelles formes la question de la légitimité de la pratique des mères porteuses. Outre-Atlantique, le débat est lancé avec différentes interventions de psychiatres et de médecins légistes, condamnant sans nuance de tels agissements, qui conduisent, selon eux, à une confusion absolue et dangereuse des statuts de mère et de grand-mère.

Peut-on accepter ce type d'échanges intra-familiaux sans, du même coup, légitimer la pratique des mères porteuses ? Comment en effet pourrait-on fixer le cadre dans lequel cette pratique serait autorisée (entre mères et filles, entre sœurs, cousines, amies...) et celui où elle serait prohibée ? Les arguments thérapeutiques (permettre à une femme stérile d'avoir des enfants) et éthiques (absence de rémunération) sont-ils suffisants pour que l'on fasse exception à la règle ?

La Cour de cassation a condamné la pratique des « locations d'utérus », même lorsque celle-ci est mise en œuvre en l'absence de contrepartie financière. Pour la Cour, en effet, les maternités de substitution contreviennent au principe de l'indisponibilité du corps humain et à celui de l'état des personnes.

Le problème de la grossesse après la ménopause

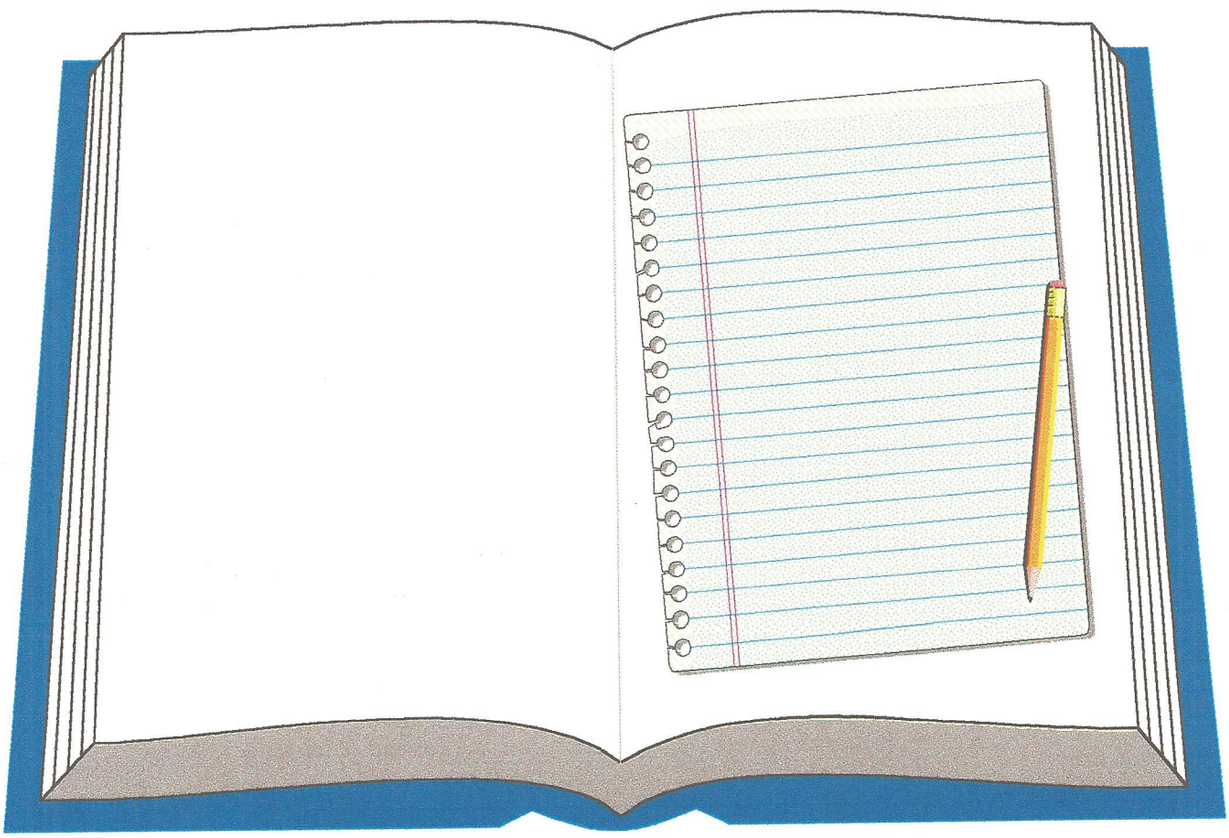
La maîtrise des techniques de procréation médicalement assistée a conduit à des « exploits » médicaux très controversés. C'est ainsi que des femmes ménopausées ont pu mener une grossesse après une préparation hormonale et fécondation *in vitro* d'un ovocyte d'une autre femme. L'immense majorité des spécialistes est défavorable à de telles pratiques.

• **De multiples problèmes d'« éthique médicale » liés à la procréation médicalement assistée... et des réponses encore floues (d'après *Le Monde*, « Dossiers et Documents ». Avril 1993).**

18

PARTIE 5

TEMPS ET ÉVOLUTION



PARTIE 5

TEMPS ET ÉVOLUTION

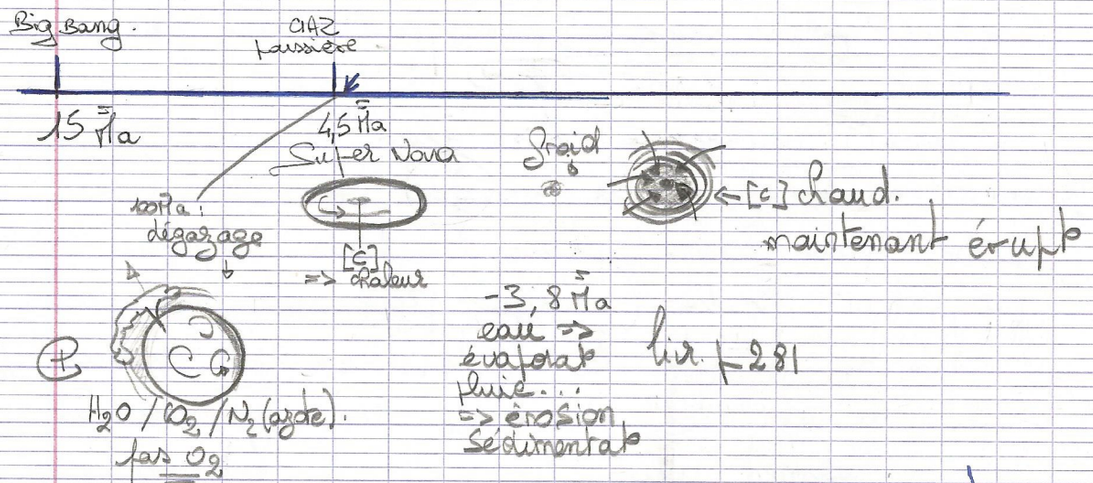
FORMATION DE LA TERRE ET 1° ÉTAPE DE L'ÉVOLUTION DE LA VIE

I La terre, planète du système solaire.

+ 284.

I ou II : CO_2 → (O_2) apparu ?

H_2O → mer



- Il y a 4,5 Ma années ds la voie lactée (= notre galaxie) une explosion de super nova déclenche l'agloméra° d'1 nuage de gaz et de poussières : la nébuleuse présolaire en rotat°

- doc 3 p 284.
La contract° de la nébuleuse (284) donne un disc renflé en son centre. Ce renflem^t central va donné naissance à une étoile (= protosoleil) et la contract° gravitationnelle provoque son échauffm^t.
La matière périféric libère, sous l'effet de la force centrifuge des anaux de matière.
La chute de ⊕ à la périférie conduit à la solidificat° des gaz (s) de la nébuleuse et apparit° de pti grins.
Les grins vont s'accréter (def p 430) progresivmt pour donner nésance au planet primitiv.
Une avalanch finale couvre les planett de cratère d'impact. Ce bombardem^t se traduit par un très fort échofm^t.
- 2 sénario permett d'expliquer la structure de la T en couch concentric
• Accrét° hétérogène : Les materiaux se s^t aglonéré suivant un ordre de densité décroissante.
• Accrét° homogène : Les grin ont une composit° moy identic. Il fot alors imaginé que la planète est passé par une phase chode et, au moin parcielem^t fondue (énergie provenant des collisions méthéoritic et de la richess en été radioactifs).
- La déterminat° de l'age du système est possib si on admet que les météorite date de sa format° et n'ont pas été consomé pour formé des planette.

II Evolut° de l'atmosphère I ou II au bac

intro-concl

- L'atmosf est 1 des 4 envelop externe de la T. (atmosf, hydrosphère (eau), lithosphère, biosphère)
- Composit° actuelle : O_2 : 21 % N_2 : 78 % CO_2 : 0,02 %

1 format° de l'atmosf° terrest

a origine " "

* ell provient de l'interieur de la planett par dégazage du manto
- le refroidissm° lent par conduct° (= diffusion à travers la matière static) et convect° (= chaleur transporté par la matière en mvm°) entraine la format° d'1 croute superficielle non étanch permettan le dégazage de la partie profonde de la T.
- les manif volcanic qui ont suivi (et ki continu encor) n'assure q'1 dégazage résiduel (fig 20.10 p 285)
- NB p 288 fig 20 16. et couverture
en violet : avant primaire : Mané en primaire Mané : -550 M
+ lon primère : - lon IIère : encor - lon tertière : -65 Ma.
- NB les roch les + encière mise en place en surface (= roch sédimentele) (conu à isua (groenland) fig 20.16. p 288) ont 3,8 Ma /date de -5,8 MA et prouve ke le dégazage du manto s'é réalisé tré vite. ds les 100 Ma de l'hist de la T

* composit° de l'atm primitive
- On pe la déduire de l'analyse des gaz du manto actuel (gaz rejeté par les volcan) et par comparaison avec les atmosf de Mars et Vénus révélées par les sondes spaciales.
- Constituant essenciel : vapeur d'o (80 / 90 %) CO_2 (10 - 20 %) ; N_2

-que = liquid ← gaz ↑ O

A l'éta de trace : méthane, ammoniac, hidrogène.

Absents :

- O_2.
- O_3 (= ozone) en hte altitude (de ce fét les radiat ultraviolète n'été pas arêté et pouvé fournir l'énergi nécésaire à la syntèse des composé organic).

- concl.

- A -3,8 $\bar{M}$a

∃-ait une athm primitiv réductrice (bcp CO_2).

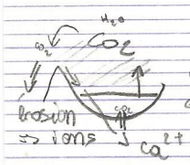
∃-ait une hydrosphère. En effet peu à peu le pt de saturat de l'atm en H_2O fu attein ; la Terre continuant à se refroidir il y a eu condensat d'1 partie de la vapeur d'o et dc format des 1° océan (l'o à l'éta liquide est déterminante pour la vie.)

Le cycle de l'eau [évaporat ; condensat (ppté) ; ruissellem^t (dc érosion et transport) permetant la sédimentat] est alors possibl.

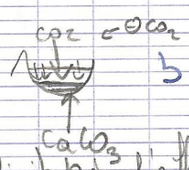
- Par comparéson avec la composit de l'atmosf actuel, l'évolut de l'atmosfère primitive, aprés condensat de l'o, est caractérisé par :

Extract du CO_2 et

Aparit et acumul de O_2



← rich CO_2
← pour CO_2



b. extract du CO_2

stromatolite aparu -3,8 $\bar{M}$ = bactéri ⇒ vie sans O_2 cap photosyntèse = pion O_2

⇒ limitat de l'effet de serre (retien infrarouge par CO_2).

- Aprés condensat de la vapeur d'o l'atmosf résiduelle est essencielem^t constituée de CO_2.
- Les relief qui emerge s^t des volcans càd matériel rich en Ca^{2+}, fe...
- Grace à la présence d'o liquide l'atmosf a évolué

Évolution de l'atmosphère

Tous les spécialistes s'accordent pour dire que l'atmosphère primitive formée par dégazage après la formation de la Terre ne contenait pas de dioxygène.

*1. Quelles informations sur la teneur en dioxygène de l'atmosphère fournissent les données géologiques du **document 1** ? On rappelle qu'à l'état oxydé (Fe^{3+}) les composés du fer sont insolubles. Les composés ferreux (Fe^{2+}) sont beaucoup plus solubles.*

Document 1 : Données géologiques

Les formations de fer rubanées constituent les plus riches gisements de minerai de fer dans le monde. Ce sont des formations **sédimentaires marines** montrant une alternance de couches siliceuses pauvres et riches en minerai de fer. Dans ces formations, le minerai se trouve notamment sous forme d'oxydes (magnétite Fe_3O_4, hématite Fe_2O_3). La plus grande partie de ces formations de fer rubanées ont été déposées entre 2,2 et 2 milliards d'années.

En Afrique et en Amérique, des dépôts fluviatiles datés de 2,7 milliards d'années sont riches en pechblende, un minerai d'uranium qui s'oxyde facilement et devient alors soluble.

Des couches rouges continentales qui doivent leur couleur à des oxydes ferriques sont connues à partir de 2 milliards d'années seulement.

Document 2 : Les stromatolites

Les stromatolites actuels sont des édifices calcaires résultant de l'activité de Cyanobactéries, bactéries capables de photosynthèse à partir de CO_2 et de H_2O.

Des formations semblables ont été trouvées dans les archives géologiques. Les plus anciennes appartiennent à des formations sédimentaires (formation Warrowoona, Australie) : elles sont datées de 3,5 milliards d'années. Dans ces formations, un certain nombre de spécialistes s'accordent pour reconnaître la présence de microsphères et de structures filamenteuses pouvant être des fossiles bactériens.

Les données géologiques indiquent que la fréquence des formations stromatolitiques a augmenté à partir de 2,3 – 2,2 milliards d'années, ces formations restant abondantes pendant tout le reste des temps précambriens (jusqu'à 550 millions d'années).

Document 3 : Les données isotopiques $^{13}C/^{12}C$

Il existe deux isotopes *stables* du carbone : ^{12}C et ^{13}C. On dispose de techniques permettant de déterminer le rapport isotopique $^{13}C/^{12}C$ dans un échantillon de matière carbonée minérale (carbonate…) ou organique. La composition isotopique en carbone d'un échantillon est exprimée par rapport à celle d'un échantillon standard et est caractérisée par une valeur appelée « delta ^{13}C » ainsi définie :

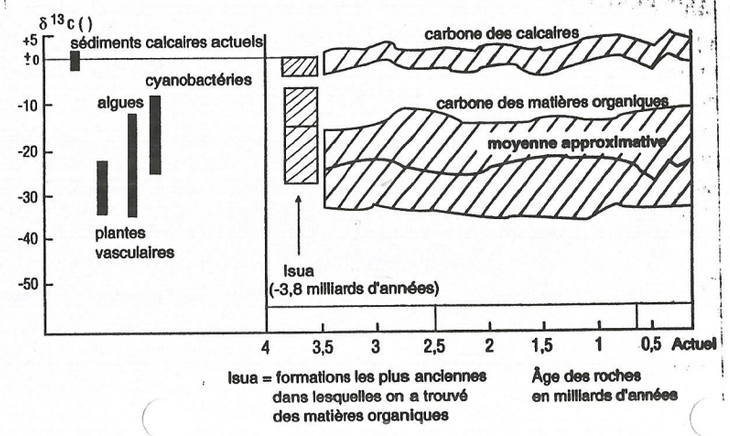
$$\delta^{13}C = \left(\frac{^{13}C/^{12}C \text{ de l'échantillon}}{^{13}C/^{12}C \text{ standard}} - 1 \right) \times 1\,000$$

Lorsque les organismes chlorophylliens actuels effectuent la photosynthèse, ils utilisent préférentiellement le $^{12}CO_2$. Il en résulte que le $^{13}C/^{12}C$ des matières organiques résultant de la photosynthèse est inférieur à celui du standard : leur $\delta^{13}C$ est donc négatif.

M. Schidlowski a fait le bilan de toutes les déterminations isotopiques $^{13}C/^{12}C$ effectuées sur des sédiments et roches calcaires d'une part, sur la matière organique plus ou moins transformée conservée dans les sédiments et roches sédimentaires d'autre part. Le **graphique** illustre les valeurs de $\delta^{13}C$ de ces matériaux depuis les plus anciens connus jusqu'à l'époque actuelle.

Il s'agit des valeurs $\delta^{13}C$:
- des sédiments calcaires actuels et des matières organiques synthétisées par les organismes chlorophylliens actuels ;
- des calcaires et des matières organiques fossiles depuis 3,8 milliards d'années jusqu'à l'époque actuelle.

Valeur du delta $\delta^{13}C$



GENERALITES SUR LES ISOTOPES STABLES et NOTION de δ

- Il ∃ environ 300 isotopes stables NON radioactifs dans la nature. Pour 1 élément donné l'un des isotopes prédomine, les autres sont à l'état de trace
- Les ≠ isotopes d'un même élément ont des propriétés chimiques identiques mais des propriétés physiques légèrement ≠ (à cause de la ≠ce de masse)
Cette ≠ce est négligeable pour les isotopes lourds (ex Sr 86, Sr 87 : ≠ce 1/86)
Cette ≠ce n'est pas négligeable pour les isotopes légers (ex C_{12} et C_{13} : ≠ce 1/12)

- Cette ≠ce de masse, donc de propriétés physiques, peut entrainer un fractionnement des isotopes (= processus naturel qui trie les isotopes)

  • ex évaporation des isotopes légers est plus facile que celle des lourds (il y aura plus de $^{16}H_2O$ dans la vapeur que dans l'eau de la casserole qui, par différence, contiendra plus de $^{18}H_2O$)

  • ex condensation ou la précipitation des isotopes lourds est plus facile que celle des légers (il y aura plus de $CaC^{18}O_3$ dans une coquille que dans l'eau du milieu)

  • ex les isotopes légers vont plus vite que les lourds dans les réactions chimiques (^{12}C s'incorpore plus vite que le ^{13}C dans les réactions de la photosynthèse. La matière organique en contient plus que le milieu de vie)

- La composition isotopique est mesurée par le rapport $R = \frac{\text{isotope lourd}}{\text{isotope léger}}$

- Pour pouvoir établir des corélations dans le temps et dans l'espace on procède par comparaison avec le même rapport dans un echantillon standard. La composition ainsi trouvée est exprimée en ‰ et représentée par δ

$$\delta = \left(\frac{\text{lourd/léger de l'échantillon}}{\text{lourd/léger du standard}} - 1 \right) \times 1000$$

⇒ δ varie dans le même sens que lourd/léger de l'échantillon

ex : $\delta^{13}C$ dans matière organique

$\delta^{13}C \downarrow \Rightarrow {}^{13}C/{}^{12}C$ échan. $\downarrow \Rightarrow {}^{12}C \uparrow \Rightarrow$ photosynthèse ↑

ex $\delta^{13}C$ dans roches calcaires

$\delta^{13}C \downarrow \Rightarrow {}^{13}C/{}^{12}C$ échan $\downarrow \Rightarrow {}^{13}C \downarrow \Rightarrow$ sédimentation ↓

• Une partie du CO_2 a été dissou par les pluies. En ruisselant sur les relief émergées, ce σ acide dissolve les ions. et les entrèrent vers le océan primitif

• les océan (à cose de l'agitat° et de la grde surface de contact avec l'atmosf ; à cose du volcanism sous marin) s'enrichiss en CO_2. Celui ci est transformé en carbonate (des équi chimic s'établiss entre CO_2, H_2O et ions) et stoké ds les roch calcaire au fond des océan.

- concl : la format des carbonates :
  • explic la disparit° du CO_2 de l'atmosf primitive
  • a permis de limiter l'efet de serre autorisant la présence d'σ sous 3 état

- Remark : actuelm^t ce sont les être vivant ki provoq cett réact° : Le carbonate de calcium $CaCO_3$ précipite en formant un test (oursins - coquill) ou une coquille calcaire ; leur accumulat° constitu l'essenciel des roch calcaire.

Les calcaire les + ancien construit par les êtres vivant (les stromatolites) (fig 20.22 p 290 et p 270) construit par les .. ont + de 3,5 Ma donc la vie est aparu trés tô, probablem^t - de 1 Ma aprés la format° de la T.

• aparit° et accumulat° du O_2

Ds la haute atmosph initiale, les rayons ultraviolet discociait un peu de de vapeur d'σ en $\frac{1}{2}O_2 + H_2$. Mai O_2 se combiné aux gaz réducteurs expulsé du manto.

1° concl : il ∄ d'O_2 libre (ce que des indice géo vont

ns permett de prouver)
2° concl : il fo dc attribuer la présence actuelle de O_2 sur terre à la vie. (ce ke les stromatolite et les dépo carbonate T en rich en C_{12} von nous permetre de prouver).

* indice géolog p288 : fer rubané.

f 9. doc 1

. certins minerés s^t très solubl en milieu oxydant. Leur présence ds les terrains anciens (ces minerés ayan été trouvé et sédimenté à l'éta de particule) prouve l'abs de O_2 ds les eaux et atmosf de l'époq.
Ex : pechblende (minéré contenant 1 forte proport d'uranium) -2,7 GA.

. On trouve des gisem^t de fer rubané (f 20.15 p 288) associé à des ptat ciliseuses d^t l'origine par ptat chimic est indiscutable ds des roches d'1 peu + de 1 GA (entre -2,2 et -2 GA). or le fer est soluble à la surface de la T. ds des o pouvres en O_2. Le transport du fer et de la silice par les eaux douces n'a pu se faire qu'à l'état non oxydé.
La + grde partie des format de fer ayant été déposées en mer entre -2,3 et 2 GA cela sinifi que le fer ferreux dissous ds les océans a été transformé en fer ferrik insoluble ; cette transf impliquant 1 oxydat° c dc vers -2,2 GA que O_2 jusqu'alors abs a commencé à aparètre en q^té notable ds les océans.

. Des couches rouges (f 20.24 p 291) essentielem^t constitué de sable d'origine continentale s^t daté de 2 GA. Cela signifi ke ts les oxydes ferreux dissous ds l'eau ont été oxydés et ke O_2 en exos commence à se dégager ds l'athmosf. L'atmosf terestre jusqu'alors réductrice devient oxydente.
La [c] de l'athmosf en O_2 à cette époque était 1 % de la [c] actuelle (valeur qui n'était pas atteinte à -2,2 GA.

* Origine de O_2

→ 1° témoignage.

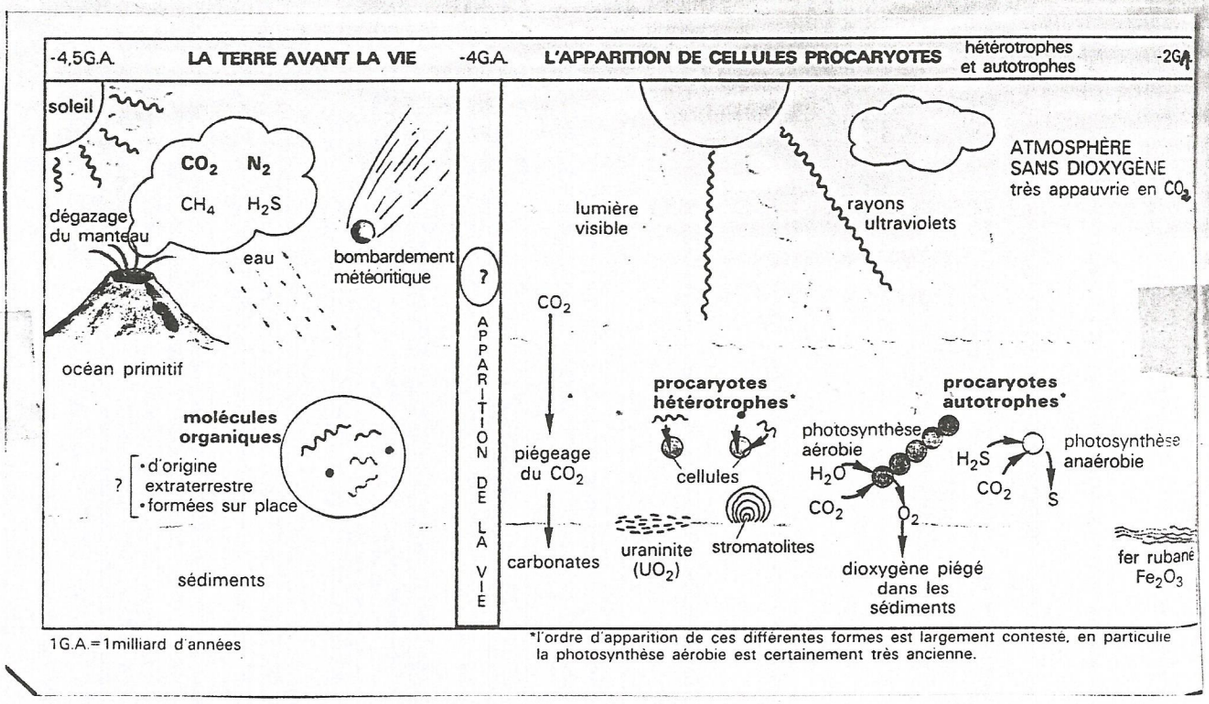
Les stromatolites (p 280 + fig 20.22 p 290)
- Etude du gisem^t de North pole
• doc 6 p 288 : On a découvert :
des structur faisant penser aux strom actuels.
des filaments (fig 20 17 p 288) qui ressembl à des bactéries filamenteuses actuele,
des microsfères.
Pour certains géolog, il s'agiré surm^t de microfacile datan du début du précambrien. Ils utilisent le princip d'actualism ki compare les structures ancienne o strucutes édifiés par les organism acuels.
Pour d'être il ∃ un doute.
Cepd^t il fo remarquer la convergeance de ces ≠ découverte ds un environem^t propice o dévelopm^t de form vivante
• fig 7.
Les age des 2 coulées de basalt s^t identic de les stroma ont -3,5 M̄ ané.
La précipitat des carbonates forman les stroma nécécite un déplacem^t de l'équi des carbonates.
or ce déplacem^t peut s'expliker par une absorbt de CO_2.
Dc si une tele absorbt de CO_2 ∃ il y avé de une fotosyntése productrice de O_2 récemblablem^t à -3,5 M̄ Ané

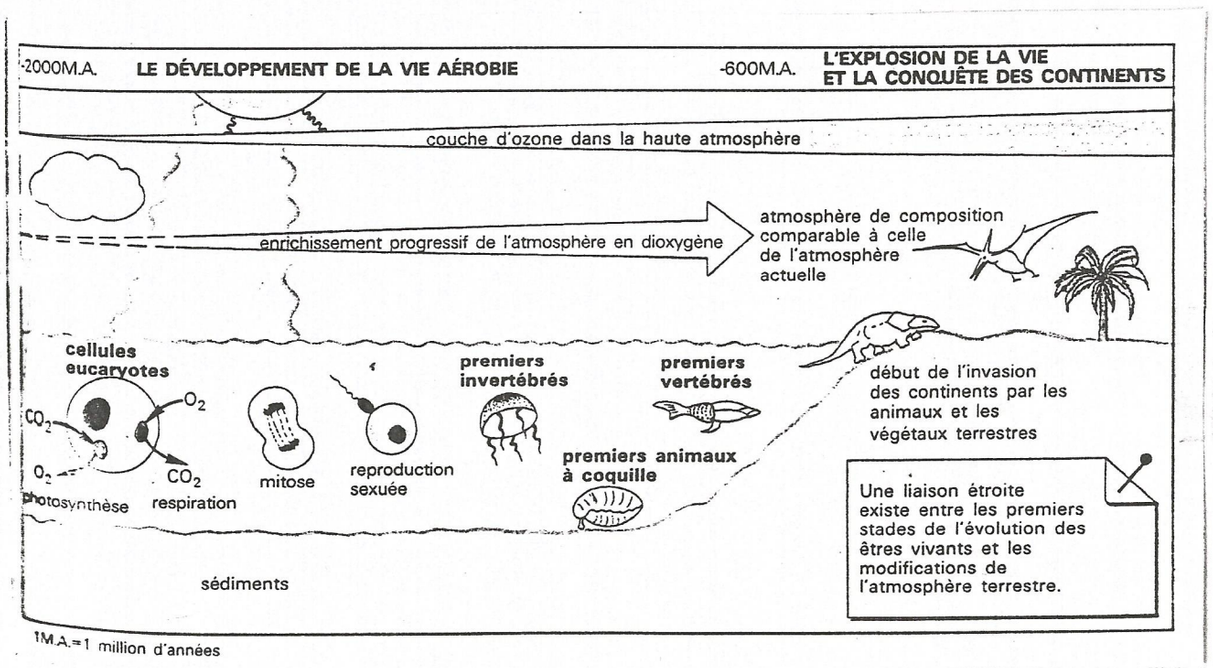
(R) on note la présence de gypse à la m̄ épk ce ki évok la présence de O_2 (le format du gypse

nécécite un équat° avec O_2).
fig 9 doc 2
ce né ba partir de -2,3 M̄ ané bc les strom
conéss une ↗ importante
pistil est le résulta de l'activ fotosintétic
des cianobactéries ↳ dc vers -2,3 -2,2 M̄ ané
bc la kté de O_2 libéré devient importante.
et cela corespond à la format° des 1° oxyd
feric (fer rubané fig 9 doc 1) par la suite
la fotosintèse de O_2 étan bien dév
O_2 en exés va se répendre dan l'atmosf.

▷ 2° témoignage :
Dépo carbonaté enrichi en carbone 12 : ^{12}C fénomène
caractéristic de ∃ des êtres vivants.
- fig 10.
- fig 9 doc 3
. ds la format° d'isua à -3,8 M̄ ané le
Δ_{13} $S^{13}C$ du carbone moyen de la matière organic
≃ -15 pour 1000 ⇒ très superieur à
l'actuel ki est ≃ -25/00
concl :
L'activ fotosintétic été très faibl à -3,8 M̄
ané.
. à -3,5 M̄ ané
Le $S^{13}C$ de la matièr oragic ≃ -25/00, dc
à sa valeur actuelle, et s'y mintien.
concl : ver -3,5 M̄ ané la fotosintèze est dc
aparu de manière cilifiante (ce qui confirm
la fig 2

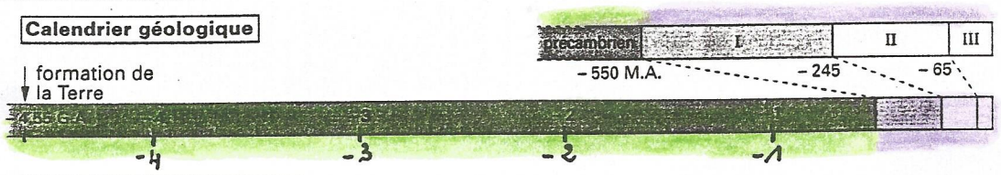
f5


-4,5G.A.
LA TERRE AVANT LA VIE
-4G.A.
L'APPARITION DE CELLULES PROCARYOTES
hétérotrophes et autotrophes
-2G.A.
soleil
CO_2 N_2
CH_4 H_2S
dégazage du manteau
eau
bombardement météoritique
océan primitif
molécules organiques
? • d'origine extraterrestre • formées sur place
sédiments
?
APPARITION DE LA VIE
lumière visible
rayons ultraviolets
ATMOSPHÈRE SANS DIOXYGÈNE très appauvrie en CO_2
CO_2
piégeage du CO_2
carbonates
procaryotes hétérotrophes*
cellules
uraninite (UO_2)
stromatolites
procaryotes autotrophes*
photosynthèse aérobie
H_2O
CO_2
O_2
dioxygène piégé dans les sédiments
H_2S
CO_2
S
photosynthèse anaérobie
fer rubané Fe_2O_3
1G.A.=1milliard d'années
*l'ordre d'apparition de ces différentes formes est largement contesté, en particulie la photosynthèse aérobie est certainement très ancienne.

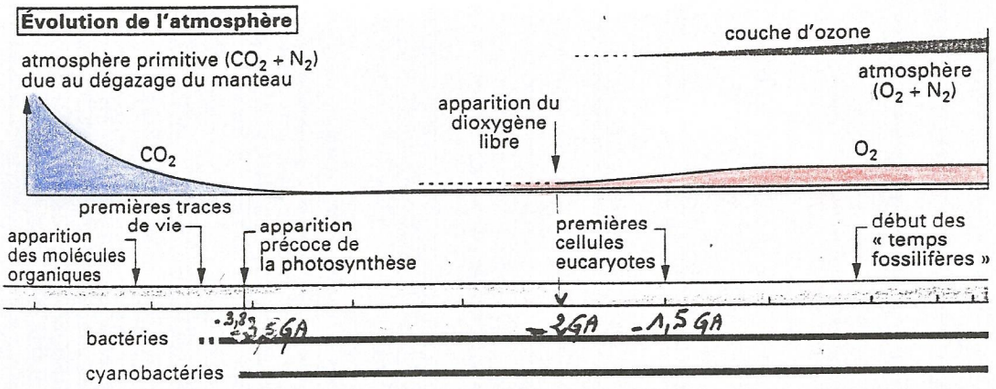

-2000M.A.
LE DÉVELOPPEMENT DE LA VIE AÉROBIE
-600M.A.
L'EXPLOSION DE LA VIE ET LA CONQUÊTE DES CONTINENTS
couche d'ozone dans la haute atmosphère
enrichissement progressif de l'atmosphère en dioxygène
atmosphère de composition comparable à celle de l'atmosphère actuelle
cellules eucaryotes
CO_2
O_2
O_2
CO_2
photosynthèse
respiration
mitose
reproduction sexuée
premiers invertébrés
premiers vertébrés
premiers animaux à coquille
début de l'invasion des continents par les animaux et les végétaux terrestres
Une liaison étroite existe entre les premiers stades de l'évolution des êtres vivants et les modifications de l'atmosphère terrestre.
sédiments
1M.A.=1 million d'années

f6

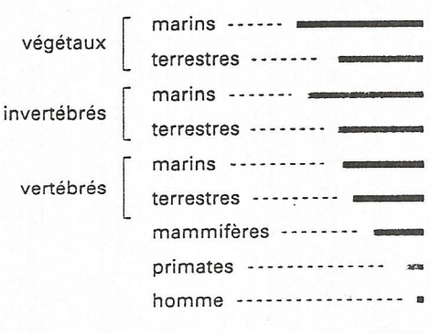
Calendrier géologique



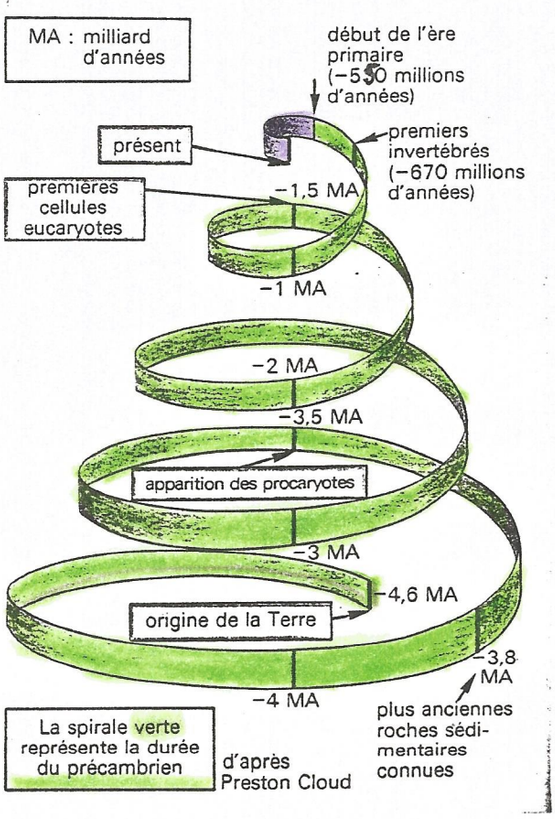
Évolution de l'atmosphère



Évolution de la vie

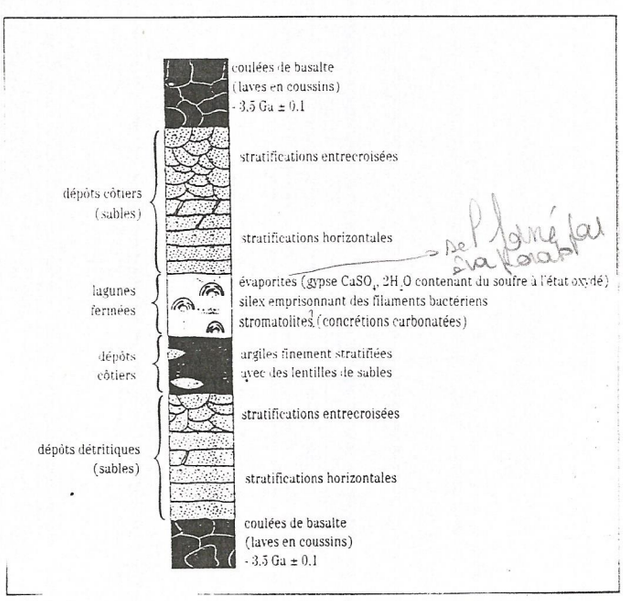


f8



f7

Les dépôts sédimentaires archéens avant l'air
La série de Warrawoona à North Pole, en Australie



® cette chute du $\delta^{13}C$ n'est pas dû à modif isotop de environmt car $\delta^{13}C$ des calcair change pas et ≈ sa valeur actuel.

2) L'atmosph et la vie.

6 ξ en I (ou II) (géol.) si géol pas I,
I = pbl sur métrise de la région

2. L'atmosphère et la vie

a. Origine de la vie f.5 et f6.

- Rappel : Les premières formes de vie connues sont les procaryotes que l'on trouve dans des sédiments plus anciens que les couches rouges f20.23 p2
⇒ conclusion : la vie est apparue dans un milieu dépourvu de O_2
- Actuellement on trouve des bactéries dans des milieux très inhospitalier (ex eaux chaudes 350°c et sulfureuses rejetées par les fumeurs noirs des dorsales océaniques)
⇒ conclusion : il est logique de penser que la vie a pu apparaître dans l'océan primitif (où les conditions étaient comparables)

* Origine terrestre des molécules organiques

- En 1920 OPARIN et HALDANE émettent l'hypothèse suivante : dans les premiers océans existait une "soupe primitive" de molécules organiques formées par l'action du rayonnement solaire (= U.V = source d'énergie) sur l'atmosphère primitive réductrice
Ces molécules ont pu interagir et s'accumuler pdt des centaines de millions d'années (le milieu étant dépourvu de O_2 et d'êtres vivants susceptibles de les consommer)
- En 1954 MILLER et UREY (f20.11 p.286) démontrent que la synthèse de molécules organiques est possible dans des conditions "prébiotiques" (= avant l'apparition de la vie sur Terre) à partir d'éléments minéraux
- En 1953 OPARIN obtient des coacervats (= microgouttes) dont les propriétés préfigurent le fonctionnement cellulaire
On peut imaginer que ces structures se sont compliquées → procaryotes

* Origine extra terrestre de molécules organiques

On a découvert de nombreuses molécules organiques dans les nuages interstellaires, les météorites (= chondrites carbonées), les noyaux des comètes
⇒ La Terre primitive et son océan auraient été ensemencés f20.14 p287

b. Equilibre atmosphère biosphère hydrosphère

Rappels

- BIOSPHERE = ensemble des milieux et des E.V qui les peuplent
- Les EV effectuent avec le milieu extérieur des échanges gazeux ce qui contribue à l'évolution de l'atmosphère
- L'atmosphère actuelle résulte de cet équilibre dynamique

* Les premières ∉ f. 8

- Les 1ères ∉ vivantes ont certainement utilisé directement ATP puisé dans le milieu
- L'épuisement de l'ATP "impose" l'apparition de systèmes métaboliques producteurs d'ATP

ex Fermentations : les 1ères ∉, dans un milieu anaérobie, étaient des hétérotrophes (= "dévorant" les molécules organiques présentes dans la "soupe primitive")

* Apparition de la photosynthèse (ce qui implique la synthèse de pigments assimilateurs)

➤ photosynthèse anaérobie (car elle ne se traduit pas par une libération de O_2)

- Certaines bactéries possédant des pigments caroténoïdes (= pigments dont la formule chimique ne comporte pas de O_2) sont favorisées et utilisent l'énergie solaire pour transformer le CO_2 en matière organique, le donneur d'électrons étant H_2S (et NON H_2O), le sous produit (= déchet) étant S (et NON O_2)
- Ces bactéries dites CYANOBACTERIES ~~ont été découvertes dans des formations précambriennes~~ (en Amérique du Nord, Australie) Ce sont des formations ressemblant aux stromatolites actuels

➡ photosynthèse aérobie

- Dans ces stromatolites, des cyanobactéries mutantes deviennent capables d'utiliser H_2O et O_2 est alors libéré
- Grâce à O_2 la synthèse de chlorophylles est possible et donc la photosynthèse aérobie ($6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{énergie lumineuse, chlorophylle}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$; $C_6H_{12}O_6$: mat organique ; $6H_2O + 6O_2$: déchets de la photosynt)
  - à -3,8 GA très faible fig doc 3
  - à -3,5 GA devient signifiante
  - à -2,3 2,2 GA devient importante
- O_2 produit (= déchet de la photosynthèse) diffuse dans l'océan et réagit avec le fer dissous → oxydes ferriques qui précipitent avec la silice (= gisements de fer -2,2 GA)
- Lorsque tous les corps réduits ont été oxydés alors O_2 se dissout dans l'eau des océans et s'accumule dans l'atmosphère (-2 GA) : il existe donc un retard entre l'apparition de la photosynthèse aérobie et le début de l'accumulation de O_2 dans l'atmosphère
- Remarque :
  - La photosynthèse (= utilisation de l'énergie solaire) aérobie (= qui a pour conséquence le rejet de O_2) est la solution à la 1ère crise alimentaire et énergétique de l'histoire de la vie sur Terre
  - De -1,8 à -1 GA l'O_2 en excès (impossible à éliminer tous les corps réduits ayant été oxydés) pollue l'atmosphère : c'est un poison pour les EV qui n'y sont pas adaptés
  ⇒ l'expansion de la vie est ralentie (= 2e crise)

* La ≠ eucaryote

- Les 1ers ≠ eucaryotes (dites ACRITARCHES) ont été découvertes dans des sédiments précambriens à -1,5 GA
- A partir de -1,5 GA puis -1 GA surtout la solution à

cette 2e crise apparait : c'est la respiration

$H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O +$ ENERGIE (=ATP)

molécule agressive — molécule NON agressive — utilisable pour la synthèse de matières organiques dont la quantité ↗ à nouveau

* Diversification des eucaryotes

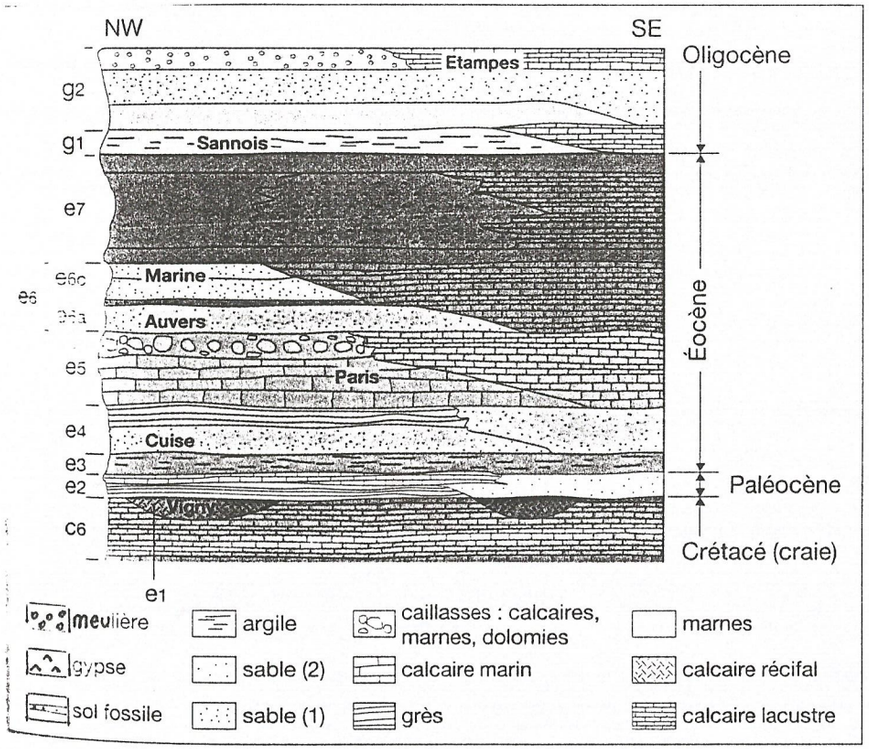
- Les ♯ eucaryotes s'organisent en végétaux et animaux
- f_5
- En altitude une partie de $O_2 \longrightarrow O_3$ formant un écran protégeant la Terre contre les UV.

Vers − 400 millions A la couche O_3 devient suffisante pour filtrer les radiations nocives et permettre la vie sur les terres émergées

3 Conclusion

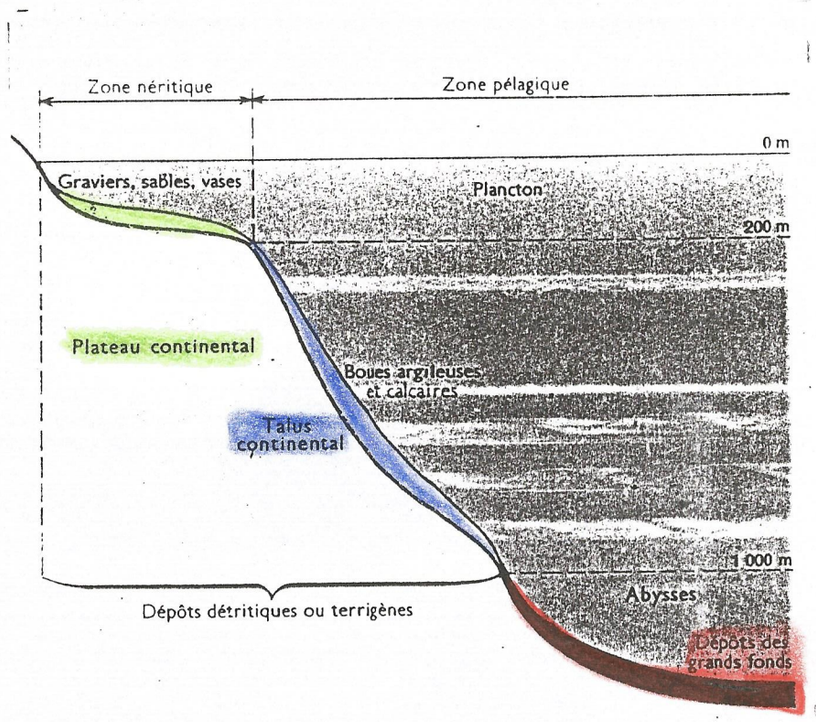
- L'activité des EV modifie la composition de l'atmosphère qui, à son tour, sélectionne les organismes adaptés aux conditions écologiques nouvelles : la vie est source de sa propre évolution
- L'organisation de la ♯ procaryote apparue à − 3,5GA a nécessité un temps très long, au cours duquel les gènes fondamentaux du métabolisme se sont différenciés
- La ♯ eucaryote n'a que − 1,5GA : elle s'est différenciée rapidement

f. 1



Coupe stratigraphique synthétique établie en regroupant les observations faites sur les affleurements et les données de forage sur l'ensemble des formations tertiaires du centre du Bassin parisien. Cette représentation montre les nombreuses variations de faciès des formations, c'est-à-dire des conditions physico-chimiques et biologiques qui régnaient lors du dépôt des sédiments. Sur une même verticale peuvent se succéder des dépôts marins ou continentaux (variations verticales de faciès). Ces variations sont parfois latérales : des dépôts marins et continentaux se sont faits à la même époque (sur une même horizontale, sur la coupe). Les épaisseurs des formations n'ont pas été respectées.

f. 5



REPARTITION des PROFONDEURS SOUS-MARINES

CHANGEMENTS GÉOLOGIQUES ET MODIFICATIONS DE LA BIOSPHÈRE (EX: CRISE CRÉTACÉE-TERTIÈRE)

I introduct°

- Depuis sa format°, il y a 4,5 Mané, la Ter est le siège de profond changem^t géol et biologiq.
- Les roch constitu des archives des tps passé. Leur contenu paléontologique (fouile), lorsqu'il existe, est un témoin de la vie et de son évolut°.

1 Les marbeur stratigrafiq et paléontologiq du tps.

a. σ cours des tps géol, des sédim^t se dépose et se transf en roch sédimentaire
- Selon le principe de la stratigraphie, ds une série sédimentaire la strate la + ancienne est à la base, la + plus récente σ somet

- fig 1 : les modif du contenu paléontologic d'1 dépos peuv
  - soi correspondr à des chgmt de milieu
  - soi résulter d'1 évol biologic
  - soi êtr lié o 2 fénomènes
- L'observat d'1 format sédim révèle des variat lithologic (= nature des roches) et paléontologic (= nature des fociles) permetant l'établismt d'1 chronologie relative.

Pouvan êtr étendu à d'otre séri géografic

b. L'utilisat des fociles pour dater les roch.

Au cours du tps une espèce évolue : aparit, augmentat du nbr de ces individu, maximum, puis diminut et extinct. (mots souligné = repères chronologic)

2. def de "crises" géologic et leur utilisat.

Se nbres espèces disparéss régulièrem^t.

⊞ on parle de crise :
- lorsq'1 extinct massive despèces se produi sur l'ensembl du glob pdt une duré courte. (entre 1 M ané et 15 M ané)
- et ke le renouvelmt de la fona et floro ki lui succède est + important kil ne l'est normalmt entre 2 étages.

⊞ crise et tps géologic
- les crises permett de marquer des coupure ds les tps géolog

f.2

classe des REPTILES (embranchement des VERTEBRES)

• TERRESTRES ou DINOSAURES (parmi eux figurent les géants ⇒ 40 à 50 m de longueur)

— Beaucoup étaient HERBIVORES

ex. DIPLODOCUS : corps massif, haut de 4 à 5 m, se prolonge en avant par un long cou portant tête minuscule ; longue queue faisait contrepoids à l'arrière. Longueur totale 25 m. Devait vivre dans les marécages et brouter les plantes aquatiques

ex IGUANODON : ≃ 10 m de long. Silhouette de kangourou avec longue queue et des pattes postérieures puissantes sur lesquels il se dressait pour brouter les branches des arbres qu'il atteignait avec les membres antérieurs

ex TRICERATOPS : 6 à 8 m de long. Ressemblait à rhinocéros ; énorme tête portant 2 cornes effilées et une 3e corne courte et massive surmontait un bec tranchant ; une collerette osseuse protégeait son cou.

— D'autres étaient CARNIVORES

ex TYRANNOSAURE : 10 à 15 m de long. Tête énorme, mâchoires longues, dents puissantes. Pattes antérieures armées de griffes puissantes et acérées. Il attaquait les gigantesques herbivores

règne animal

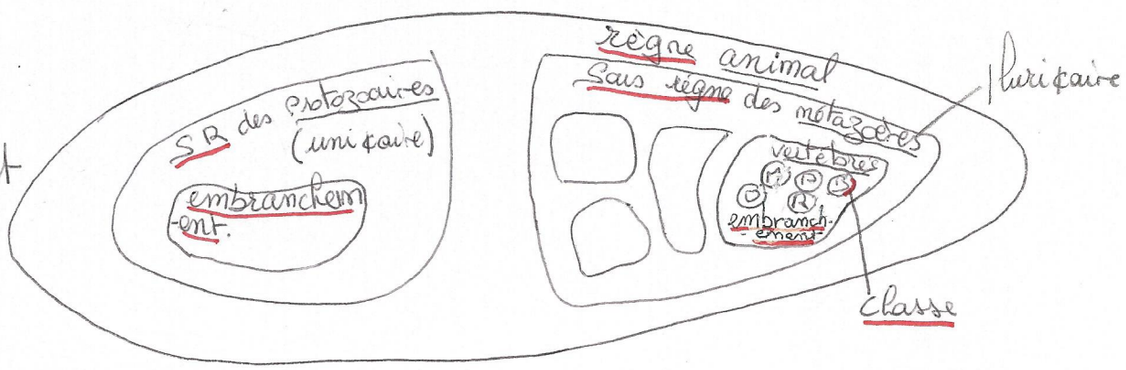
• MARINS NAGEURS

ex ICHTHYOSAURES : forme hydrodynamique. Nageurs rapides de pleine mer. Carnivores

ex PLESIOSAURES : plus massif. Vivaient non loin du rivage

• VOLANTS

- règne
- sous règne
- embranchement
- classe.



coupure = repère chronologie def par l'apparit° et/ou disparit° d'espèce animal ou végétal sin de format° stratifiées. Les coupure mark,
. Le passage d'1 ère à 1 otre.
. Le passage d'1 étage à 1 otre
Les niv° situé de part et d'otre 1 coupure constitu une limite.
- Un étage est def pa une litologie et une associat° de fociles stratigrafik.
Un focile strati est un organism ayan eu une large répartit° géografic, ayan vécu peu de tps (à l'échele géologic) et ∈ à une lignée ayan eu une évolut° rapide.
- NB un focile de facies est un organism ∈ à 1 lignée ayan une évol lente vivan ds des condit° de milieu très strict (ex : P, salinité, profondeur).
Il fourni de des info sur le milieu qui ∃ à l'épok où ils vivét
ex les stroma exist depuis 3,5 M sans changm^t de ≠ focile stratigrafic.
Il viv ds un milieu particulié (o chode, peu agité faibl profondeur) ce s^t dc de bon focile de facies

réchauffem^t du climat

II La crise crétacée tertiaire Maestrichien ↓ Danien (Paléocène)

- Ell se situ à -65 M ané
- ce n'est pa la seule ni la + importante (fig 21.5. a p 316)

crise = extinct° puis ↗ d'espèce apparaisse + importante.

1 la biosfère à l'aire II

- fig 21.11 p 318 + 21.5. p 316.
- Après la phase glacière de la fin du Ière, la péri-

de juracic-crétacé est caractérisé par un clima doux.

- Sur les continents

• fougères, gymospermes (conifère) (grd dev au juracic déclin ó crétacé), angiospérme (fleur) (aparéss fin juracic, importance ↑ ds crétacé tenden á remplacer les gymo..)

• Les dinosores (= reptile terrestres) herbivore et carnivores fig 2 occupent tte les nicks éco; reptiles volants; mammifère de petites taille

2. principale espéces qui disparéss (60/75%) á la fin du IIIère

a) cas des animaux

Il y a disparit de nbreuses espèce

* sur les continents

fig 21.7 p 316

▷ dinosaures (= reptiles terrestr).

(volan marelan marin).

▷ reptil volant

▷ nbreux otres reptiles terrestres (ex certaine tortues, lézards, crocodilliens.

* ds les océans

certaines espèces disparaiss par paliers succésif

▷ reptiles marins fig 21.7 p 316.

▷ ammonites. molusques céphalopodes marins

22 espéces existent encore qq mètres au dessous de la limite crétacé - terciaire, 0 au dessus.

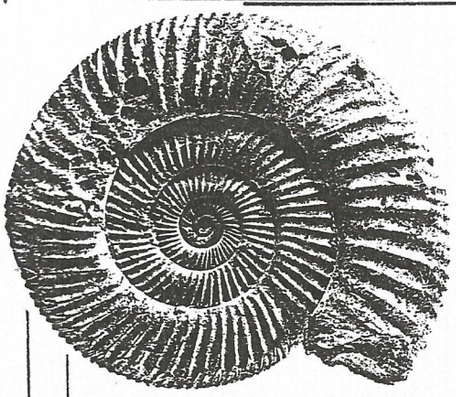
- fig 3.4.5. + fig 20-40 b p 298.

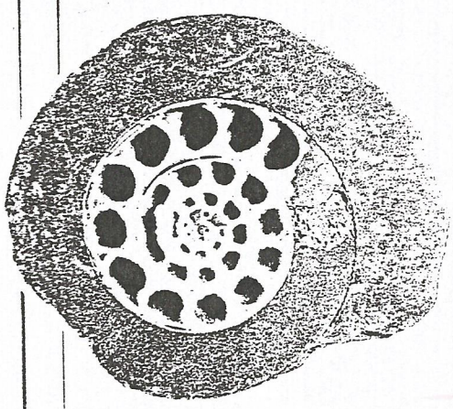
- ce st de bons fociles stratigrafic.

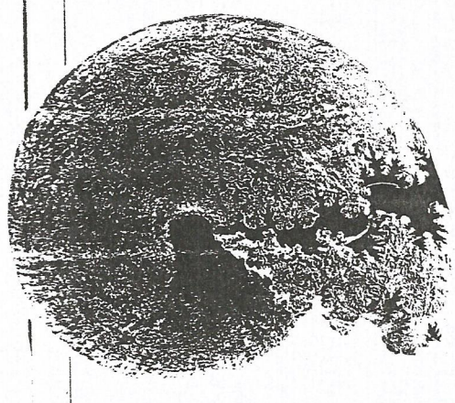
▷ les rudistes: molusques bivalves qui pullulaient du jurassik o crétacé.

f.3 AMMONITES (. embranchement MOLLUSQUES + coquille
. classe CEPHALOPODES)

corp mou, non segmenté ; tête pied.







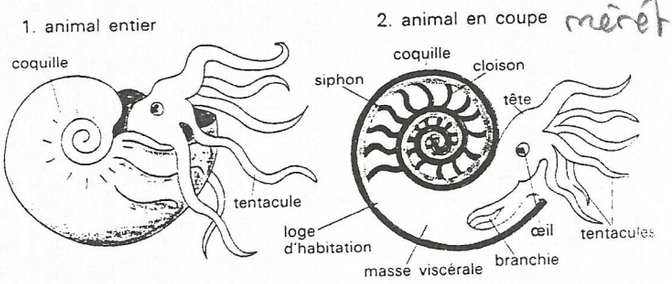
• Les ammonites sont des **mollusques marins** apparentés au nautile, au calmar, à la seiche... Apparues au début du Jurassique, disparues à la fin du Crétacé (voir fig. 1, p. 312), elles ne sont connues que par leur coquille divisée intérieurement en loges : les **cloisons** au bord ondulé se traduisent, à la surface extérieure de la coquille, par des **lignes de suture** plus ou moins sinueuses. L'animal n'occupe que la dernière loge : les autres, qui correspondent aux stades successifs de la croissance, sont remplies de gaz et jouent le rôle de flotteur.

• Les ammonites avaient probablement un mode de vie voisin de celui du nautile actuel : nageant et flottant au-dessus des plateaux continentaux ou rampant sur leurs fonds.

• D'après la forme de la ligne de suture et les stries d'accroissement, on distingue un certain nombre de **familles** dans lesquelles **genres** et **espèces** ont été définis principalement à partir de la forme de la coquille et de son ornementation (stries, côtes plus ou moins marquées, nodules, épines...).

Reconstitution d'une ammonite

vit ds la zonne mérétique.



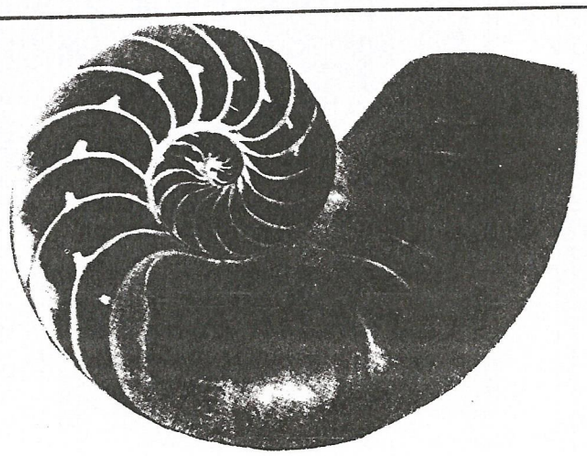
Photographies ci-contre : A. Perisphinctes plicatilis (diamètre 14 cm - Oxfordien) - B. La même en coupe pour montrer les loges - C. Aulacostephanus (diamètre 24 cm - Kimméridgien) avec des lignes de suture bien visibles.

« Les ammonites sont des mollusques céphalopodes qui, par leur abondance dans certains terrains et la vitesse de leur évolution, ont rendu et continuent à rendre d'énormes services en biostratigraphie. Leurs changements morphologiques permettent de découper les étages géologiques avec une grande finesse. Ainsi J. Gabilly a pu décrire, par exemple, une vingtaine de niveaux caractérisés par des ammonites différentes dans le Toarcien du Poitou, c'est-à-dire qu'il a pu partager cet étage en tranches de temps qui n'excèdent pas chacune 200 000 ans. S'agissant d'un étage vieux de presque 200 millions d'années, aucune méthode radiochronologique ne pourrait atteindre semblable précision. »

L. de Bonis, « Évolution et extinction dans le règne animal », © Masson, Paris.

Les ammonites constituent un groupe fossile largement répandu à l'ère secondaire. Grâce à leur évolution rapide, elles sont, pour le géologue, un outil de datation relative de premier ordre.

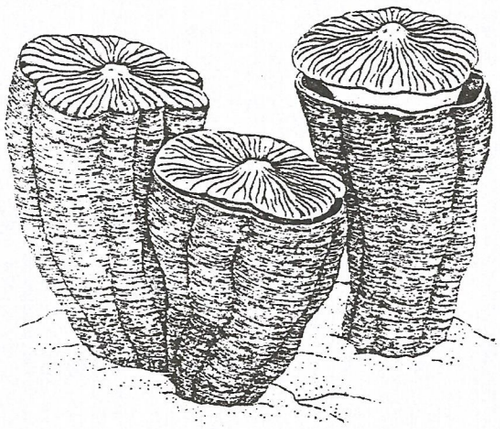
f.4



COQUILLE SCIÉE de NAUTILE ACTUEL (MOLLUSQUE CEPHALOPODE)

f.6

RUDISTES (. embranchement MOLLUSQUES . classe BIVALVES)



« Durant le Crétacé, de nombreuses espèces unicellulaires se sont diversifiées : les Diatomées, les Foraminifères, mais surtout les Coccolithophoridées qui envahissent les mers épicontinentales, produisant d'épais dépôts de craie à l'échelle du globe. Chez les animaux pluricellulaires (Métazoaires), les poissons Téléostéens (poissons osseux) se diversifient au Crétacé inférieur en association avec deux groupes de carnivores marins : les crabes et les Gastéropodes prédateurs. Les Rudistes, Lamellibranches à coquille épaisse, deviennent les constructeurs de récifs dominants dans les mers tropicales de l'époque, allant jusqu'à remplacer les coraux. Les mers crétacées sont aussi peuplées d'Ammonites, Bélemnites et reptiles marins tels que les Mosasaures et les Plésiosaures. À la fin du Crétacé, de nombreuses espèces d'animaux marins disparaissent, et même des groupes entiers : Ammonites, grands reptiles, Rudistes, nombreux Coccolithophoridées, Foraminifères, Radiolaires... Au Tertiaire, des groupes survivants vont se diversifier, tels les coraux constructeurs, certains grands Foraminifères comme les Nummulites, les Mammifères marins, occupant ainsi les niches écologiques laissées vacantes lors des extinctions massives de la fin du Crétacé. »

(d'après S.M. Stanley, *Earth and life through time*)

DEFINITIONS

BIOTOPE = endroit bien limité de l'espace où tous les facteurs écologiques sont identiques

FACTEURS ECOLOGIQUES = facteurs édaphiques (concernent le sol pour les êtres vivants terrestres, l'eau pour les êtres vivants aquatiques) + facteurs climatiques + facteurs biotiques

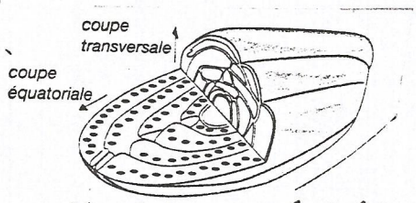
BIOCENOSE : ensemble des êtres vivants (entre lesquels se créent des relations) et du biotope dans lequel ils vivent.

NICHE ECOLOGIQUE = endroit où un animal trouve pour certains comportements de sa vie (nourriture, repos, sécurité) les conditions optimales aussi bien climatiques, édaphiques que biotiques

f.7 FORAMINIFERES (sous règne PROTOZOAIRES)

fabric test calcaire.

• **FORAMINIFÈRES** : Protozoaires (animaux unicellulaires) qui possèdent une coquille (test) calcaire ou chitinoïde. C'est le groupe de microfossiles le plus important (plus de 30 000 espèces bien identifiées). Presque tous sont marins. Citons : les alvéolines, les fusulines, les globigérines, les milioles, les nummulites, les orbitolites...

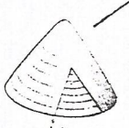


ALVEOLINE (voir livre f 21.18 p 321)

miliole

• **MILIOLES** : Foraminifères ayant la taille d'un grain de mil ; leur test calcaire est à plusieurs loges. Ces animaux vivaient en eaux peu profondes et chaudes, fixés sur les feuilles des herbiers. Leur sédimentation a donné le « calcaire à milioles ». Leur répartition stratigraphique s'étend du Carbonifère à l'époque actuelle.

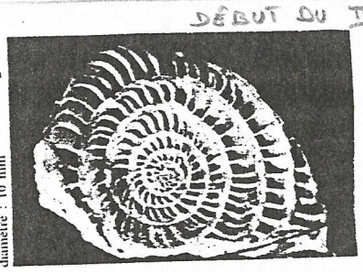
Malheureusement pas.
GLOBIGERINE (voir livre f 21.18 p 321 f 21.33 p 330)

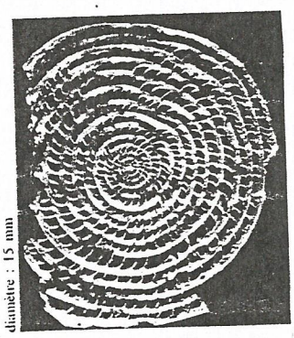

orbitoline

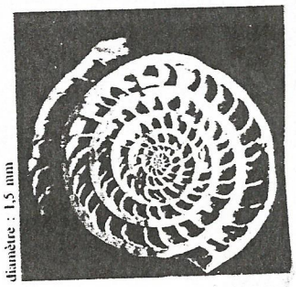
• **ORBITOLITES** : Foraminifères marins à test calcaire, qui vivaient à faible profondeur dans des eaux plutôt chaudes. Leur répartition stratigraphique s'étend du Jurassique à l'Éocène.

FIN DU II

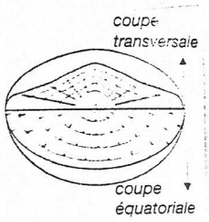
DÉBUT DU III


diamètre : 10 mm

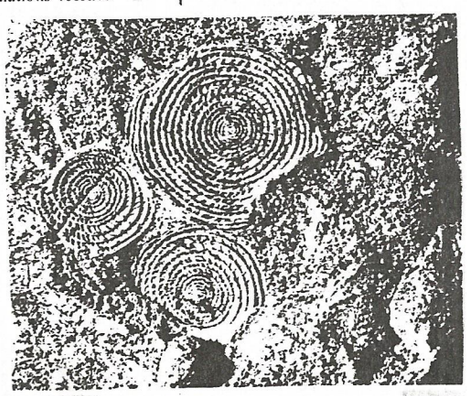

diamètre : 15 mm


diamètre : 1,5 mm

• **NUMMULITES** : Foraminifères marins, aujourd'hui disparus, qui peuplaient les zones littorales. Les nummulites *sensu stricto* caractérisent le Tertiaire inférieur (autrefois appelé le Nummulitique). Leur test calcaire est de forme lenticulaire. La détermination de l'espèce fait intervenir la taille, la forme, l'aspect des surfaces, l'allure des cloisons (plus ou moins serrées, recourbées ou non...), l'épaisseur de la lame spirale...
Comme la plupart des foraminifères, les nummulites présentent, au cours de leur reproduction, une alternance entre :
- une forme A, sexuée, de petite taille, à grande loge initiale (forme macrosphérique) ;
- une forme B, asexuée, de plus grande taille, à loge initiale petite (forme microsphérique).
La forme B est la plus abondante dans les populations fossiles.



Nummulite



- leur nbre comence à diminuer 2 M ané avant la fin du crétacé et il ∄ à la fin du crétacé.
- fig 6 + fig 21.4 p 315

D'autr disparéss brutalmt
▷ les foraminifères.
▷ protozoaires à test calcaire.
- fig 7 + fig 21.18 p 321.
- grpe de microfocile le + important presq tous marins

qui flotte (fig 5)

• extinct brutale des grdes formes ≈ 20 cm sous la lim du crétacé tercière.

phytoplancton = végétaux p 330 ← cocoli

• les petites formes (taille intérieure à 80 µm) disparéss en suite sauf les globigérines qui est le seul genre à survivre.

les 2 = algues unicaire.

animal zooplancton tjrs 1 seule ¢. protozoaire.

▷ les cocolithophoridés (= nanofossiles taille < à 500 µm) qq form planctonique : ils st pélagiques (zonne fig 5).

algue

- fig 21.33. p 330.
- les nanofociles st essenciélemt des cocolithoridés, minuscules algues unicaire présente actuelmt ds ts les océans. ces algues posséd une envelope calcaire fête de plaq (= cocolites) qui sédimente sur le fon après leur mort et peut être à l'origine de roch.
- Remarq liv p 321.

b. cas des végétaux.

disparit d'1 grd nbre de végétaux terrestre gimnospérme et angiospérme

c. conclusion.

seul un phénomène global (une modif brutale à l'échelle planétaire) peu expliquer la disparit simultanée (à l'échel des tps géologic) à la fois sur terre et ds les mer d'espèce éyan des exigeance éco très ≠.

3) les caractéristic essenciel de la crise crétacé-tertiaire.

à trouver en sty II ou III

analyse de doc p 312/313.

* p 21.9 p313 + 21.10. q2. 312.

- ⓐ ⓑ : modif de la nature de la sédimentat° : on passe des marnes (contenant ici 60% d'argile) à de l'argile pur ce qui corespond à un chgmt de colorat° sur le terrain
NB ds certains sites 21.10. présence d'1 fine couche noire (= fusain). soulignant cette limite.
- ⓑ ⓒ : la distribut° des magnétites corespond à une ↓ rapide de la teneur en carbonates.
- ⓒ modif de la teneur en irridium avec un pic à la limite crétacé-tertiaire.
NB la variat° de l'iridium est + étalé ds le temps que celle de $CaCO_3$. Ell pouré s'expliquer par un tps de résidence tré long ds l'o de mer avant de sédimenter.

nectonic = qui nagent * fig 21.8. p 312 marin profon = pelagic

* fig 21.33 p 330. q II.1.

b concl (q4 p 312). style 1

Marnes

FOCILES du DANIEN (= Base du II)

III

PALEOCENE

limite C-T-65MA

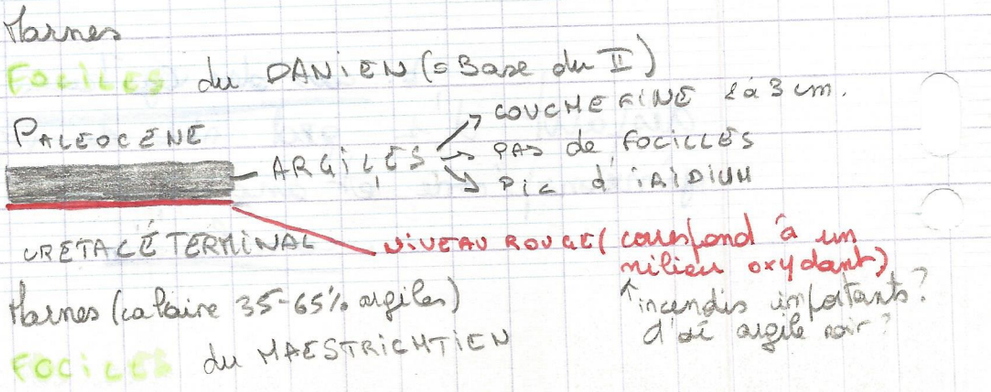
ARGILES → COUCHE FINE 2 à 3 cm. → PAS de FOCILLES → PIC d'IRIDIUM

II

CRETACÉ TERMINAL — NIVEAU ROUGE (correspond à un milieu oxydant) ↑ incendis importants? d'où argile noir?

Marnes (calaire 35-65% argiles)

FOCILES du MAESTRICHTIEN



- crise crétacé-T : phénomène assez bref (2/3 cm d'argile ≈ 10 000 ans de sédimentat.)
- disparit d'1 grde partie de la végétat sur les continents. La couche noire d'argile peu être interprété par la dévastat de la végétat par des incendies généralisés.
- ↘ de la diversité et de l'abondance des form calcaire planctoniq, en particulier nannofacile (= coccolithophoridés = alg unicellaire = producteurs). provoq un déséquilibre ds les chaines alimentaires
  - ↘ conséquence : ↘ du zooplancton (= consommateurs)
↘ de l'abondance et diversité pour les foraminifères. ↓ 330.
↘ de la diversité pour les radiolaires.
  - 2e cons : modif de la sédimentat : effondrem brutal de la sédimentat calcaire (vs les sédim calcaires ss composés de coccolithes et de tests de foraminifères)
Cet effondrem est accentué par ↑ du tx de CO_2 dissout en surface (vs le CO_2 néfast utilisé lor de la photosynthèse) qui favorise la dissolut des tests calcaires, les êtres siliceux étant + résistants.
- ↑ de [c] de la magnétite
- ↑ " " d' iridium.

4. Permanence des flores et faunes

Les organism terrest d'eau douce ou saumâtre ont bien résisté
par contre seule la moitié des organism marins pélagiq ont survécu fig 21.8 ↓ 317.

a en milieu marin

* milieu pélagique. ▷ microorganisme.

- fig 21-33 p 330 nous a montré que le phytoplancton est plus touché que le zooplancton.
Explicat possible : fig 21.31 p 329 (photosynthèse : soleil)
- cond extinct de la flore (- foraminifères : le genre globigérine est le seul à survivre) et de la faune (= coccolithoridés) planctoniques.

M hiatus : sédiment, def p 321 (pas de dépos)
après cette crise, une importante phase de diversificat se produit à partir des espèces rescapées (fig 2115 p 320 2116) : de nvx grp apparaissent ex nummulites (fig 7 = foraminifère - protozoaires à tests calcaires) qui pullulent et caractérisent le tertiaire inférieur.

▷ poissons.
idem qu'actuels, énormes squales.

▷ les mammifères.

* milieu pélagique..
- milieu benthique.

- Algues permettent d'alimenter la faune.
- faune peu modifiée / rapport à celle du Trias.
  - mollusques
  - crustacés
  - coraux (occupe la place des oursins).

b. milieu continental

O début du IIIème un climat chaud uniforme et humide règne sur la T. entraînant l'extension des forêts tropicales vers le nord et le sud (fig 21.13 + 3.19).

* la flore

A côté des fougères et des gymnospermes (conifères) qui prévalent, les angiospermes (arbre à fleurs : le pommier) en plein essor domine le végétal.

* faune

- Reptiles idem ke de nos jrs. cependt on note des crocos nbreux ds les lacs de Fco. Le clima chaud régné sur notre pays à cette époc.
- A l'aire IIIème les mammifères, les oiseaux, les insectes vont dominer le animal.

Les mamifères ont pu se maintenir pdt la période dominée par les dinosaures. sans entrer en concurrence avec ces reptiles bcp + gros qu'eux. Grace :

- à leur moeurs nocturnes facilitées par l'homéothermie (T° constante), aire sensible
- petite taille
- des dents complexes leur permettant mastication efficace

L'extinct des dinosaures (qui consommaient de grde qté de nourriture et occupaient tte les niches éco). permet au grpe suivant (d'animaux) d'occuper les

niches vacantes

Le début de l'ère III ère est marqué par la diversificat° rapide :

- Des oiseaux
- Des mamifères : ds l'espace des 10 M̄ ané qui suivent la crise, la + part des mamifères apparaiss parmis eux l'ordre des primates (auxquels l'h. ∈). d^t les modes de vie s^t d'abord arboricoles en milieu tropical et forestier.

Sous règne - classe et - ordre -

Conclusion (= conséquence d'1 crise).

Les crises biologiqu (ex crise C-T.) permett 1 renouvelm^t des flores et des faunes, les espèces qui disparaiss libèr des niches éco occupées par de nvell forn ou par des formes ayant survécues.

EVOLUTION DE LA VIE

I Relat° de parentée entre les êtres vivants

1 caractéristic du ⊕ vivant.

a unité et diversité du ⊕ vivant actuel et passé.

* diversité ⊳ ⊕ actuel.

_ La terre est actuellem^t peuplée de + de 2 M d'espèces ≠.

Une espèce est un ensemb d'êtres vivants qui se ressembl et qui peuv se reproduire entre eux en donant des indiv de la m̄ espèce.

_ La grande division ds le ⊕ vivant se situ entre procariote et eucariote (aparit° - 1,5 M̄ Aré) fig 1 a + fig 22.10 : p 338.

- cpdt tte les espèces ont 1 origine comune :
les ¢ procariotes aparu à -3,5 Ma (fig 8 pirole).
qui représente la 1° étape de la vie. Com la T à
4,55 Mané l'évol de la vie sur la T a comencé trè
vite.
- Diver critér st pris en cont pour distinguer les
grd grpes systématic parmi les êtres vivant fig
13.

▷ ⊕ passé

- fig 2.3.4.
- Des form vivantes de + en + complex se st succédé
o cour du tps

* unité.

Les organism vivan présente 1 grde homogénéité d'
organisat° et de fonctionm°.

▷ ⊕ actuel.

• unité d'organisat°
- Les êtres vivants st constitués de ¢.
- Un otre grd pt : m composit° chimic : protide, lipide, glucid,
4 ele principaux ; C, H, O, N.
- ADN (= materiel génétic) ; 4 m nucléotides ; réplicat° semi-
conservatrice.
- Expression de l'info génétic met en jeu. ARN msger,
ribosome, enzyme, code génétic universel.

• Unité fonctionelle.
- ATP (seule source d'énergie utilisabl par la ¢) ; la
syntèse au cours de la respirat° ¢ est la m
chez animal et végétal
- Repion sexuée avec haplophase, diplophase, méiose,
fécondat°.

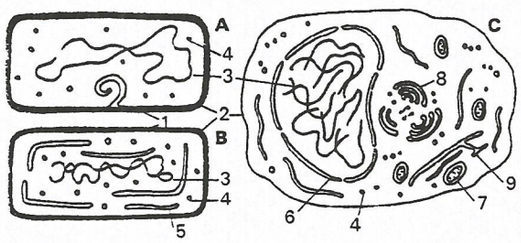
▷ passé.

- De l'ADN extraits de tissus qui ds certains cas
exceptionels st conservés ds les fossiles a été

f1

A. Les procaryotes et les eucaryotes

Pour classer les êtres vivants, les biologistes ne font plus appel à la classique distinction entre animaux et végétaux. En effet, celle-ci s'applique difficilement aux espèces unicellulaires. La distinction utilisée se situe depuis 1960 au niveau de la présence ou non d'un « vrai » noyau. On subdivise donc les êtres vivants en **eucaryotes** (du grec : *eu* = vrai ; *karyon* = noyau) et **procaryotes** (du préfixe *pro* = avant).



A et B sont des **procaryotes** : A - **une bactérie** ; B - **une cyanobactérie** ; C est une **cellule eucaryote animale**

1. paroi - 2. membrane plasmique - 3. ADN - 4. ribosome - 5. thylakoïde (renfermant des pigments photosynthétiques) - 6. membrane nucléaire - 7. mitochondrie - 8. appareil de Golgi - 9. reticulum endoplasmique.

Eucaryotes	Procaryotes
• La plupart sont des organismes pluricellulaires de grande taille (vertébrés, plantes à fleurs...).	• Presque tous sont unicellulaires (les plus complexes forment des filaments).
• Cellules généralement grandes (10 à 100 µm).	• Cellules petites (1 à 10 µm).
• ADN organisé en chromosomes et enfermé dans le noyau.	• ADN (une seule boucle le plus souvent) libre dans le cytoplasme.
• Mitose classique.	• Division cellulaire directe par « fission binaire ».
• Sexualité présente dans la plupart des formes.	• Sexualité absente dans la plupart des formes.
• Importante mobilité intracellulaire.	• Pas de mobilité intracellulaire.
• La plupart ont besoin d'oxygène pour vivre (respiration).	• Anaérobies stricts, ou aérobies.
• Présence de mitochondries contenant les enzymes de l'oxydation des molécules organiques.	• Absence de mitochondries ; les enzymes de l'oxydation des molécules organiques sont liées à la membrane cellulaire.
• Présence de chloroplastes lorsque la photosynthèse existe.	• Pas de chloroplastes lorsque la photosynthèse existe.

B. La classification des êtres vivants

animaux

PROCARYOTES	EUCARYOTES			
Unicellulaires (protozoaires)		Pluricellulaires		
MONÈRES	PROTISTES	MÉTAPHYTES (= VÉGÉTAUX)	CHAMPIGNONS	MÉTAZOAIRES (= ANIMAUX)
• Bactéries (2) • Cyanobactéries • Archaebactéries (2)	• Protozoaires • Algues unicellulaires (protiste) • Champignons unicellulaires	Végétaux « supérieurs »		Animaux « supérieurs »
Autotrophes Hétérotrophes	Autotrophes Hétérotrophes	Autotrophes	Saprophytes (1)	Hétérotrophes
Immobilité ou mobilité	Mobilité chez les protozoaires	Immobilité		Mobilité

d'après C. Devillers et J. Chaline, « La théorie de l'Évolution ». Éd. Dunod.

(1) **Saprophytes** : se nourrissant soit de cadavres d'animaux ou de végétaux, soit de la matière organique déjà décomposée provenant d'animaux ou de végétaux.

(2) Sur la base de critères moléculaires et biochimiques, on distingue actuellement parmi les procaryotes deux grands groupes évolutifs : les **eubactéries** et les **archaebactéries.** Les premières sont les « bactéries classiques » parmi lesquelles on reconnaît une dizaine de sous-groupes dont les **cyanobactéries.** Les secondes, découvertes en 1970, sont représentées par des espèces dont les modes de vie sont très particuliers. On les trouve dans des biotopes « extrêmes » où règnent une température, une acidité, ou une salinité élevées. Ainsi, l'archaebactérie *Thermoproteus tenax* métabolise le soufre minéral et vit à 80 °C.

· Divers critères sont pris en compte pour distinguer de grands groupes systématiques parmi les êtres vivants.

f.2

Âge absolu en millions d'années	Périodes		Événements biologiques
1,65	ÈRE QUATERNAIRE		
	ÈRE TERTIAIRE	Pliocène	• Apparition des hominidés (−3)
		Miocène	
50		Oligocène	• Épanouissement des mammifères
		Éocène	
65	ÈRE SECONDAIRE	Crétacé	• Extinction de nombreux reptiles
100			
150		Jurassique	• Premiers oiseaux (−150)
200		Trias	• Premiers mammifères (−200)
245	ÈRE PRIMAIRE	Permien	
250			
300		Carbonifère	• Premiers reptiles (−300)
350		Dévonien	• PREMIERS AMPHIBIENS • PREMIERS VEGETAUX TERRESTRES
400		Silurien	• Premières plantes vasculaires terrestres
450		Ordovicien	• Premiers poissons (−450)
500		Cambrien	• LA MER SE PEUPLE d'une FAUNE ABONDANTE (coquille ou squelette)
550	PRÉCAMBRIEN		• Invertébrés à coquilles (−550)
600			
650			• Premiers invertébrés à corps mou (−670) (= pluricellulaires)
700			
1 000			
1 500			• Premières cellules eucaryotes
2 000			• Début d'atmosphère oxygénée
2 500			
3 000			• Premières cellules procaryotes photosynthétiques = ÉVÉNEMENT CAPITAL
3 500			• Apparition des procaryotes anaérobies
4 600	NAISSANCE DE LA TERRE		

4GA

La conquête du milieu terrestre.

f3

Les grandes acquisitions

• Pour les végétaux

- L'apparition de vaisseaux conducteurs de sève.
- L'apparition d'éléments de soutien (bois).
- Le perfectionnement de la reproduction sexuée (existence de graines).

• Pour les animaux

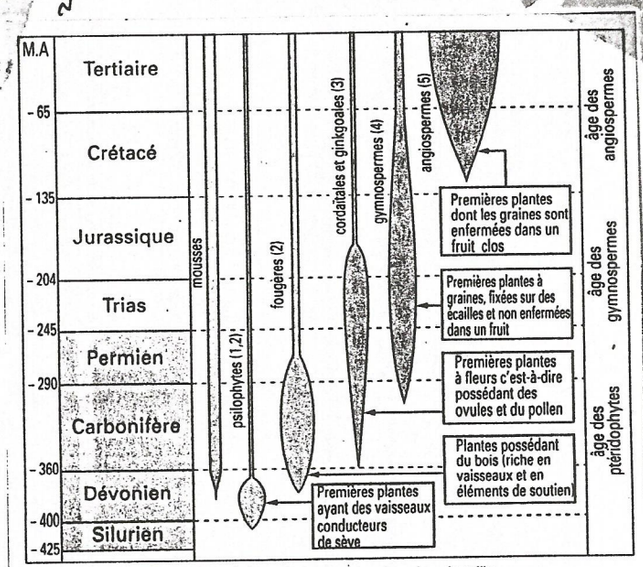
Pour qu'un animal aquatique puisse vivre en milieu terrestre, il faut qu'un certain nombre d'adaptations relatives aux diverses fonctions vitales (respiration, lutte contre la dessiccation, locomotion, reproduction,...) soient réalisées.

Pour les vertébrés, ce sont :
- l'apparition des poumons qui remplacent les branchies ;
- l'existence d'un revêtement permettant de lutter contre la dessiccation ;
- l'apparition des membres et d'une colonne vertébrale rigide (adaptation à la gravité) ;
- la protection de l'œuf contre la dessiccation par une coquille perméable à l'air et résistante.

La régulation thermique réalisée chez les mammifères et les oiseaux est une étape supplémentaire dans l'acquisition d'une certaine indépendance vis-à-vis du milieu extérieur.

Remarque : Les amphibiens (dont le nom signifie « double vie ») restent inféodés à l'eau pour leur reproduction.

f4



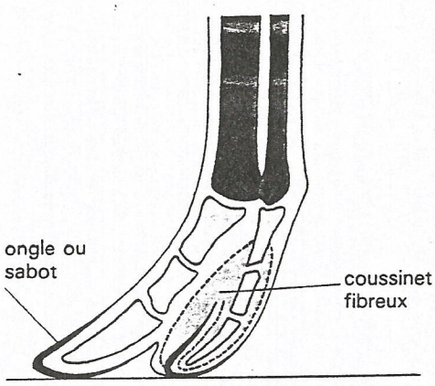
(1) Psilophytes : les plus anciens végétaux terrestres connus, tous de petite taille.
(2) Psilophytes et fougères : plantes sans fleurs, se reproduisant au moyen de spores.
(3) Cordaïtales et ginkgoales : arbres presque tous fossiles, pouvant atteindre 40 m de haut. Un représentant actuel des ginkgoales, le *Ginkgo biloba* est apparu au Permien.
(4) Gymnospermes : représentés actuellement par les pins, les sapins...
(5) Angiospermes : arbres, arbustes, plantes herbacées dont les graines sont dans un fruit clos.

Les grandes acquisitions des végétaux terrestres.

L'apparition de procaryotes photosynthétiques est un ÉVÉNEMENT CAPITAL pour l'ÉVOLUTION car
- ces ♦ sont capables de faire la synthèse de matière organique à partir de substances minérales
- et libèrent O_2 dans une atmosphère qui en est primitivement dépourvue

→ EXPLOSION de la VIE à l'ÈRE PRIMAIRE

f. 5



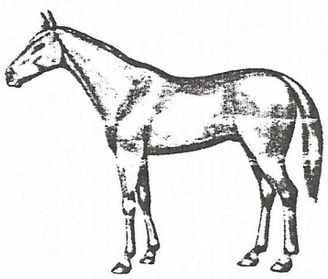
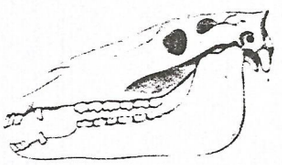
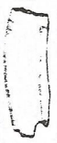
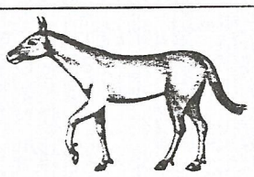
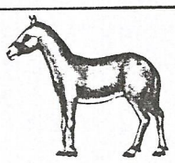
La denture de l'*Eohippus* est complète avec canines pointues et prémolaires différentes des molaires. Les dents sont à croissance limitée non recouvertes de cément. Les prémolaires et les molaires portent des tubercules plus ou moins allongés. Cette denture diffère donc peu de celle des Mammifères omnivores actuels mais beaucoup de celle du cheval (chez ce dernier, il n'y a pas de canine, les prémolaires et les molaires sont semblables, toutes les dents sont à croissance continue avec table d'usure).

Les pattes de l'*Eohippus* ont quatre doigts à l'avant, trois à l'arrière ; le doigt III (correspondant à notre médius) est le plus développé ; il s'appuie sur le sol par l'intermédiaire d'un coussinet fibreux (patte à coussinet), alors que le doigt unique de la patte du cheval ne possède pas de coussinet mais des ligaments qui sont disposés de façon à favoriser le fonctionnement de la patte dans la locomotion (« patte à ressort »).

EOHIPPUS était DIGITIGRADE
CHEVAL est ONGULIGRADE

. On a retrouvé dans les terrains du début de l'ère tertiaire les restes d'un animal de la taille d'un gros chat, l'*Eohippus*. On le considère comme l'ancêtre du cheval actuel. Pourtant les différences entre eux sont considérables.

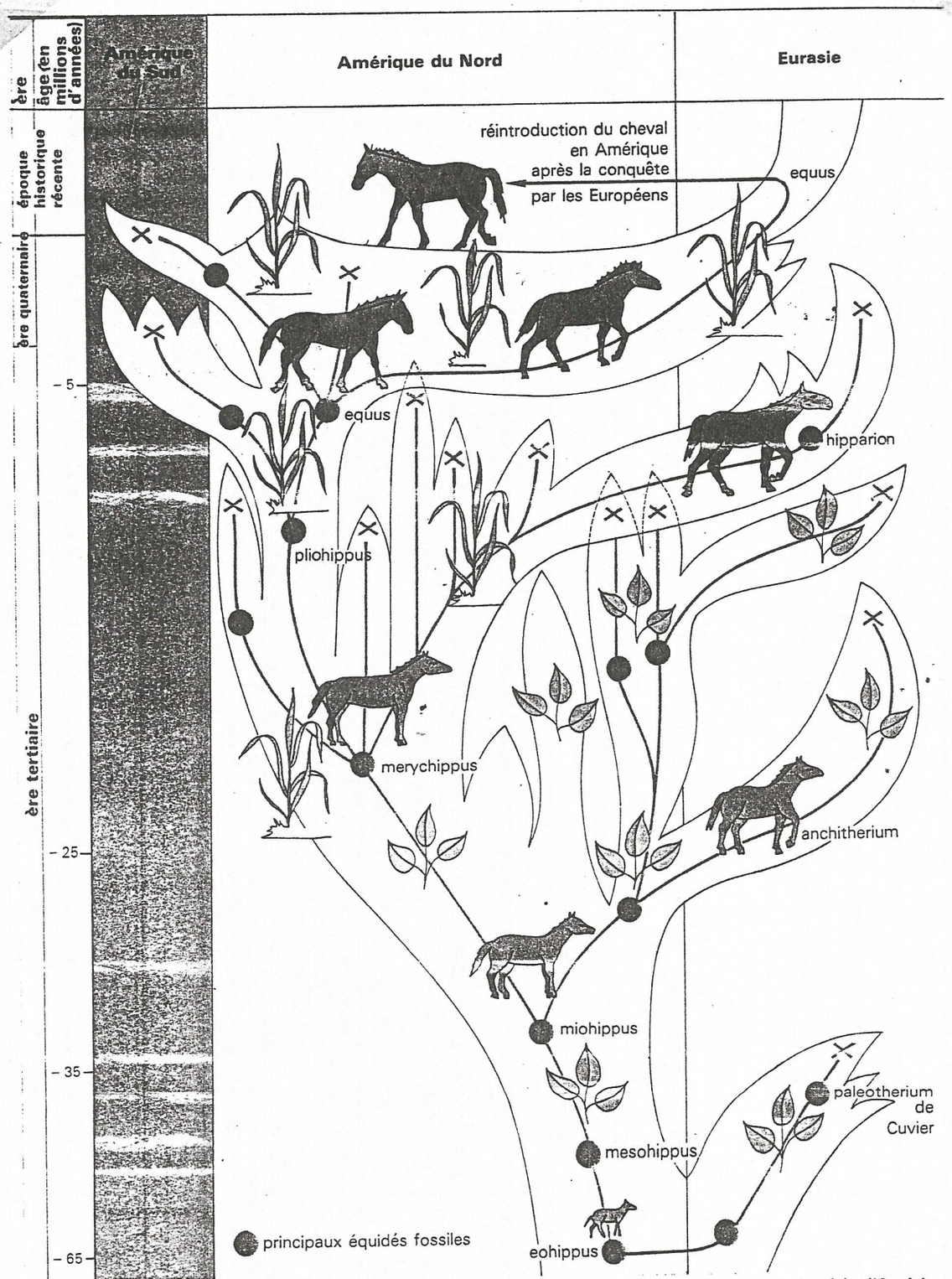
f. 6 A

	Patte antérieure (de face)		Molaire
		 *Equus* – 1 M.A.	Table d'usure  Profil
		*Merychippus* – 25 M.A.	
		*Miohippus*	
		Eohippus – 58 M.A.	

Les Équidés fossiles américains.

Les silhouettes sont toutes représentées à la même échelle

f. 6 B



. Entre l'*Eohippus* et le cheval actuel, il y a de nombreuses formes intermédiaires. Ainsi, dans la série d'Amérique du Nord, les différentes espèces sont parfois si proches que l'on est en droit d'admettre une filiation. Par contre, des études précises montrent que les formes européennes ne descendent pas les unes des autres et ne forment donc pas une série continue.

analisé et séquensé.
ex: ADN d'1 charençon de 120 M ané.
ex: ADN de rest humain de 8000 an.
concl. Le codage de l'info génétic se réalise actuelm̄ com il y a 120 M ané grace aux m̄ bases azoté.

b. concl

- L'idée d'évolut est la seule explicat de l'unité et de la diversité du ~~d~~ vivant.
- Le constat de l'unité des êtres vivants fonde l'idé de l'> de leur parenté.
- Le consta de leur diversité actuel et passé fonde l'idé d'évolut divergeante à partir d'1 hypothétic ancêtre commun.

2 recherch des relat de parentée entr les êtres vivants.

a. Par l'étude de caractéristic embriologic, morphologic, anatomic, génétic (sera étudié chap évolut de l'h) entre les êtres vivants.

* ressemblence entre les embryons ou larves
▷ chez les vertébrés.

- Au début de leur dev les embryon se ressembl
- Les caractères embryologic permett d'établir des relat de parentée: L'embryologie donne 1 sinificat évolutive à la clasificat des êtr vivans
▷ chez les invertébrés.

doc 1 p 233.
① ②
L'étude du dev embryo permet de préciser et de coriger la classificat établie à partir de critér morfolog et anatomic
Les caractères embriologic permett d'établir des relat de parenté chez des espèces aux modes de vie très spécialisés.
ex: balane (fixé) et crevette (vie libre) = crustacé.
▷ remark
d'1 façon générale, les espèces se ressembl d'avantage par leur form transitoires (embryon et larve) ke par leur form adulte.
L'étude embryologic permet dc, mieu ke l'étude anatomic des adult de découvrir des parenté entre les espèces

* ressemblence morfologig et anatomic.
▷ comparaison du squelette des mbre des vertébrés fig 228 p 237

- chez tt les vertébré le membr est construit sur le m̄ plan d'organisat° : mbre chiridien.
3 segm^ts articulés, entre eux et à une ceinture.
• les os de chak segm^t ainsi ke ceux de la ceinture peuv ēt mi en corespondence d'1 vertébré à l'ôtre. Malgrés les ≠ de form et de taille.
- L'identité de plan d'organisat° fonde la not° d'homologie.
Les espèces ayan des organes homologues (morfologiqm^t peu semblabl, m̄ plan d'organisat, nature chimic voisine) s^t aparentés et ont du avoir un developm^t embryologie comparable (au - ds les 1° étapes).
- remark :
courtilière et taupe fig 22.9 p 337 ont des organes analogues. (= morfologikm^t voisins kar remplissé la m̄ fonct° liée au mode de vie ; organisat° anatomic diff ; nature chimic ≠)
Les espèces ayant des organes analogues ne s^t pas aparentés (les organes n'ont rien en commun sauf leur ressemblence morfologic).
Lorskon s'interesse à la parenté entre ≠ être vivant, le simple constat d'1 resemblence ne suffit pas, la concordence de donné d'origine diverse est nécessaire.
▷ comparaison des encéfale des vertébrés
L'unité de plan de constitut° et parties homologues de l'ancéfale des vertébrés suggères que ces animaux ont 1 parenté originelle
L'ancéfale complex des vertébrés supérieurs ne peut être que le résultat d'1 évolut° organic.
* un ex de parenté entre les indiv fossile et actuels ∈ ∂ m̄ grpe ex : les équidés.
▷ Les équidés actuels : cheval.
Son squelett présente ds son ensembl, la m̄ organisat° ke celui de l'h.
- Cpd^t c un animal très spécialisé
• sa denture est celle d'1 herbivore (machoires longu dc faibl ; denture incomplette ; prémolère semblabl au molères ; dents à croissance continue ; présence d'1 table d'usure) brouteur d'herb (car les dents s^t à couronne haute.
• ses mbres s^t adaptés à la course (long ; onguligrade) mvm^t de balancier seul possibl.
▷ éclipus, ancêtre du cheval fig 5.
▷ évolut° des équidé fig 6 a b.
- Les princip° caractères de cet évolut° porte :
• sur la denture qui s'est probablem^t transformé en m̄ tps quel le régime
• sur les patte

réduct° du nbre de doi
alongem^t et redressm^t du pied et de la main.
- Si on retien les caractér qui se sont modifié ||lem^t (taill, squel du crane, form de l'encéfale, dentures, patt) la succécion des espèce équidé sembl conduire en ligne droite de éohippus au cheval actuel.
Cpdt l'évolut° est loin d'êtr linéaire.
Cett impression tien au fé que :
• L'évolut° boîte buissonante présente 1 orientat° d'ensembl (réduct° du nbr des voi)
• 1 seule lignée conduit finalem^t au genre équus.

b. par l'étude des caractéristic moléculaire
càd l'étude comparée de mol informatives (= protéine et acides nucléics) détienn 1 info, commune à plusieur espèces (ADN + ARN) chez les êtres vivants.

* 1° ex. Styl 3.

étude comparée d'1 prot ex insuline commune à plusieur espèce animal chez les êtres vivants actuels. (doc 2 p 335).

- ①

B B B } concl
M M M
P P P
CR CR CR

Estomac ⟺

ax de sym du mbre. →

concl : d'après les caractéristic morfologic et anatomi, le bœuf et le mouton s^t étroitem^t aparenté entr eux.

- ② ces ongulés ont en commun certaines prot ex : insuline fig 22.5.a p 335 qui s^t des mol homolog. (= ayant la m̂ structure ; ayant la m̂ fct)
• les parties communes (résulte d'1 similitude ds la séquence des nucléotides des gènes qui les codent, ces gènes étant des gènes homologues) s^t une preuve de parentée entre les êtres vivants qui fabric ces molécules.
• les parties ≠ s^t une preuve d'évolut° dc de filliat° moléculaire

Etablissons le tablo des ≠ ou matrice des distances.
③

	B	M	P	Ch
B	0	1	2	3
M	1	0	3	2
P	2	3	0	1
Ch	3	2	1	0

Les mutat° se produisent à un rythme donné, pour 1 protéine donnée, et s'accumule au cours du tps.
L'évol étant un phénomène progressif, + le nbre d'acide aminé dif est élevé et + l'ancêtre commun des animaux dt on analyse les prot, est éloigné ds le tps et inversemt

• les insulines du bœuf et du mouton ≠ par 1 seul acide aminé. Dc bœuf et mouton ont un encêtre commun relativemt peu éloigné ds le tps dc st étroitemt aparenté.
• Insuline bœuf cheval ≠ par 3 acid am ⇔ b. ch ont 1 encêtr commun + éloigné ds le tps que celui du bœuf et du mouton
• P. ch diffère par 1 seul aa dc p. ch étroitemt aparenté.
• insuline ch. m ≠ par 2 aci a } ⇒ degré parenté + important
• insuline p. m ≠ par 3 a a } entre ch. m que p. m.

(4) La parenté mouton bœuf semble confirmée par les doné moléculaires.
Par contre le porc est bcp + proch du cheval que ne le laisse suposer les données morfologic.
Conte tenu de ce qui est dit ds le text les donées mol fournis + de renseignemt ke les données anatomic.

– concl.
• les ≠ mol datent l'aparit des espèces. Produits de l'évolut° les prot st aussi les markeurs de l'évol: des horloges moléculaires. (NB les ≠ constatées entre mol d'espèces ≠ reflètent non pas l'ensemb des mutat° qui ont afecté cette mol mé seulemt les mutat° conservées au cours de l'évolut°.
• l'analise comparative des mol constitu 1 technic prometeuse ds la recherch des relat° de parentées entre espèces. Cpdt, elle présente des limites (q 5, on ne sé pas la place respective du porc et du cheval / rapp au bœuf et o mouton).
• Remark : les études des macromol ont 2 avantages sur morfologie, anatomie, et embryologie comparées:
l'info est + facilemt cantifiable.
Des typ d'organism m̄ très ≠ peuv êtr comparés.

• 2° ex: cas d'1 otre prot : le cytochrome c.
– C'est 1 petit prot qu'on retrouve sous form de mol homologue chez tts les êtres vivants. (des bactéries au mamifér) permet de "remonter le tps" jusqu'à 2 M a.
– les cyto c st des prot qui ont évolué lentemt (on a pu

car CO_2 utilisé → format° de carbonates car déplacem^t

carbe → équil → CO_2 → photosyntèse

estimer qu'1 a a peut changer sur 100 en moy (+ les 2 Ma) ; les gènes n'ont subi ke peu de modif au cours de l'évolut°.
• Son mintien pdt l'évolut° rend possibl les flux des ≠ génétic entr les organism dt les ancêtres st éloignés.
• mé ce mintient rend le C.C. inutile pour déterminer les chgm^t évolutifs entr des organism proch.

× 3^e ex : Etude comparée de la séquence des nucléotides de l'ADN des gènes par la technic d'hybridat° de l'ADN (fig 22.11 p 338 et 22.13. p 339)
NB. La comparaison de séquences de nucléotide, d'espèces est plus précise que la comparéson de séq d'a a car certaines mutat° (= mutat° silencieuse) ne st pas exprimé° niv de la chaîne polipeptidic du fé de la redondence du code génétic.

× concl
- les comparésons moléculère st des outils excelents pour des espèces morfologiem^t éloignés (voir remark fin 1° ex empl).
- L'évolut° étan un fénomène progressif, les organism qui on un encêtre proch se ressemble + ke ceux qui on un encêtre comun ds un passé lointain. A partir de ce principe on peu reconstituer la phylogénie (= histoire évolutive).
• Directem^t en examinant la séquence des nucléotides de l'ADN.
• Indirectem^t en " " les protéines codés par les gènes.

evol — inovat° — mutat° — génic / abérat° / brassage — récargm^t

II Mécanismes de l'évolut° (II ou III ? Bac)

- L'évol du vivant suppose 2 ensembl de mécanism :
• ceux qui st à l'origine de l'aparit° de génotypes nvo et conduisent à la format° de nouvelles espèces càd de formes vivantes qui possèdent des génomes originaux provenant de modif de génom d'espèces près existantes et qui ne peuve + se reproduire avec ces espèces originelle.
• ceux qui explic la disparit° de génotip existant.
- L'origine de l'évolut° est dc à rechercher ds l'origine de l'évolut° des génomes ce ke ns ns proposons d'étudier.
L'inovat° biologic résulte de 2 processus fondamentaux : "Accidents et brassage génétic.

1 des accidents génétic st source d'innovat°.

a. Les génomes peuv changer
× mutat° génic : non visibl sur 1 caryotip
▷ def et causes.

: voir corect

- Ds certin cas, il s'agit de modif très localisée, mutat génic ponctuelle, afectan 1 seul triplet de la mol d'ADN.
Ds certin cas, la modif peu êtr + étendu.
- (R) : il fo signaler l'empleur que peuv prendr les mutat (faible fréquense o nivo d'1 gène mé 1 gr d nbre de gènes peuv êtr afecté).
▷ dif typ de mutat et leur conséquence o nivo du polypeptide
- Voir cours/policop.
▷ conséquence au nivo de l'indiv.
- voi - - - - -
- (R) :
• Ns venons de dire ke certène mutat (généralemt ponctuel) st des inovat sans traduct phénotipic.
ex : c le ca si le msg génétic est pa altéré (à cose de la redondance du code génétic), la mutat est alors silencieuse.
ex : c le ca si la fct de la prot n'est pa modif malgré la modif de la séquence d'aa. (ca des prot homolog ex : insulines : il y a alors évolut moléculère).
• Par contr, des mutat afectan les gènes du dév (= gènes homéotiques ou homéogènes ou gène architect) on des conséquense considérabl se traduisan par des anomali spectaculère du phénotyp.
ex : pattes à la place d'antennes.
De tel mutat peuv êtr à l'origine de l'aparit de plans d'organisat nvo chez les êtres vivan.

▷ conséquense au nivo de l'espèce.
- Les indiv d'1 espèce partagent 1 "pool de gènes" propr à la pop.
Une pop désign l'ensembl des indiv d'1 espèce vivan ds 1 endroit donné et qui, ds les condit naturell se reproduis d'avantage entr eux qu'avec les indiv des pop voisine de la m espèce.
- Les inovat génétic ne peuv avoir 1 conséquence au nivo de l'espèce que si ell st conservées. Ce qui est possible ds la mesure où les indiv qui peuv les transmettre à leur descendence ne st pas éliminés par les mécanism de la sélect naturelle.
• ex actuel de sélect naturel
- Doc 2 p 46 phalène du bouleau.
(1) (2)
(3) Au sein d'1 pop de papillon de couleur clair apparaiss qq rares mutan sombr ; les phénotyp macroscopic de ces ≠ papillon corespond à des génotyp ≠.
Ds les régions non industrielles (= pas de suie sur

les troncs) ces mutans st éliminés par sélect° naturelle dite conservatrice.
- Ds les régions industriel (= suie) ces mutan présentan une homochromie (pareil) avec les tron st favorisés (alors que les form clair st mangé par les oiso), d'où actuelm^t 90% de form sombr): la sélect° est dite novatrice.
- doc 3 p 47 ① ② ③.
- Doc 4 p 48 drépanocytose. la ... ou drépa (////) — S.
les indiv — gènes allèles — codominale.
Le phénotype drépanocytaire peu êtr def à 3 échel: macroscopie, 4aire (fig 3p 49) et moléculaire (1 aa ≠ ent. émoglomine a et S.
En Afric les zonne où sévit la drépanocytose et le paludism coïncide (fig 3.8.39)

HbA/HbA	HbS/HbS	HbA/HbS
paludism +	- Attein de drépanocytose (anémie traub de la circulat° novaise oxygénat° des organes). - +	- Peu de risc de contracter le paludism car le protozoère responsabl ne se dévelop pas ds leur Hb. - Ne soufr pa d'anémie.

⇒ l'allèle HbS est favorabl ds les zonnes où séci le paludism HbS/HbS
∴ HbS est défavorabl ds les otres zonnes.
Le métissage sembl alor avantagé.
⇒ HbA/HbS on dc + de chance de survivre et de transmettr leur patrimoine génétic à leur descendence.
La sélect° naturelle les favorise ds les régions africaines.

$$\frac{HbA}{HbS} \times \frac{HbA}{HbS}$$

♂	HbA	HbS
HbA	HbA/HbA	HbA/HbS
HbS	HbA/HbS	HbS

La fréquence élevé de l'allèle HbS et de l'∃ d'indiv HbS/HbS ds ces régions corespon à un nbr importan d'hétérozygott.
en Amériq l'hétérozygotie ne procure aun avantage sélectif / rapor au indiv HbA/HbA; la fréquence de l'allèle HbS est dc faibl.

• Concl
- La sélect° naturelle est un mécanism qui s'aplic au pop et non aux indiv.
- La sélect° naturelle qui peu êtr conservatrice (= elle tend à éliminer les mutans et favorise les phénotip ∃) ou novatrice (= elle favorise le phénotyp nvo) favorise la

poisson
batracien
reptile
mamifère
oiso

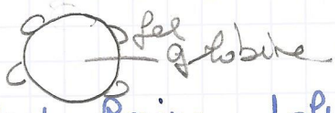
survie des indiv les mieux adapté
- favorisan la fréquence de certain alléles ds chac pop
- la sélect naturelle ↗ les divergence génétiq ds le cas où les pop st placé ds des condit d'environnem ≠.

* abérat chromosomic pouvan fraper ts ou partie d'1 chrmsm (adit, perte ou déplacem de milliers de gènes.) st visibl sur un caryotyp. (voir § suivant)

b les génomes peuv se diversifier (= complexificat du génome) : on parle de plasticité du génome.

La succèt au cour du tp d'organism de + en + complex implic l'aparit de gènes nvo ne pouvan provenir ~~ba~~ de materiel prés existant.

* par des duplicat génic. dc 2 p 350.351
gènes codant pour l'émoglobine.
- L'émoglobine est un pigment respiratoire qui ∃ chez les vertébrés et qui est contenu ds les hématies.
- L'Hb est une prot.



Globine = prot fête de 4 chaine polypeptidic identic 2 à 2. fig 23.6.
- les gènes codant pour les ≠ typ de chaine s'a nbr de 6 ds l'espèce humaine (NB ds l'embranchm des vertébré, le nbr de gène varie suivant la classe l'espèce, voire l'age considéré).

SS 11 : 4 gènes pour les chaine polypeptidic du g-pe B : Epsilon, γ, δ et β
SS 16 : 2 gènes pour les chaines " " du g-pe A : δ éta et α.
⇒ les séquences nucléotidic sur le SS 11 com sur le 16 occupe des loci diff : Il s'agi dc bien de plusieurs gène et non d'1 gène multiallélic.
- ⑤ les gènes (styl I) pour les chaine polypeptidic des g-p A et B code pour des polypeptides à peu près identic (141 - 146 aa).
Les gènes st morcelés constitué de 3 exons (dt les séquense st traduites ds la prot finale) et 2 introns (dt les séquense ne st pas traduites ds la prot finale).
Les ≠ nucléotidic (du - en ce ki conserne le g-pe B) st peu élevé.
⇒ Ceci suggère l'idée d'1 parenté entre ces gènes d'où l'expression famille multigénic.
- ① ∃ chez l'h. des Hb de compont ≠. Ces mol st homologues (m̄ structure / fct).

Embryon	foetus	adulte	
2 ζ	2 α	2 α	2 α
2 ε	2 γ	2 β	2 δ
		MbA 96 à 99%	MbD 1 à 3/4%.

⇒ Cette syntèse d'émoglobine exige l'activité de 2 gènes : 1 du grpe A et un du grpe B.
⇒ les gènes ζ st remplacés progressivem par les chène α
Les chène ε pa γ puis par δ et surtout β.
Les gènes ne s'exprim pa tous au m̄ moment de la vie d'1 indiv. fig 23.5 p 350 : on peu dc penser que ≠ gènes st succèdent actives ou inactives.
Pour comender la syntèse de mol ≠ mé assurant la m̄ fct ce qui mé en évidence le role des gènes régulateur complétant l'act des gènes de structures.
- Interprétat : Tc ces gènes aparenté dérivés d'1 gène ancestral unic.
Celui ci a subi 1 duplicat, càd format d'1 copie qui va s'intégrer (transposit) en 1 otre pt du génome de l'indiv (soit sur le m̄ SS en un otre locus, soi sur un SS ≠)
Après 1 telle duplicat, les 2 gènes qui en résulte continu à évoluer indépendamt l'1 de de l'otre.
Insi se forme par duplicat transposit succécive, à partir d'1 gène ancestral unic 1 famille multigénic.
- histoire évolutive des gènes de la globine fig 7.
* Par des réassociat au hasard, de fragment de gènes prés-existant fig 8.
- Rapel ns avon vu qu'∃ des omologie de séquence ds le ca des prot homologu (= m̄ structure et m̄ fct ; ex les insulines, Hb).
- des homologi de séquense se rencontr ossi entr des mol d'1 m̄ organism assuran des fct ≠ : c le cas des mol intervenan ds les réponse immunitère.
- γ ① ②. ces domaine d'homologie se retrouvant chez la + part des mol de l'immunité, celle ci a partiem dc à 1 superfamille. Preuve de l'existence d'1 parenté entre les gènes cadant pour cos prot o fct ≠.
- Des domène non aparenté. ∃ ds 1 m̄ mol.
- q. fig 8.

- réponse : duplicat transpostit, mutat éventuel, réassociat de fragmt de gènes provenant du gèn ancestral mé ossi ds certin ca de gène extérieur à cette famille permett la pion de gène nvo. (fig 8.bis).

2. Créat de génotyp nvo lors de la repion sexuée (rapel brassage génétic aléatoire)
Ceci n'est possibl be si les innovat :
- st compatibl avec la survie de l'indiv et avec sa repion.
- son présentes ds le génome des ♀ de la lignée germinale.

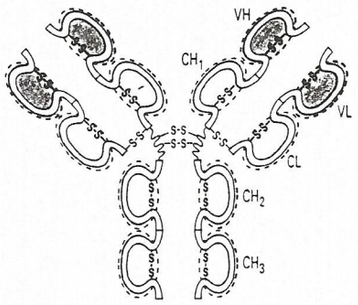
3 concl.

Concl

- "les résultats de l'analyse moléculère sembl indiquer que la format d'espèce nvelle ne corespon pa à la simple adit de nvo gènes et de nvel fct en bout de dev d'organism + ancien.
Le ♀ vivan ressembl à une sorte de meccano.
L'évolut biochimic ne repose que secondèrem^t sur des mutat com on l'avé longtem cru. Elle est du avant tout à la duplicat de segmt d'ADN et à leur réassortim^t" François Jacob.
- L'évol biochimic paré de fonctioné selon 2 princip consernant :
. l'1 la créat de mol nvell qui consist à faire du "neuf avec du vieux", du "bricolage mol"
. l'otre leur sélect
- Kelle qd soit l'origine (1 modif ou 1 remodelage du génome) les innovat génétic qui st "des bricolage moléculère" ne st pas favorable ou défavorable en eux m̂ mé peur l'être selon les condit du milieu.
Celui ci exerce 1 pression sélective (la sélect naturel est un prossessus orienté entrénan 1 modif du patrimoine génétic des pop : ce n'é pas l'indiv qui évolu, mé l'espèce
ex. falère du boulo
. avantag sélectif be donc l'hétérozigocie que donn pour la drépanocitoze ds les régions ou sévit le paludisme.

DES RÉARRANGEMENTS GÉNIQUES À L'ORIGINE DE GÈNES NOUVEAUX

A – Les molécules d'immunoglobulines sont organisées en « domaines d'homologie ».
Il s'agit de séquences d'à peu près 110 a.a repliées en boucle grâce à un pont S-S et présentant entre elles au moins 30% d'a.a. communs



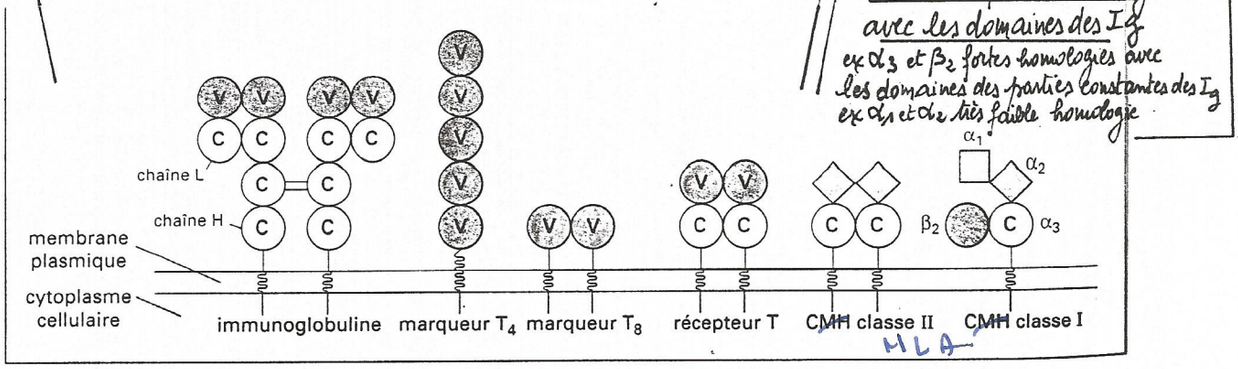
CHAÎNE LOURDE : 3 DOMAINES CONSTANTS CH_1 . CH_2 . CH_3
1 DOMAINE VARIABLE VH

CHAÎNE LEGERE : 1 DOMAINE CONSTANT CL
1 DOMAINE VARIABLE VL

B – D'autres molécules de l'immunité présentent une organisation en domaines et ceux-ci sont homologues à ceux des molécules d'immunoglobulines donc des homologies de séquence entre molécules d'un même organisme se rencontrent entre des molécules assurant des fonctions très différentes

« SUPER - FAMILLE des IMMUNOGLOBULINES »

Les PROTEINES du CMH sont formées de 4 domaines ne présentant pas tous une aussi forte homologie avec les domaines des Ig
ex α_3 et β_2 fortes homologies avec les domaines des parties constantes des Ig
ex α_1 et α_2 très faible homologie



MLA ?

Comment expliquer l'existence de domaines apparentés dans des molécules différentes ?

Comment expliquer la présence de domaines non apparentés dans la même molécule ?

f7

Le nombre minimal de remplacements de nucléotides requis pour expliquer les différences des acides aminés entre les protéines est indiqué le long des branches.

La myoglobine des muscles et l'hémoglobine du sang sont les transporteurs de l'oxygène. Les points de divergence indiquent les moments où les gènes ancestraux ont été dupliqués, ce qui a donné naissance à une nouvelle lignée. La première duplication s'est produite il y a environ 600 millions d'années, donnant un gène codant la myoglobine et le gène ancestral des divers gènes de l'hémoglobine. Il y a environ 400 millions d'années, le gène de l'hémoglobine a été dupliqué, l'un menant au gène alpha actuel et l'autre étant dupliqué encore une fois il y a environ 200 millions d'années pour donner naissance aux gènes gamma et bêta. Le gène bêta a été dupliqué encore une fois il y a environ 40 millions d'années dans la lignée ancestrale des primates supérieurs, donnant naissance à un nouveau gène codant la chaîne delta de l'hémoglobine (d'après F. J. Ayala).

D'après F.J. Ayala. *"Biologie moléculaire et évolution"*. Éd. Masson.

L'histoire évolutive des gènes de la globine.

Dans le génome humain, les gènes codant pour les molécules de l'immunité sont localisés sur des chromosomes différents. Par exemple, les chromosomes 2 et 22 portent les gènes codant pour les chaînes légères des immunoglobulines alors que ceux codant pour les chaînes lourdes sont sur la paire de chromosomes 14. Les protéines du CMH sont codées par des gènes situés sur la paire de chromosomes 6.

Dans l'hypothèse d'un gène ancestral unique, il faut donc admettre l'existence, au cours de l'évolution, de nombreuses duplications de ce gène, certaines copies restant sur le même chromosome, d'autres étant « transposées » sur d'autres chromosomes.

Une étude précise des séquences des différentes molécules de l'immunité permet de préciser les relations de filiation entre les gènes codant pour ces molécules. Nous ne retiendrons de l'histoire complexe de cette super-famille de gènes que quelques idées illustrées par le dessin.

• **Un gène ancestral** codait vraisemblablement pour une protéine membranaire correspondant à un domaine d'homologie des molécules actuelles.

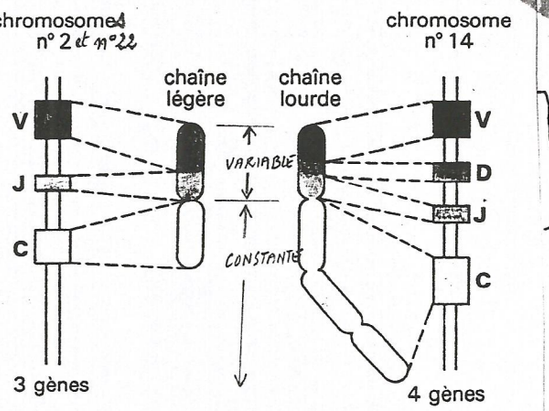
• **Une duplication précoce** de ce gène a permis de coder pour une protéine à deux domaines d'homologies : un domaine constant C et un domaine variable V. Dans le génome des poissons, un tel type de gène est présent à une centaine d'exemplaires qui résultent de duplications répétées.

⊗ duplication génique
+ transposition + mutation éventuelle

• **Des fragmentations, des duplications et des réarrangements géniques sont sans doute à l'origine des gènes codant pour les domaines d'homologie des molécules de l'immunité.**

• **L'évolution ultérieure de cette « super-famille multigénique »**, extraordinairement complexe, correspond d'abord à des séries de duplications-transpositions beaucoup plus nombreuses que dans le cas de la famille des globines. Ensuite, le « bricolage génétique » de l'évolution a construit des gènes nouveaux non seulement par réarrangement de fragments géniques correspondant chacun à un domaine, mais aussi, pour certains gènes, par incorporation de fragments « extérieurs » à la famille, comme cela semble être le cas pour les gènes des molécules HLA.

• **Dans le cas des molécules d'immunoglobulines, la complexité est beaucoup plus grande encore.** Ainsi par exemple, le gène codant pour une chaîne légère est en fait « choisi » après un réarrangement complexe de l'ADN parmi un pool de fragments géniques très nombreux ([redacted]). Ce réarrangement, différent d'un lymphocyte à l'autre, produit un gène fonctionnel par association au hasard de fragments de types différents, chaque type étant présent en plusieurs exemplaires légèrement différents (300 versions V par exemple, qui proviennent évidemment de duplications.). Aux réarrangements géniques réalisés au cours de l'évolution de l'espèce s'ajoutent donc des réarrangements réalisés au cours de la différenciation de chaque lymphocyte.

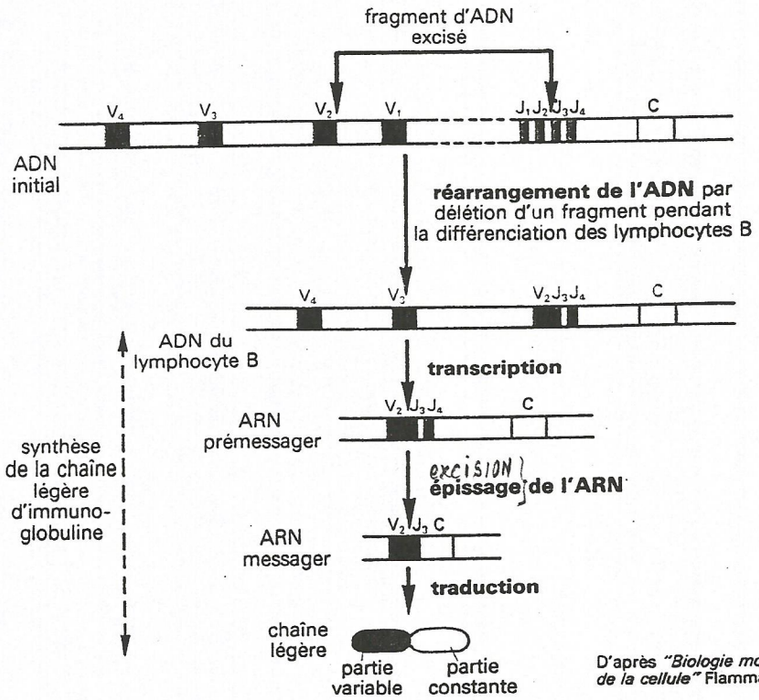


GENES CODANT POUR LES REGIONS VARIABLES pour CHAÎNES LEGERES sont de 2 TYPES
- V ≃ 150 GENES
- J ≃ 5 GENES

GENES CODANT POUR LES REGIONS VARIABLES pour CHAÎNES LOURDES sont de 3 TYPES
- V ≃ 80 GENES
- D ≃ 50 GENES
- J = 6 GENES

Un anticorps est codé par plusieurs gènes appartenant à des chromosomes différents.

Remarque: 1 seul chromosome 14 et 1 seul chromosome 2 ou 22 sont fonctionnels dans le lymphocyte B càd s'expriment en chaînes polypeptidiques (haploïdie fonctionnelle)



De l'ADN embryonnaire à l'ARN messager codant pour une chaîne légère d'anticorps se produit une succession de réarrangements du génome. Ce schéma les présente de manière très simplifiée.

D'après *"Biologie moléculaire de la cellule"* Flammarion.

embranchement VERTEBRES

classe MAMMIFERES

ordre PRIMATES (était diversifié il y a 50 millions d'années)

famille HOMINIDES

genre HOMO
- H. sapiens sapiens — seule espèce actuelle
- H. sapiens
- H. erectus
- H. habilis

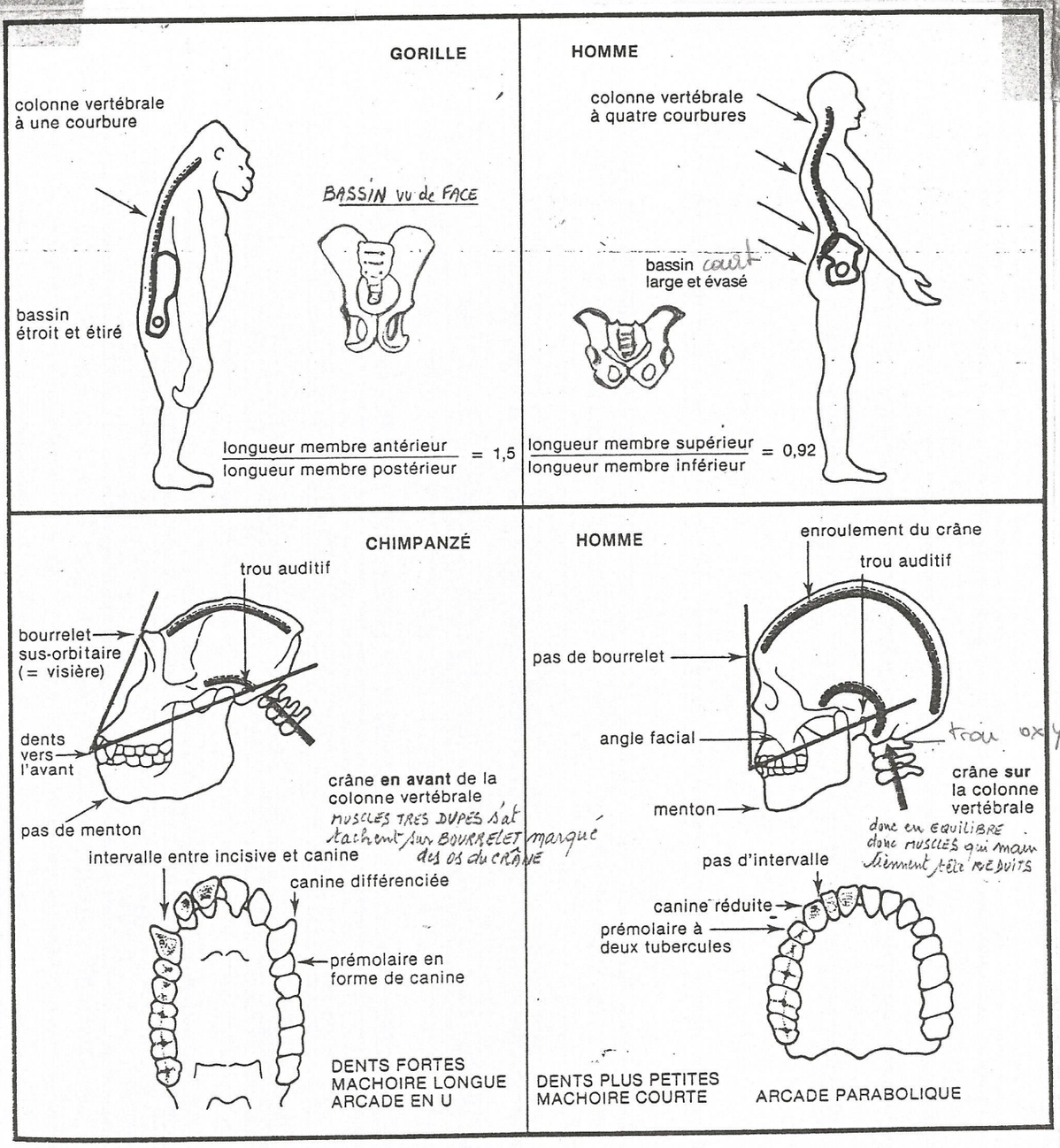
(tous connus qu'à l'état fossile)

AUSTRALOPITHEQUES

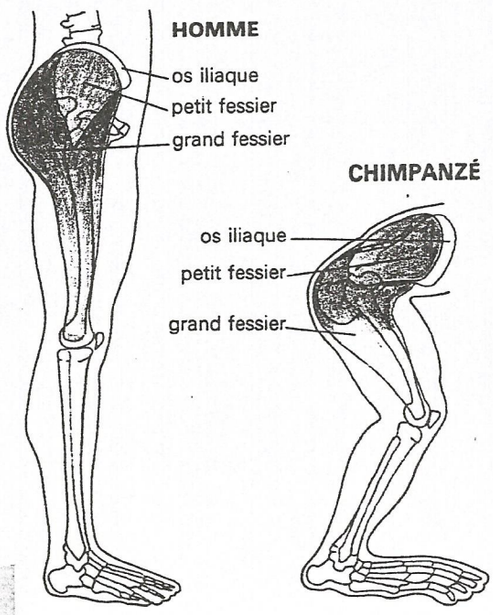
famille PONGIDES (= singes ANTHROPOÏDES = grands singes)

ex gorille chimpanzé . orang-outan

+ vertébrés : squelette. [embranchmt]
+ mammifères : mamelles, poils, ♀ constante [classe]
+ primate [ordre]
+ hominidés : station bipède permanente [famille]
  ↓ pongidés : singes sans queue.
+ australopithèque : [genre] cerveau constant +
  Homos : développt du cerveau ⇒ imagination.



Comparaison des silhouettes (Gorille, Homme) et des têtes osseuses (Chimpanzé, Homme).



Le bassin et les membres inférieurs d'un homme et ceux d'un chimpanzé sont très différents car la mécanique de la locomotion quadrupède n'est pas semblable à celle de la marche bipède. L'importance des masses musculaires diffère de l'un à l'autre ; ainsi le muscle grand fessier, de petite taille chez le chimpanzé, est le plus gros muscle du corps humain car il maintient le buste en position verticale : des muscles qui, chez le chimpanzé, servent à la propulsion ont donc changé de fonction ; chez l'homme ils servent à la stabilisation du bassin et au mouvement des jambes.

Les os iliaques (les plus grands des os du bassin), très longs chez le chimpanzé, sont chez l'homme nettement plus courts. Leur sommet aplati et élargi offre au grand fessier une large surface d'insertion et détermine un espace en cuvette supportant les viscères.

Le centre de gravité du corps, situé à l'avant des membres postérieurs chez un quadrupède se trouve à l'aplomb des pieds chez un bipède. En même temps la réduction de la longueur du torse amoindrit les contraintes supportées par les muscles fessiers.

D'après *« Pour la Science »*. Janvier 1989.

géologie au Bac

La lignée humaine.

I L'Hominisat.

Place de l'h ds la classificat fig 4 p 368 bassin

1 Critères d'E à la lignée humaine

a bipédie permanente fig 1. et fig 24.9 p 368 et 24-11 p 370.

- C l'apanage des seuls hominidés : 1° étap vers l'hominisat.
- modif anatomic liées à la bipédie.
  - la + importante concerne le bassin et l'angle formé par le fémur avec l'orizontale o nivo du genou ≈ 70°.
  - colone vertébrale à 4 courbure
  - alongem^t des mbre posterieurs
  - enroulem^t du crane amenant le trou occipital à la base de la boite cranienne.

// singe

⇒ la tête est posée au sommet de la colone vertébrale dc en équi

⇒ réduct des muscl qui mintienn la tête dc pas de bourelet sursorbitaire

- modif des machoires (perdant leur rôle préhencieur ell devienn - volumineuse et aquier une musculature + réduite).
- dev d'1 voute plantaire ; le gros orteil est //

- autres droits
- Le mode de locomote permet la libérat de la main.

b dev du cerv (fig 2) : critères majeurs

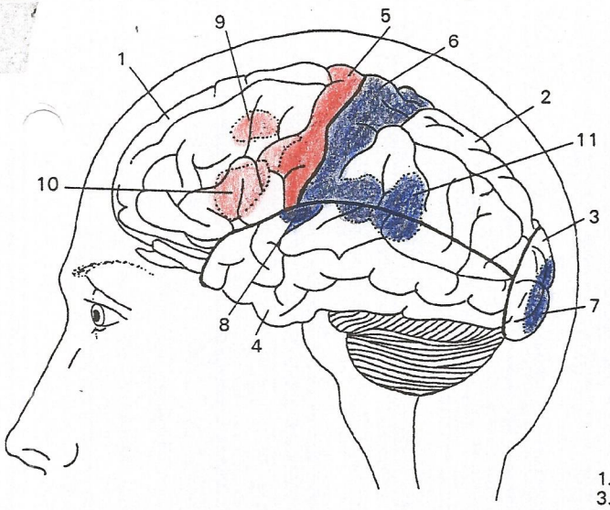
permetant :
* Le langage.
- Il est possible par :
• l'∃ d'aires spécific (centres moteurs de la parole, centre de la compréhent des mots écrits / parlés).
• un organe vocal (ds le cas du langag articulé) fig 24 10 p 369 : un grd pharynx lié à un larynx bas permet de transformer les sons en phonèmes et en mots
- Le langag permet la comunicat et l'expension de la pensée.
* concept et utilisat des thechnic
"La pire architect se distingue de la meilleure des abeille en cela qu'il édifi sa structure en imaginat avant de la construire". Marx.
* dev d'1 activitée culturelle. (fig 3).

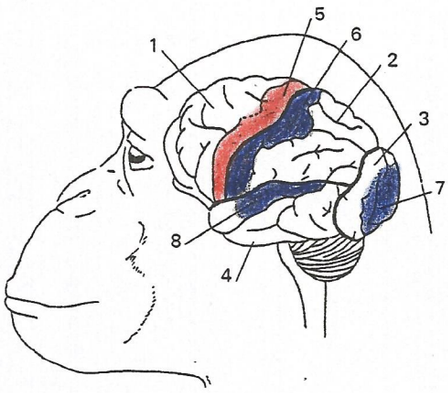
2 Les grd étaps de l'ominisat fig 3.

L'émergeance de la lignée humaine ds les tps géologic est tardive.

a. les ostralopithéq
- leur restes st rares et fragmentaires découverts ds l'est africain en bordure du rift (région considérée comm le berceau de l'humanité.
- Il st bipèdes.
• empreintes découvertes en 1979 sur le site de laetoli sur une longueur de 25 m à la surface de cendre volcanic indurées (fig 24.8 p 368) datées de -3,8 à -3,6 M ané.
• découverte en 1974 en éthiopie des restes de Lucie datés de 3 M a :
Le bassin (fig 4), les mbr fig 24.9 p 368... (expliquer)
⇒ les ostralopithéq st les + anciens ominidés car il aré aqui la stat verticale et la march bipède = 1° étape vers l'hominisat.
- Cpdt ils présentent de nbreux caractères commun avec les singes anthropoïdes (grd singes).
• forme (selon les espèces, on note ∃ d'1 crête sagittale et des arcades sourcilières + ou - dévelopé ; la base du crane ne présente pas de voute)

f.2





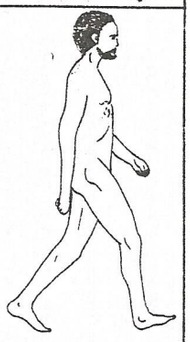
COMPARER
L'IMPORTANCE
. du LOBE OCCIPITAL
. ds LOBES PARIETAUX
. ds LOBES TEMPORAUX

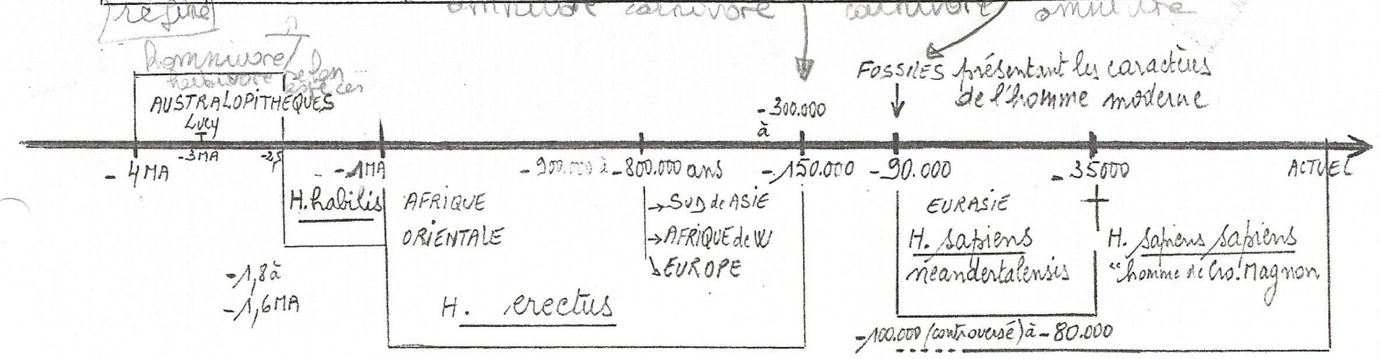
1. lobe frontal - 2. lobe pariétal -
3. lobe occipital - 4. lobe temporal -
5. aire motrice - 6. aire de la sensibilité générale -
7. aire visuelle - 8. aire auditive -
9. aire des mouvements de l'écriture -
10. aire du langage parlé -
11. aire de compréhension des mots parlés et écrits

aires motrices
aires sensorielles
aires d'association

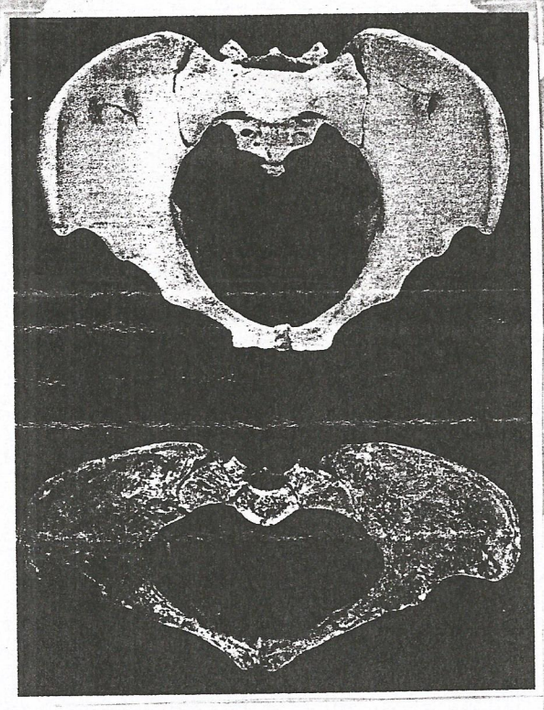
D'après « Le cerveau ». Pour la Science.

f.3

	AUSTRALOPITHÈQUES (4 espèces)	HOMO HABILIS «l'homme habile»	HOMO ERECTUS «l'homme droit»	HOMO sapiens neandertalensis «l'homme de Néanderthal»	HOMO SAPIENS SAPIENS «l'homme de Cro-Magnon»
BIPEDIE PERMANENTE	110 à 130 cm selon les espèces				
taille	moyenne 120 cm	120 cm	160 à 170 cm	150 à 170 cm	170 cm
volume du cerveau	moyen 450 cm³ 300 à 500 cm³ selon les espèces	600 à 770 cm³	800 à 1 200 cm³	1 600 cm³	1 400 cm³
outillage		premiers outils (galets aménagés)	PERFECTIONNEMENT des bifaces	OUTILS bifaces et outils en éclats de silex	outils en os et bois de renne, de pierre polie et de métal → diversification des matériaux utilisés
faits de civilisation		• vie en petits groupes • cantonnés en Afrique • naissance du langage articulé	• dans toutes régions même tempérées • maîtrise du feu (– 400 000 ans) • campements de chasseurs	développement des rites funéraires	peintures, sculptures, gravures (⇒ APPARITION de l'ART PARIETAL, mais écriture) PASSAGE à VIE SEDENTAIRE (ELEVAGE AGRICULTURE)
LOCALISATION	AFRIQUE ORIENTALE AFRIQUE AUSTRALE	AFRIQUE de l'EST	AFRIQUE puis EUROPE et ASIE (CHINE)	EURASIE	MONDE ENTIER

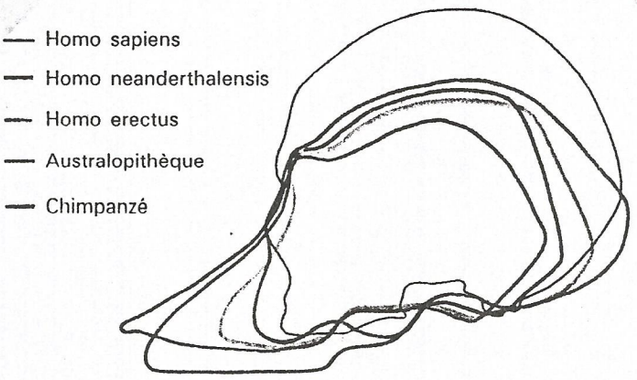


f.4



La comparaison entre le bassin d'une femme actuelle (en haut) et celui de Lucy (le plus ancien australopithèque connu) permet d'affirmer que les premiers hominidés étaient déjà bipèdes.

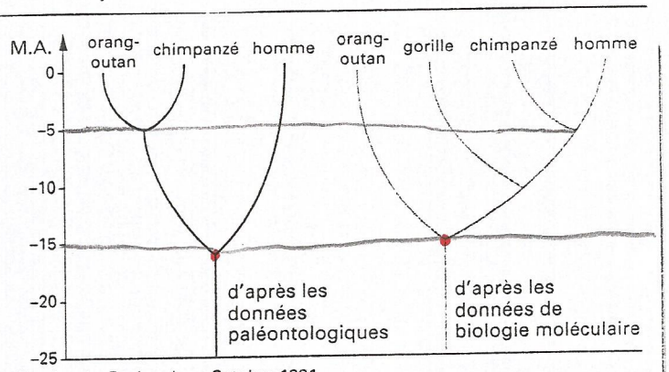
f5 DIAGRAMMES SAGITAUX



f6

De nombreuses disciplines (paléontologie, biologie moléculaire....) ont permis de formuler des hypothèses sur la manière dont a pu s'opérer, au cours de l'évolution, la séparation entre la lignée humaine et celle des singes anthropomorphes. Mais les résultats obtenus diffèrent selon les méthodes employées.

Les ressemblances anatomiques fournies par les études paléontologiques ont permis d'établir un premier schéma des relations évolutives entre l'homme et les grands singes : la lignée humaine se serait séparée il y a plus de 15 millions d'années.



d'après «La Recherche». Octobre 1991.

La biologie moléculaire permet d'envisager divers schémas évolutifs qui tiennent compte des découvertes successives. La comparaison des chromosomes, puis celle de l'ADN et des protéines entraînent à séparer très tôt l'orang-outan (singe d'Asie) de la lignée comprenant l'homme et les grands singes africains (gorille et chimpanzé). Cette séparation aurait eu lieu il y a environ 15 millions d'années.

D'après des études immunologiques, la séparation suivante serait celle du gorille (il y a environ 9 millions d'années), alors que l'homme et le chimpanzé auraient continué quelque temps à « partager » le même ancêtre. Ensuite, les chimpanzés auraient divergé de l'homme il y a environ 5 millions d'années.

L'étude de nouveaux fossiles semble confirmer cette vision de l'évolution. Ainsi, en 30 ans, la biologie moléculaire est venue bouleverser bien des idées concernant l'origine de l'homme.

Les données de la biologie moléculaire ont bouleversé les hypothèses établies sur l'émergence de la lignée humaine.

et faible capacité de leur crane fig 24.12 (le cerveau des australopithèq est peu diff (volum) de celui des chimpanzés.

• denture : selon les espèces, les molaires été grosses => herbivores, les molaire été longues => probablemt omnivores.

b. émergeance du nom Homo. puis naissance de l'H moderne. fig 3.

* squelett de la tête fig 3+ fig 24.13 -> 24.16 + 370 371.

- ↗ du volum crânien
- réduct du bourrelet susorbitaire.
- la face aplatie, la mâchoire devient - prognathe.
- le front fuitant chez les australo devient + important et son dev est max chez HSSapiens. H. sapiens sapiens.
- arrondissmt de l'arrière du crane (= la base du crane présente une voute.

* morphologie des crânes et cap crâniennes fig 3.5

5. la mesure du vol encéphalique est obtenue en fct de la circonférence et de la hauteur de la cavité crânienne.

Ces 2 paramèt ↗ des australo à H. Ss. mé c soutenu à partir de H. sapiens néandertalensis les ces diff s'accentuent.

- la capacité ↗ considérablemt. la corrélat vol cérébral-poid du corps montre que l'↗ du vol cérébral c accentué à partir de H. habilis

*les moulages endocraniens montrent l'irrigat de la dure-mère (= méninges externes) fig 24.22 + 374.

- vascularisat de + en + importante et le max est atteint chez H. ss.
- ce dev permet de supposer un accroissmt du nbr

des neurones et un métabolisme ↗ du cerv. (ki ne
von pa tjrs de pair avec 1 ↗ du volum
cérébral. fig 3)
- c fé monter 1 complexificat progressive de l'encéphale
et de de ses capacités.

* fig 3. + fig 24.17 + 24.18. 24.19. / 372.

au cour de l'évolut (avant ce que c) de la lignée
humaine, les outils deviennent + nbreux et + aménagés.
⇒ diminut de la taill des outils de + en + fins
ce qui montre une métrise accrue de la
technic de débitage de la pierre.
⇒ ↗ du nbre de percut nécésaire à la fabricat
d'1 outils.
Ceci suppose 1 précision d'1 nbre croissant de gest nécésaire
à la réalisat des objets et l'aptitude de + en +
grde à la réflexion. ⇒ d'où appart de rites
funéraires et de l'art pariétal (= peintures rupestres)
Concl: le dév des fct cérébral est 1 dé fé majeur
de l'évol humaine. La bipédie avé libéré la main
des ostralopithèq, mé c avec H. abilis (évol du
cerv) q'apparé le 1° indiv capable de concevoir
et de réaliser l'outil° Henry de Lumley.

* langage et culture

- fig 24.14. H erectus: la base du crane est
voute.
⇒ le larynx aut une posit basse.
⇒ H erectus métrisé la parole
- fig 24.13 H habilis: les bases du crane n'ont pas
été retrouvé à nos jrs.
Cpdt des marqages endocranien montre un dév de l'aire
du langage.

=> c 1 indicat° (mé non 1 preuve) ke H habilis possédé 1 rudim^t de langag.
- fig 2 4.12 p 370 : la base du crane de l'ostalopithéq n'a pas de voute ; des aires du langag n'ont jamé été décelé.
=> les ostralopithéq ne métrisé pas le langag
=> les ostalo s^t certe des hominidés (stat° érigée) mé ne f^t pas partie du genre Homo.

b concl

- L'ominisat° est un phénomène progressif.
- Ds 1 premier tps, l'évol biologic s'efectue à 1 vitesse + rapide ke l'évol technologic.
- puis on assist à 1 accélérat° de l'évol des technic ki devient + rapide ke l'évol bio
- L'aparit° de l'outil sembl être étroitem^t associé à l'élaborat° du langage. grace à lui, métrisan mintenan la matière, l'h. peu transmet° o générat° ulterieures ki continuron à les faire progresser, ses diff technic.

II Aspects chromosomique de l'hominisation

1 les parentée établies par les comparaisons de mol présentes chez l'h. et les autres primates s^t elles confirmées par les études ssomic chez ces ≠ espéces ?

a doc 4 p 354 : le accidents ssomic participent à l'innovat° biologiq.
- ① à ④.
- ⑤. Il est possible ke l'h et le chimpanzé ait eu 1 ancêtre comun à 48 ss. En effet, on peu "passer" du carystip du chpz à celui humin avec des

variat° structurale des SS.

ex : inversion d'1 segm^t autour du centromère

ex : adjonct° d'1 segm^t

• Cpdt le passag de 48 SS à 46 reste a résoudre (d'où étude du doc 5)

b doc 5. p 355 : la région sexuée participe à l'innovat° biologie

- ① et ② voir exa

- ③

• Il aparé bien sur l'échiquié, 1, (1 seule) ayant paire ▯▯, un h. "vrai" (à 46 SS).

• né cela sous entend que les translocué avec 1 nbr impair de SS ont été viable et on donné nésance à des V (ce ki né qu'1 hypothèse déf vérifiable).

c concl

- Les études des cariotyps (com les info fournies par les données moléculaires) indiquent lidé de l'∃. d'1 ancêtre comun.

- L'utilisat° conjointe de plusieurs donné permé d'établir des relat° de parenté et l'établism^t d'arbr Ygénétic.

- Remark : fig 6. Les concept° de l'émergence de la ligné humaine avant et aprés les aports de la bio moléculère diférent au sujet

• du tps

• des liens de parenté.

2 des explicat° possibl sur l'origine de l'h.

- des mutat° o niv des gènes de régulat° du dev s^t vrésemblablem^t

• à l'origine du mintien du caractère

juvénile chez l'h adulte (ex raccourcicem^t de l'os illiac)
. et du recul de la maturité sexuelle : celui-ci accroît d'otan la période de ♂ (⇒ ♂ de la taille des indiv) et d'apprentissage
- Les modif subi par les gènes de régulat on pu ét- sélectionné lors de modif de l'environnem^t ds l'est africain
Les inov responsabl de la bipédie confère à l'h ds ce milieu de typ stepes un avantage par rapport aux grd singes.

MECANISMES DE L'IMMUNITÉ

I Soi - Non soi.

1. gpe sanguin.
2. ∀ ¢ nucléées ont marqueurs d'identité : antigènes d'histocompatibilités HLA (complexe majeur d'histocompt) (CMH)

Soi = reconnues. tolérées

non soi = réact immunitaire = reconnue & neutralisées.

diff non soi/ant. gales / réact médic.

II bases de l'immunocompétence

1. système immunitaire.
   - appareil lymphatic
   - organes lymphoïdes.

× Hématies: maturat - moelle osseuse/Thymus.

× sec : gang lymphatic - rate.

¢ étude des ¢ de l'immunité.

sang: plasma, hématies, leucocytes :

polynucl/granulocytes

Lymphocytes (LB/LT)

Monocytes → Macrophages (circulants) → tissus.

phagocytose: ingestion-digestion-rejet (pseudopode)

naissance à partir de ¢ souches totipotentes

Les LT subiss maturat du thymus. avant = soi modif
ils sont prés-T. leur récepteurs = protéines
LB: récepteurs = anticorps membranaires = non soi.
→ doc double reconnaissance LT

LT_4 = helpers. LT_8 = cytotoxique.

III déroulem° de la réponse immunitaire

1. réponse im non spécifique

spontanée 1°: d'infect. l'° d'inoculat, inflamat,
→ polynucl (et macrophages).
puis macrophage passe le balais. ¢ mat

2 ——— spécifique.

induct: présentat, sélect LT_4.
coopérat ¢ LT_4/LB.
BCG: conserve le pouvoir antigénique
LT_8: réact à médiat ¢ auto.
crocytose de perforine: lyse de la ¢
LB: immunisat. acquise, active, tardive, spécifique de l'antigène, durable.
transmis = passive, immédiate, peu durable
complexe immun: Y - antigène anticorps
act cytolytique du complément.

IV concl

les réact de défense (sauf de le cas d'attaque des LT_4) permette de maintenir l'intégrité du soi.

p 140. 141.

- Réflex achiléenE reflex myotatic
- mvmt involontaire = automatic = cortex cérébral intervient pas.
- mvmt " + précisible + adaptée un but = reflex.
- ref myotatic : muscl sural se contract.
- tonus mux : éta de contract permanente (posture).
- msg nerveux rait de neuromuscu.

~~muscl inervés~~

- système nerveux = centre nerf (anécfalie moelle épinière) + nerf (anécfalie + rachidiens)

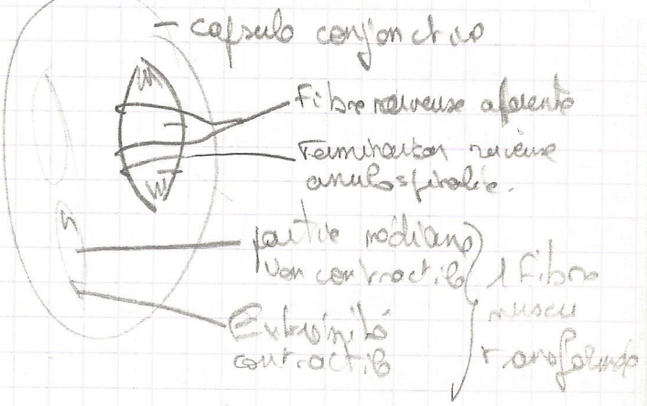
- ref myotatic = mono synaptic

+ fct coord des muscl antagoniste car inervat réciproc

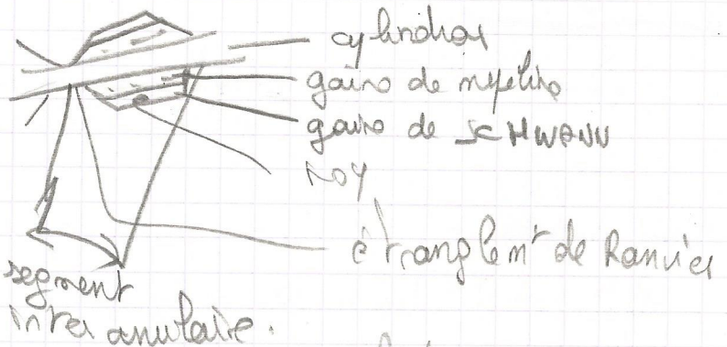
- inibiteur des motoneurones α

- centre nerveux : reçoit / emmet de m̂ nature.
≠ infos = potenciel d'act (il les bias)

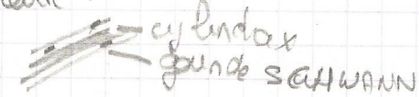
Fuseau
Neuro muscu.



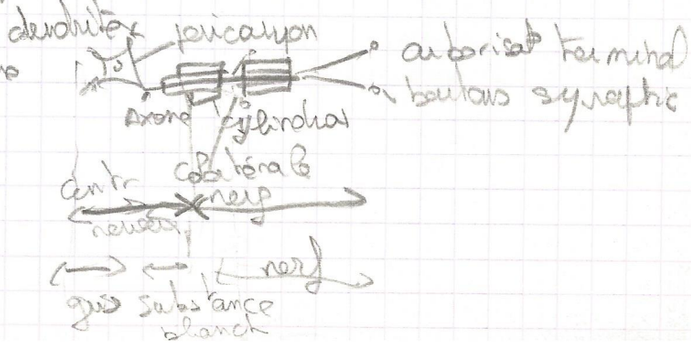
Fibr nerv myelinic



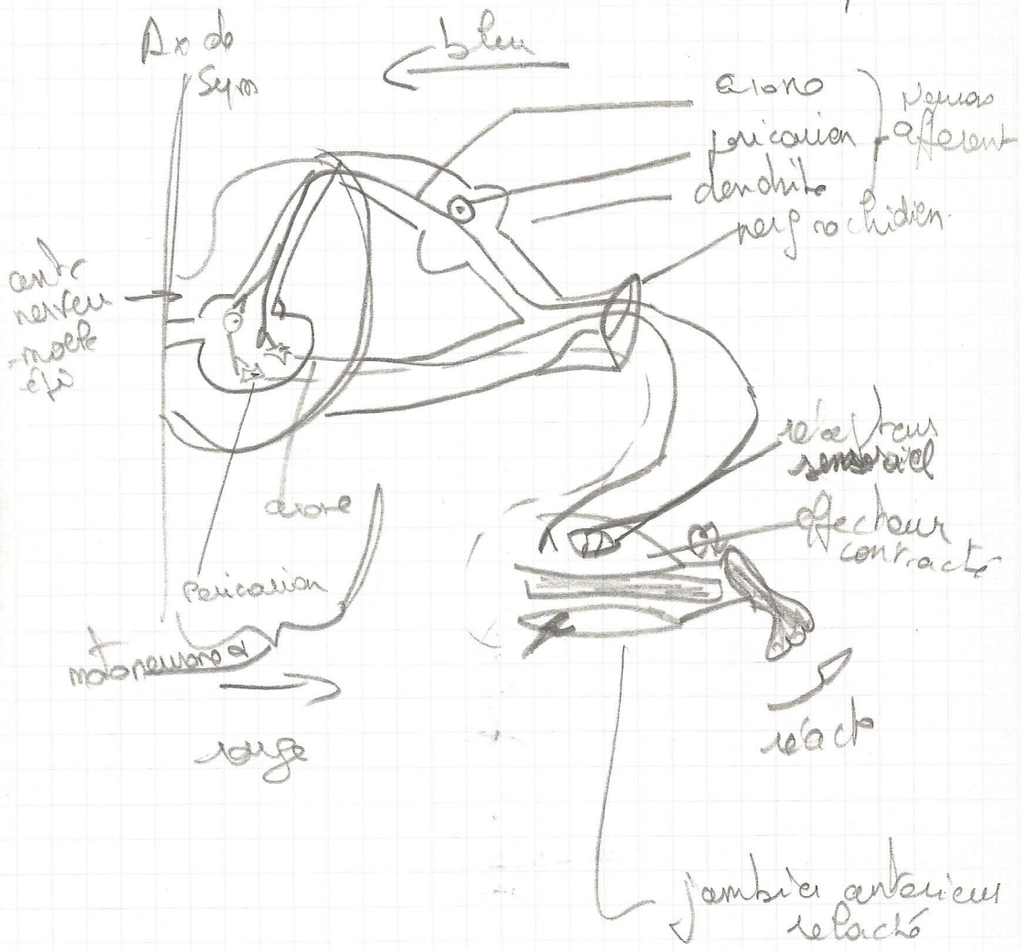
amyelinic



Cf nerv ou neurone



ARC réflexe myotatique et nerfs rachidiens.



maitrise de la reproduct°

Intro : ns ns ~~proposons~~ ∃ des mécanismes régulateurs assurant la coordinat° du synchronisme... et mécanismes permettant la mâtrise de la repion.

I La régulation des hormones fig 4

Au début... intervention de diff hormones et rétrocontrob.
Le pic de LH déclenche... ⚠ arrêt du fonctionnmt car fécondat°

II maitrise de la reproduct°

Permet de contrôler les naissances grâce à des contracept° dites.

a) sexualité sans procréat°
b) Procréat° sans sexualité (médicalement assistés)

CONCL : ouverture sur pbl éthic fig 7.8.

- Situer : pas la seule, mais, c'est celle que l'on présente :
  - 65 M a
  (- def d'1 crise. ou pour concl).
  - état biosphère § 1

I Espèces disparues.

II caractéristique de la crise
(concl du § chgm^ géol - II 3/b.)

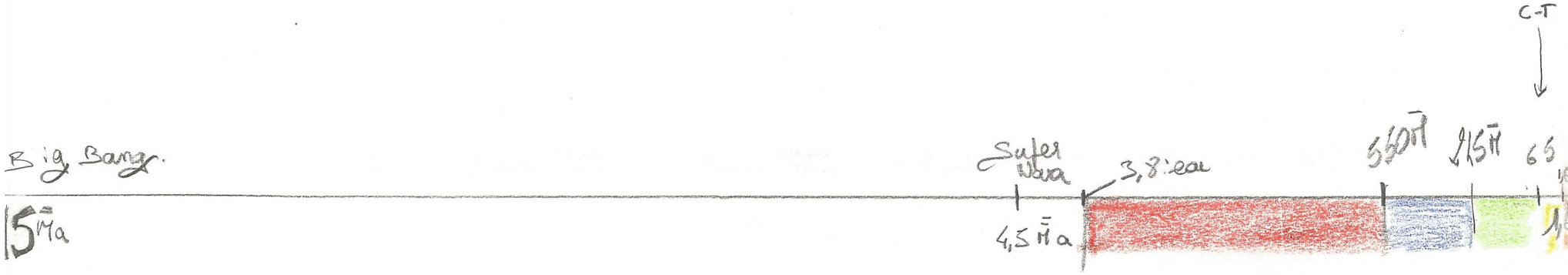
II permanence

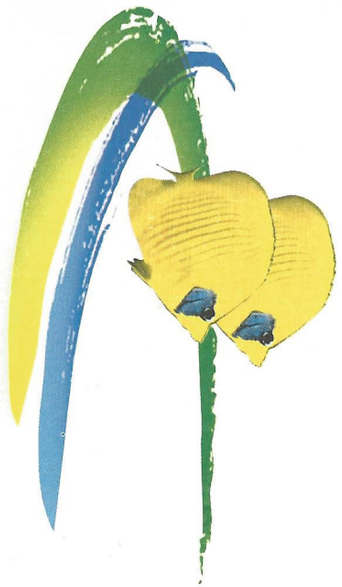
- Concl. - crise def : grd nbre espèce ⊖
  " " " " ⊕

Intro-cours

Dino : [(-230)-(-65)]

- L'atmosf est 1 des 4 enveloppes externes de la T (atmosph, hydrosph (o), lithosph, biosph)
- Composition actuelle O_2 : 21 % N_2 : 78 % CO_2 : 0,02 %
- avant : valeur d'or (90/80) % , CO_2 (10/20) % . N_2 . O_2 abs.





- Début de la vie
- Volcanisme
- ANIMAUX à coquille minéralisée
- Volcanisme
- -Mammifères
  -Dinosaures/ammonites → crétacé tertière.
- -Primates
  continents fixés
- → Homme

FORMATO de la terre et 1e étap de l'évolut de la vie

I La terre, planete du systeme solaire.

nuage de gaz - poussière - nébuleuse pres solaire en rotat.

T couch concentric : - Accrét hétérogène (+ eau d'aba).
- Accrét homogène (ete radiact°).

II Evolut de l'atmosphère.

- L'atmosf est 1 des 4 enveloppes externe de la T. (atmosf, hydrosph (eau), Lithosph, biosphère). - compos° actuelle : O_2 : 21% N_2 : 78 % CO_2 : 0,02 %.

1 formato de l'atmosf terrest

a origine

dégazage. roche + ancienne = -3,8 Ga et plus dégazage = 100 M d'arc.
Atm actuell / vapeur H2O vers => origine. eau 90%. CO_2 20%. N_2.
O_2 absent, O_3 (ozone aussi) rayons => synthèse de composés organics.
-3,8 Ga : atm primitive réductrice (CO_2) hydrosphère : H_2O liquide => océan. cycle e.
comparaison : actuel => extract du CO_2 - apparit et accumulat O_2.

b extract CO_2

relief = volcan => bcp Ca^{2+}. Fe... => pluie => Ca^{2+} ds océan. => CO_2 => carbonate stocké.
=> - formato carbonate - eq pluie disparit - limite telle qu'elle sous s état.

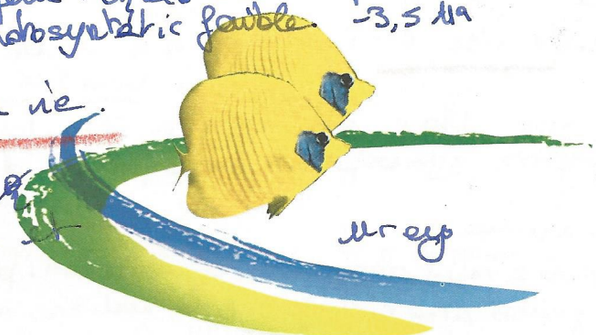
c apparit et acc O_2.

peu O_2 expulsé après associat. => O_2 grace à vie.
- fer rubané ds océan = fer ferreux dissout + O_2 => fer ferrik insolubl = -2,2 Ga. des océans
- 2 Ga, O_2 1 atmosf. ± 1% de maintnan.
* stromatolithes ont -3,5 Ga. 1 strat carbonates => stroma < = déplacem° équi carbonaté: CO_2 absorbé
=> photosynthèse productrice O_2 à -3,5 Ga. (ex : gypse).
-2,3 - 2,2 Ga qté libéré importante = 1° oxydat ferric. O_2 ere 1 atmosf. =
• dép $CaCO_3$ avec ^{12}C fig 10. -3,8 Ga L'archi photosynthétic faible. -3,5 Ga

II L'atmosf et la vie.

a origine de la vie

1° procaryotes. sédim + vieux procaryotes rouges => milieux inhospitaliers, mol organic : 95% Miller
T => origine terrestre.
extra terr : 3 météorites ds comètes.



b Equilibl atm - biosph.. hydrosph.

équi dinamic entr milieu et êtr vivan.

- 1° ¢ : ATP puisé ds le milieu.
  puis producteur d'ATP. => ds anaérobie, hétérotrophes (canib ds "soupe primitive")
- photosynthèses anaérobie : bactéries ont pigments caroténoïdes (= O_2)
  $H_2S + CO_2 \rightarrow S + H_2 + CO_2$ → bactérie - cyanobactéries ds précambrien.
  1 stromatolites.
  photo aérobie : mutat. $H_2O \rightarrow O_2$ → syntèse chlorophylles.
  à -3,8 GA peu, à -3,5 GA OK, à -2,3 . 2,2 GA importante.
  O_2 → fer ~~dis~~ ferrique + silice => gisem^t de fer. -2,2 GA.
  Puis O_2 dissout ds eau puis accumulat ds atmosphère (-2 GA) = 1° crise.
  De -1,8 à -1 GA, O_2 en excès et = poison pour E.V. => expansion de la vie est ralentie (2° crise)
  1° ¢ eucaryote -1,5 GA. vers -1 GA, respirat. $H_2 + \frac{O_2}{2} \rightarrow H_2O$ + ATP.
  En altitude, $O_2 \rightarrow O_3$ = écran contre U.V. - 400 M a, O_3 filtre nocif U.V. => vie.

3 concl

L'activité des E.V. modif la composit de l'atmosf qui, à son tour, sélectionne les organismes adaptés aux condit écologie nvelle. La vie est source de sa propre évolut.
¢ procariote à -3,5 GA. gènes longs à se différencier. ¢ eucaryote, -1,5 GA s'est ~~tacée~~ rapiden^t

Chgm^t géologic et modificat de la biosphère (ex. crise C.T.)

roches = archives, contenu paléontologic = témoin de la vi et de son évolut.

1 markeur stratigrafic et paléontologic du tps.

modif du contenu paléontologic = chgm^t milieu - évolut bio - liés 2 phénomèn.
observat = variat lithologic (nature des roch). paléonthologic (focile) => chronologi relative
Au cour du tps, 1 espèce évolu : apparit, max, extinct.

2 def "crise" géologic et utilisat

- lors 1 extinct massive d'espèce se produit sur l'ensembl du globe pdt une durée courte, on parl de crise. et ke le renouvelem^t de fane-flore succède est + important.
- crise = coupure ds les tps géologic. ère/étage..
  focile stratigrafic = organism à large répartit géografic, vécu peu de tps, évolut rapide
  focile de facies = évol lente, condit milieu strict = milieu ∃ (stromato).

II La crise C-T. -65 M a - elle est pas seule ni + ?

1 biosphère à l'aire II

Après phase glacière (fin I°), période jura cic-crétacé caractérisé par clima doux.
- fougères, gymnospermes, angiosperm. - dino (= reptiles terest). = te niches éco, reptiles volant mammifère petit.

2. principaux disparu. 60.70%.

a. animaux.
▷ dino ▷ reptil volan ▷ nbreux ot. océan : paliers succésif ▷ reptiles marins ▷ amonites = mollusq céphalopodes.
= focilles stratigrafic. ▷ les rudistes mollusk bivalves. brutalem^t : foraminifères, protozoaires à test calcaires. ▷ cocolithophorides (= nanofocilles)
▷ végétaux. gimnospérm et angiospérm. bcp.

c concl
phénomène global car espèce d'exigeance éco ≠.

5 caractéristic essenciel de crise crétacé-tertiaire.

modif de nature sédimentat° marine → argile. ↓ carbonates ↑ iridium.

Paléocène ← argile couche fine. niveau rouge ← crétacé terminal.
III pas facile, pic irridium : oxydant. II

crise CT : bref phénomène - disparit° bcp végétat° noir = ? feu. - chaine alimentaire ↓
↓ cocolithoforidés ⇒ ↓ zooplancton ⇒ ↓ foraminifères ⇒ ↓ radiolaires.
plus de sédimentat° calcaire. (dis ou assi par CO_2)

4 permanence de faune et flores.

organism terrestr d'odance on résisté mé la moitié organism marin pelagic on survécu.

a en milieu marin.

après, phase de diversificat°. nvo : nummulites. (= tertiaire inférieur). Pellagic
▷ microorganism ▷ poisson ▷ mamifères.
Belthiq
▷ algu ▷ faune : molusc, crustacé, coeur (a-midist).

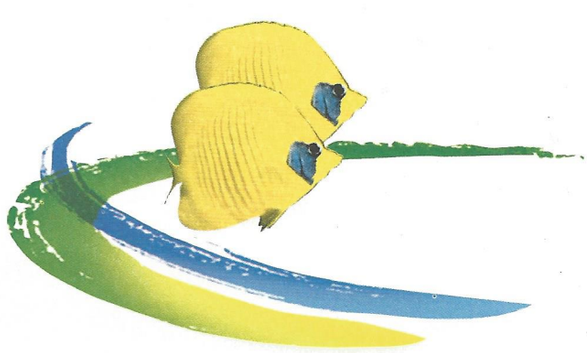
b milieu continental.

⇒ clima chaud, uniform et humide ⇒ forêt tropicales.
flore : angiosperm en plein essor.
faune : - reptiles - mamifères, oiseaux, insectes dominent.
mamifère mintenir dino car : - moeurs nocture (homéothermie ⊕), ouïe sensible.
- petite taille - dents complex. extinct° dino permet survivant d'occuper les niches vaccantes.
Début III : diversificat° des oiseaux - mamifères. en 10 Ma : primates (ordre).

Conséq d'1 crise.

Les crises bio (ex C-T) permett 1 renouvelm^t des flores et des fores : les espèces qui disparéss libère des niches éco occupées par de nvelle form ou par des formes ayan survécu.

Lors photosyntèse, $^{12}CO_2$ + utilisé. ⇒ SC_{13} négatif.



3. relat° ↑ ovaire - voi génitale.

a. expériences

concl : voie humorale (par le sang)
- spécificité du produit (acto/origine) } hormone.
- par sang

b. cle

ovaire controle hormonal
sécrét° non continue.

4 hormones ovariens.

- stéroïdes. oestro / progestagènes.) évolut° cyclic => sécrét° "

a. élaborat°

× oestro - ph follic par - théque interne
- ¢ follic (= granulosa)
- ph lutéale par th interne du corp jaune

× progest - ph lutéale par ¢ lutéale.

b transport

- form libr - form combinée
- protéine.

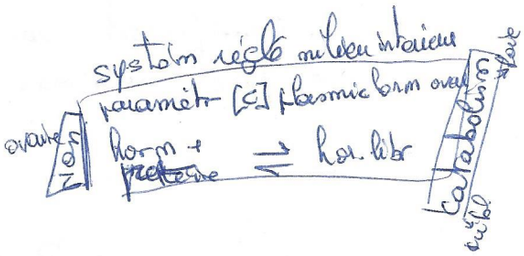
c act

× oestro : muqueuse utérine, ↗, pic => glaire cervicale, ↗ contract°
favorise fécondat°.
× progest : dév dentelle endométrale, empêch follicule, seins.
gestat°
× cle variat° = survie de l'espèce.

d. inactivat°

vie horm. courte, foie.

e mais paramètre à régler s^t à valeurs variables



5. régulat° de la sécrét° des hormones ovariennes

a controle endocrinien

complex fonctionel { antéhypophyse controle humorale par gonadostimulines / trophines FSH LH. } hormonale.
hypotalamus antéhypo controlée par hypotalamus par voie sanguine, hormonale.
GNRH = neurohormone mode pulsatile (60 à 90/min)

rétrocontrole, feed back, rétroact°.

- antéhypo, ph follic, stimulée par abs.
- foll en maturat° sécrète et ↗ progressivem^t => feed back ⊖ inhibiteur.
- ↗ rapide = pic = feed back ⊕ = pic LH ≃ 24h.
- LH -> ph lutéale => progest oestro => ⊖ FSH et LH => inhib. progest = lenthéhypophyse.
nidat° = oest + progest 28° jr : ⊕ => menstruat°.

b influence du système nerveux

dentelle endométrale RR — myomètre
gonadotrophine / stéroïdes

Régulat° du taux d'hormones sexuelles femelles

pour un goss : • fécondat°
• nidat°

appareil reproducteur ♀ : • ovulat°
• transf utérus.

- méca régulateur : syncronism ovulat° - réceptivité utérus.

1. étude des ovaires.

produisent • a. des γ

× phase folliculaire

↗ follicule fig 1

× ovulat°

- spontanée • discret femme (P car progestérone).
• oestrus rut π*

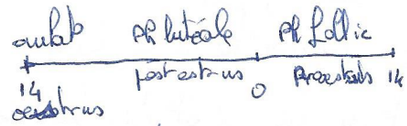
- provoqué

× ph lutéale.

¢ lutéale = de la granulosa sécrét progestérone jaune (pigment) dit lutéine.

- pas fécond 10-12 jrs ↗ et mars®
- féc ↦ 4° mais empêch cycle

× dc



• b des hormones ovarien (oestrogène / progestérone)

2 cycl menstruel ♀

a. nivo vagin : peu modif pour la fem
b. utérus.

× cycl de l'andomètre fig 2 25° jr + de sang. 28°, sg revient → RC

× glaire cervicale : pH basic 10° - 14° jr favorab
filence ↗ "

× dc modif favorise - glaire : fécondat° - andomètre : nidat°

hypotalamus = intégrateur
complex hypo - mo-hypophysaire = capteur
Messagers
effecteurs

Supra médullaire : contrôlé du cerveau.
somatique = corps motricité somatic = ton corps ∀ seul qui bouge

Propriété intégratrice des centres nerveux et fonctionnem^t des neurones.

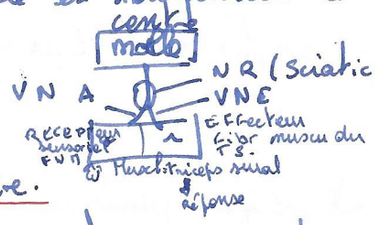
I ex de motricité somatic.

- mvm^t = efecteur muscu + système nerveux central.
- ajustem^t constant ds comandes muscu.

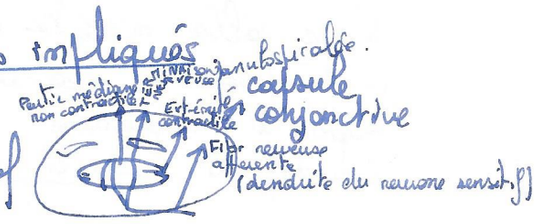
postre ~~&~~ repose sur mécanism réfle.

1. ex de réfle myotatic : le réf achiléen.
   - un coup tendon = extent du pied => provoqué par la stimulat. mvm^t involontaire = réflex (def).
   - réflex myot (def).
   - + Tonus muscu (def).
2. les organis mis en jeu.
   - msg nait neuromuscu.
   - le sciatic = indispensab à la propagat du msg.
   - la moelle est indispensab à la réalisat du reflex.

concl



3. support ¢aire.
   a. organisat ¢aire des organes impliqués
      * fuseau neuromuscu.

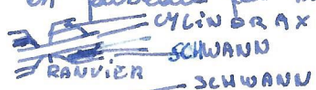


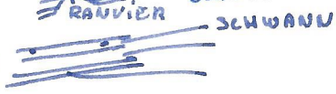
constitué de qque ¢ muscu transf
- sensib à l'étirem^t du musc
- tonus muscu => msg permanent emet
- + important, msg à l'origine du réflex myotatic tipic.

× tissus nerveux

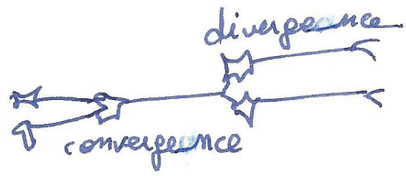
Système nerveux = - centre nerveux (ancéfale + moelle épinière)
- Nerf (ancéfalic + rachidien).

moelle épi = substance grise cornes antérieures
" blanch = fibr nerveuse identic = cylindrax + gaine de myeline.

nerf = fibr nerveuses réunis en faisceaux par tissu conjonctif.
- fibr myelinic : 

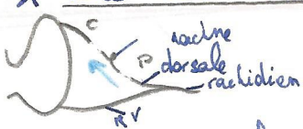
- amyelinic : 

polaire.

Les neurones forment une chaine neuronique. 

b neurones intervenant ds le réflex myotatic.

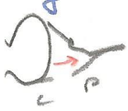
* role des racines rachidiennes: (Magendie).



P => ∅. C => réact.

=> Racine posterieure conduit influx nerveux, sens centripète = fibr nerveuse sensitives, centripét, afferente.

- Dégénérescence part pas en relat ganglion spinal => ∈ neurone d'pénication = gang. sp

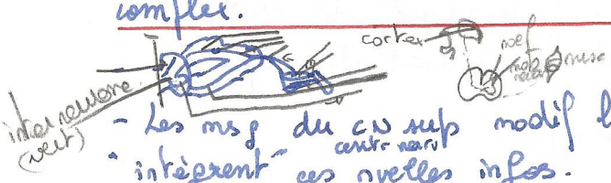


P => r. C => ∅ motrice. centrifuge. efferente.
Périféric dégénère => Pénicarions. cornes anterieures de la moelle

* concl.

- Le réflex myotatic = monosynaptic
- fct coordoné antagonist explic : inervat réciproc : • contract extenseur
→ inibit motoneurones α du fléchisseur antagonist.
• inibit grace à interneurones. circuit vers fléchisseur = polysinaptic.

4. La moelle est cap d'assurer une coordinat de la réponse encore + complex.



- Les msg du CN sup (centr nerv) modif l'amplitud des réponses réflex: motoneurones α "intègrent" ces nvelles infos.

5. concl.

L'arc réflex myotatic et inervat réciproc permet maintien en boucle de régulat.
(= chaine neuronic organisé réseau = possib divergence d'infos ou convergence.
Réponse d'1 motoneurone résulte de la som des influences (def) activatrices (def) et inib reçu.
Ceci def les cap d'integrat d'1 centr nerveux.

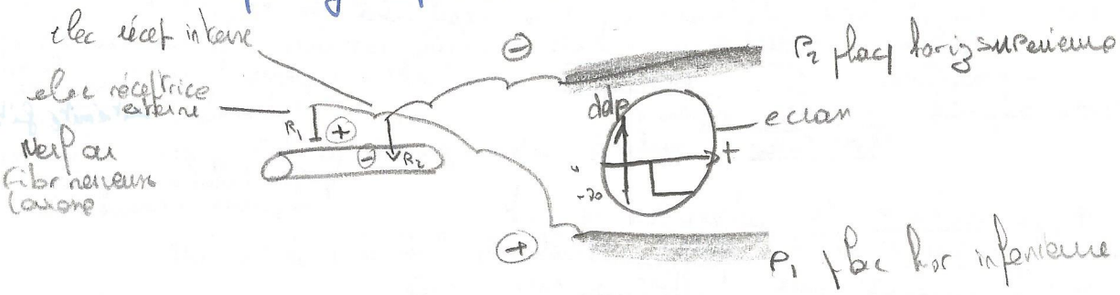
II Le msg nerveux.

traitem^t possib car ∀ les msg reçu ou emis s^t de m̂ nature.
= potenciel d'act. (par le contr nerveux.

1. génèse des msg nerveux au niv des nerfs et des fibr nerveuses.

a. potenciel de repos ou de membrane

* dispositif expérimental.



- balay pas o o ⇒ P_1 active e^- : $P_1 > 0$ de m̂ que R_1 où p_1 est relié.
⇒ P_2 repousse e^- : — — — — — — — —

concl : la membrane de la fibr non stimulé = polarisat électric stab = potenciel transmembranaire de repos ou pot de repos ou pot de membrane extérieur ⊕, int ⊖.

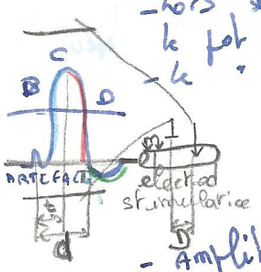
* origin du pot repos.

- ∃ une inégale répartit des ions de part et d'ôt de membrane axonic.
- les ≠ de [c] ionic en s^t à l'origine. érés ⊕ extrapaire. déficit ⊕ intrapaire
concl : le pot de repos résulte des ≠ de [c] ionic, elles m̂ à l'origin de la répartit des charg.

b. potenciel d'act

* interprétat

- Lors ↺ d'I efficace, l'axone réagi par modif pot transmembranaire :
le pot d'act enregistré est témoin d'activ de l'axone.
- le " " est une séquence stéréotipé comprenant
  - une phase ascendante de dépolarisat de la membrane ⇒ BCD invert de polarité membran.
  - une phase descen — de repolarisat. la répartit des charg est ramené à l'état de repos.
  - une — d'hyperpolarisat due à un déficit des charg ⊕ intrapaire.

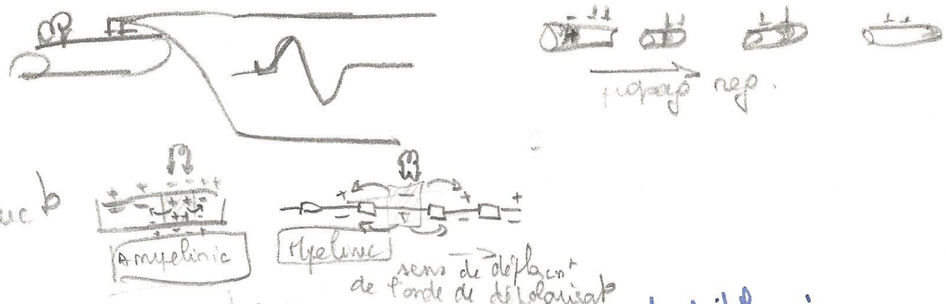


- Amplitude = 70 + BC mV.
- durée = d
- Artéfact = rep ↺
- vitess influx nerv = $\frac{D}{t}$

* mvm^t des ions

↺ modif perméabilité membrane : - Na^+ pénétr massif ⇒ invert polarité - K^+ sortent (très vite).

* propag de l'onde



- Spot décrit courbe potentiel d'act biphasic.
- Les 2 pr ne sont pas symétric car les electrod sont très proch et on enregistre la somme algébric de la dépolarisat d'1 et de la repolarisat de l'ds.
- Si on veut un potentiel monophasic il faut couper entre les 2.

conclu : y a passage d'1 onde de dépolarisat = onde de négativité (inexcitité) : cet onde est l'influx nerveux.

Ces courants locaux déplacent la zone superficiel de négativité. (fig 2)
- myelinic : conduct saltatoire myéline isolante, influx au niv étranglmt Ranvier.
- amyelinic : " continue polarisat unifaim. (NB: 2 sens) car naissance ≠ extrémité fibre.

- vitesse dépend : diamètre + gros + ↗.
  structure. myelinic autan + grande que fibr grosse car diamètre proportionnel à la longueur du segment intranodulaire.

+ caractère du potentiel d'act.
Apparait ds partir d'1 valeur seuil de l'I d'1 stimulat.
= loi du tt ou rien pour 1 fibr nerveuse isolée.

L'amplitude du potentiel d'act est d'emblée maxi : cet amplitude est constante kel ke soit l'I efficace utilisée.
- Ampl du potentiel global du nerf ↗ lors ↗ du nbr de fibr nerveux ds lt pot d'act, lt fibr ayant pas le ⊠ seuil.
  Qd tt fibr utilisées, ampl maxi.
- Lorsq 1 région d'1 fibr vient d'être le siège d'1 potentiel d'act, inexcitable pendant 1 période réfractaire absolue.

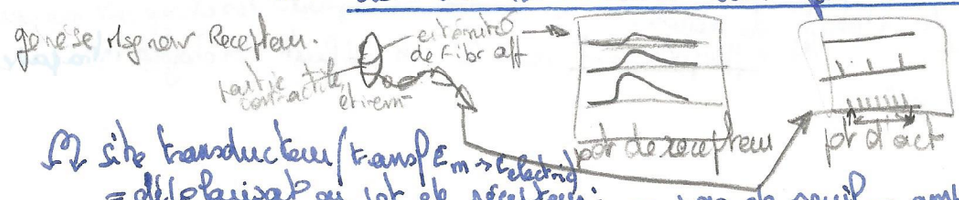
* concl

- la fibr a 2 propriété : excitabl et conductrice.
- l'influx nerveux créé par transmission => msg pas modifié et pas perte d'info.

2) génèse d'1 msg nerveux au niv d'1 récepteur sensoriel.

Les pot d'act naissent : - récepteur sensoriel au niv neurone au dendrite d'1 neurone récepteur.
- centre nerveux. (après synaptic).

a. de la stimulat au pot d'act.



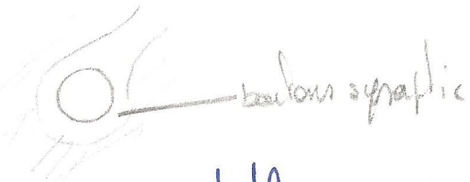
Site transducteur/transformateur = déplacmt ds pot de récepteur : — pas de seuil — ampli ↗ — reste local ↺ — lorsq il atteint seuil de potentiel, déclenche site générateur pot d'act propageable.

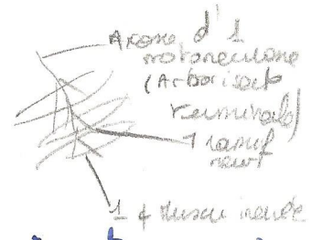
b. codage de l'info.

- Variat I ↺ = variat de fréquence du potentiel d'act.
- ce codage en fréquence du msg nerveux permet fidélité de sa propagat sur de longues distances.

III Mecanismes synaptic.

1 Structure.



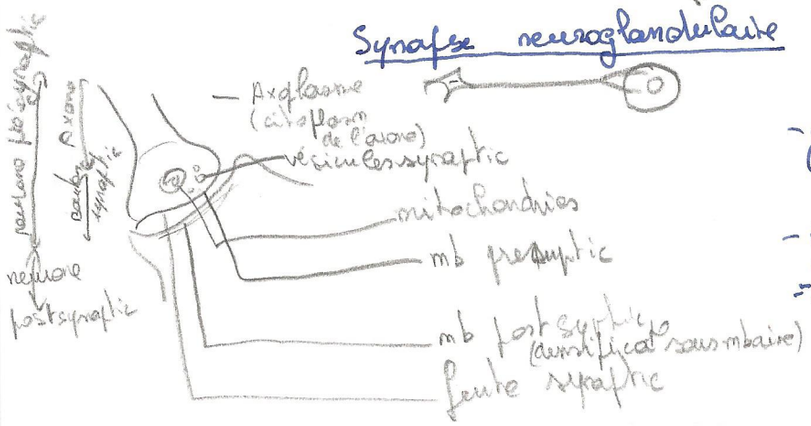


Synapse : zonne de contact entr 2 ¢ exitables.

synapse neuroneuronique. permet transmit° (unicm^t centre nerveux)

Synapse neuromusculaire ou neuroneurale ou plaq motrice. Elle permet transmit° d'1 msg à l'origine de la contract° muscu.

Synapse neuroglandulaire permet sécret° glandulaire.



- structure assymétric. asym fonctionnelle (il ∃ polarité physio)
  => relat° structure/fct.
- fente empêch passag du pot d'act, la ↑ direct du neurone post synaptic
  => il ∃ intermédiaire transmettant l'info déc.

2 fctionem^t d'1 synapse neuroneurale (centr nerveux) à transmit° chimic

a les étapes du fcionem^t

x pion du neurotransm.

syntétisés par neurone avec substance apporté par sang.

- au niv des synapses. 1 neurone fé 1 neurotransm, ns peut syntétiser 2.

x stockage.

s^t mis en réserve ds vésicules synaptic

x libérat°.

- qd pot d'act° arrive presyn, dépolarisat° prés => entrée des ions Ca^{2+} ds neur présy. activent l'exocytose du neurotrans ds fente synaptic.
- Au niv d'1 synaps, msg présy nature electric codé en fréquence de pot d'act° est traduit en msg chimic codé en [c] de neurotransm.

x fixat°.

- Ds la structure de la menb postsy ya grosses mol = récepteur spécific d'1 neurotransm déterminé.
- Le complex neurotransm/récepteur induit modif de perméabilité aux ions de la mb postsy. origine d'1 pot postsy (PPS)

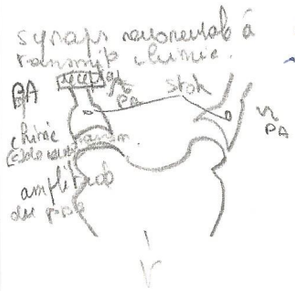
∃ codag en amplitude du pot électr au niv postsy.

- consiq : - il ∃ polarité physiologic - ralentissem^t de la transmit° du msg.

x inactivat° du neurone

x concl

transm = triple codag. msg nerveux-rassaine postsy d'emblé à pot d'act° ns. PPS.



b. les 2 catégories fonctionnelles de synapses.

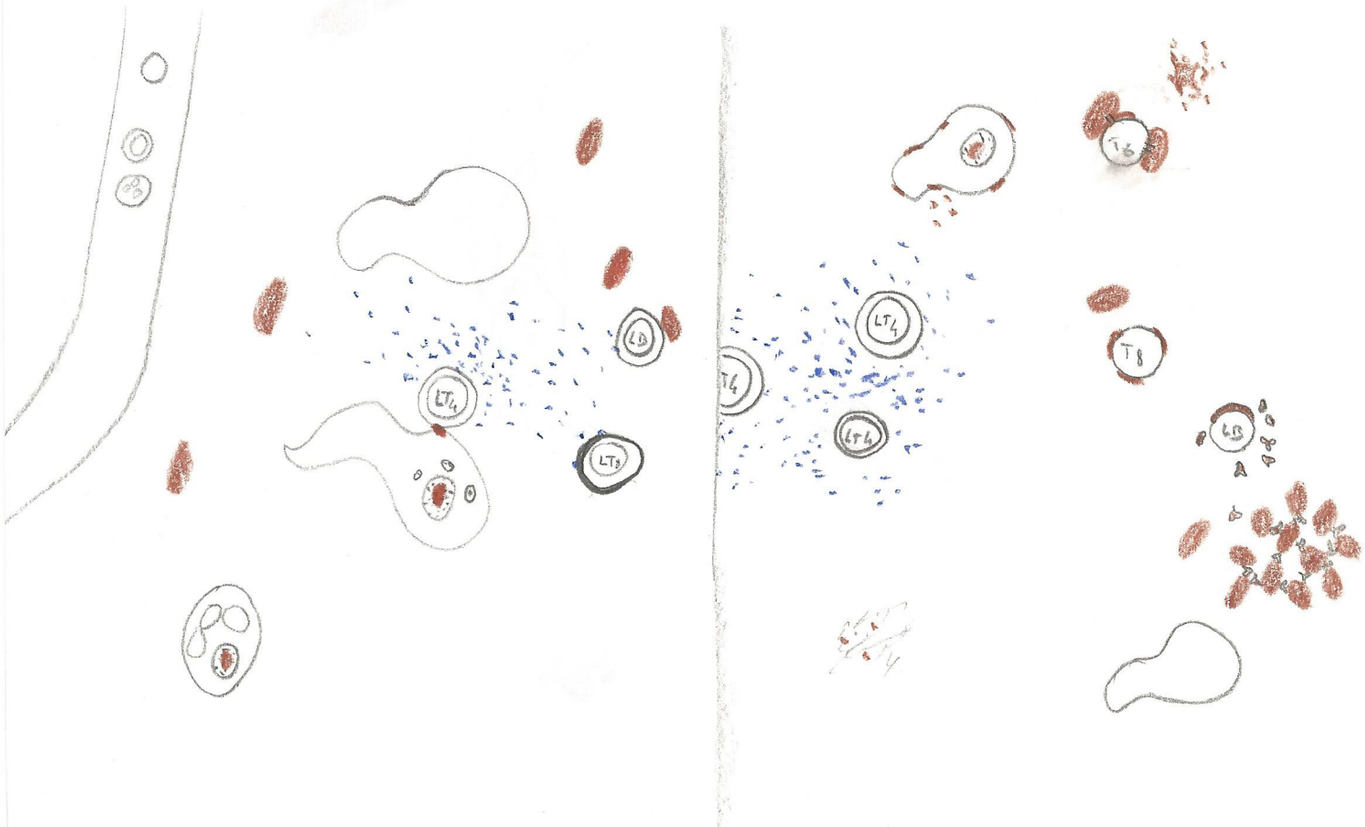
x exitatrices : dépolarisat° locale rapproch la valeur tent du seuil pot => ⊕ exitab.

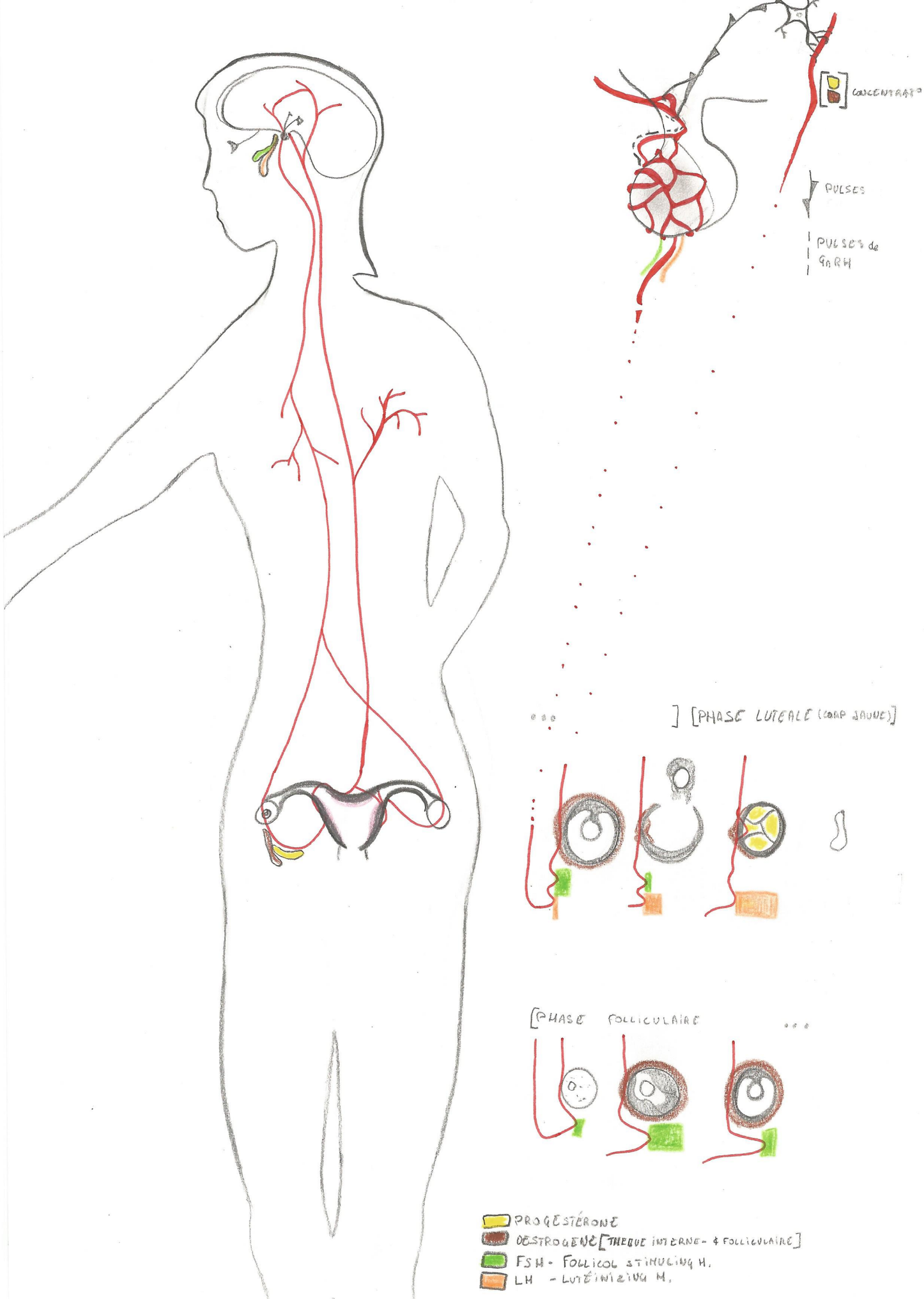
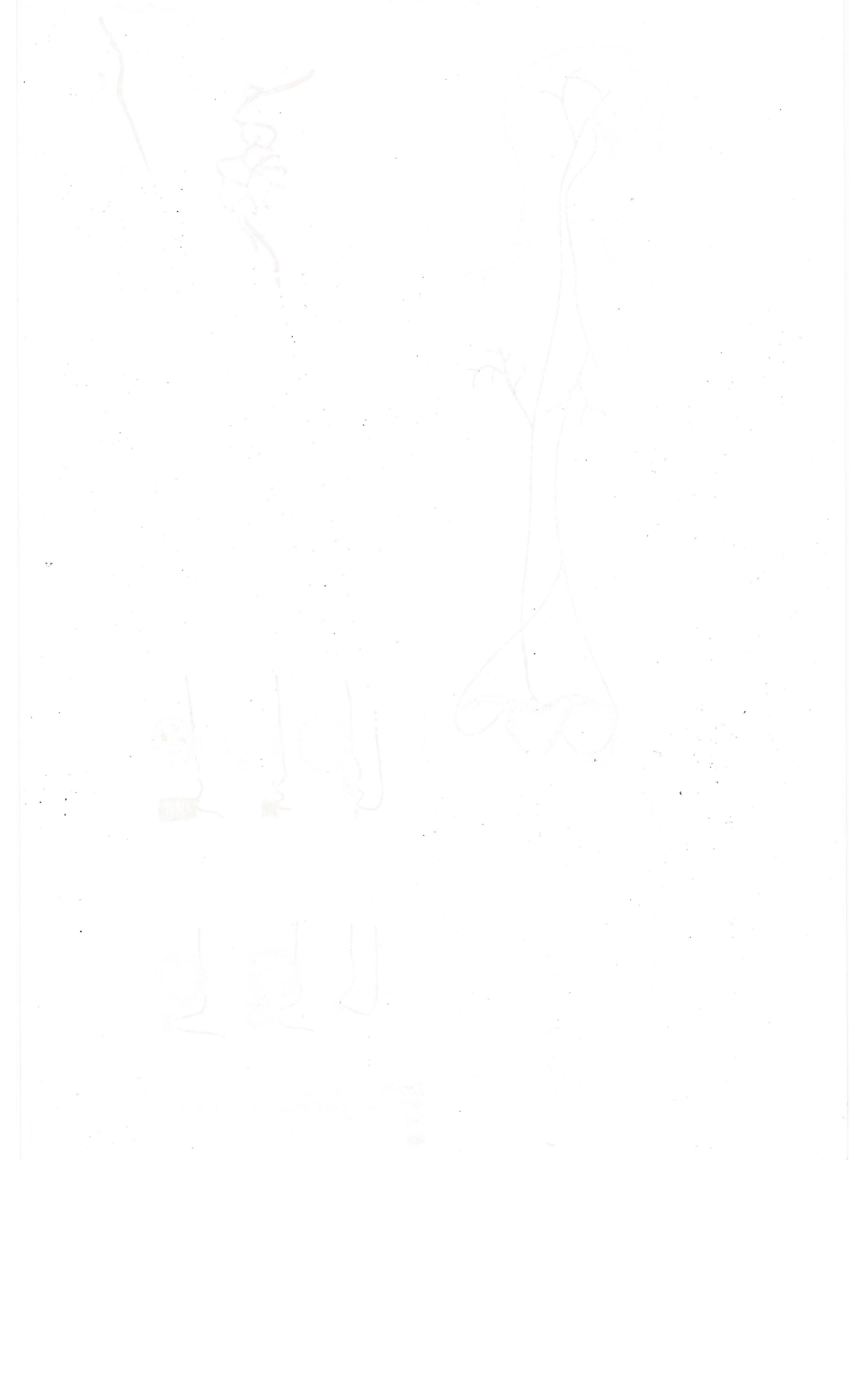
x inibitrice : hyperpolarisat° locale éloigne ---- ⊖ exitab.

GENETIQUE

Mutations

- mutation non décalante par substitut:
  - silencieuse : redondance.
  - faux sens ; neutre ou pas.
  - non sens : interruption.
- mutation décalante par délétion ou insertion d'1 base ou d'1 nbr de bases ≠ k3.
  : décalage du cadre de lecture et modif longueur.


LT4
LT3
LT4
LT4
T6
T8
LB


CONCENTRATION
PULSES
PULSES de GnRH
] [PHASE LUTEALE (CORP JAUNE)]
[PHASE FOLLICULAIRE
PROGESTÉRONE
OESTROGENE [THEQUE INTERNE & FOLLICULAIRE]
FSH - FOLLICOL STIMULING H.
LH - LUTÉINISING H.