

Figure 2 :

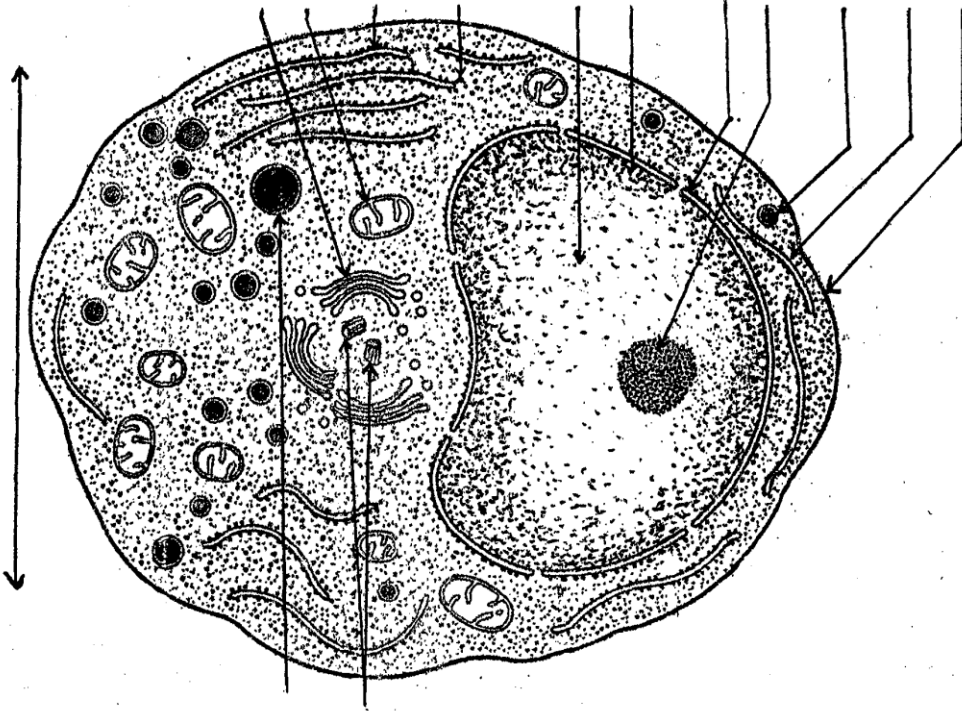
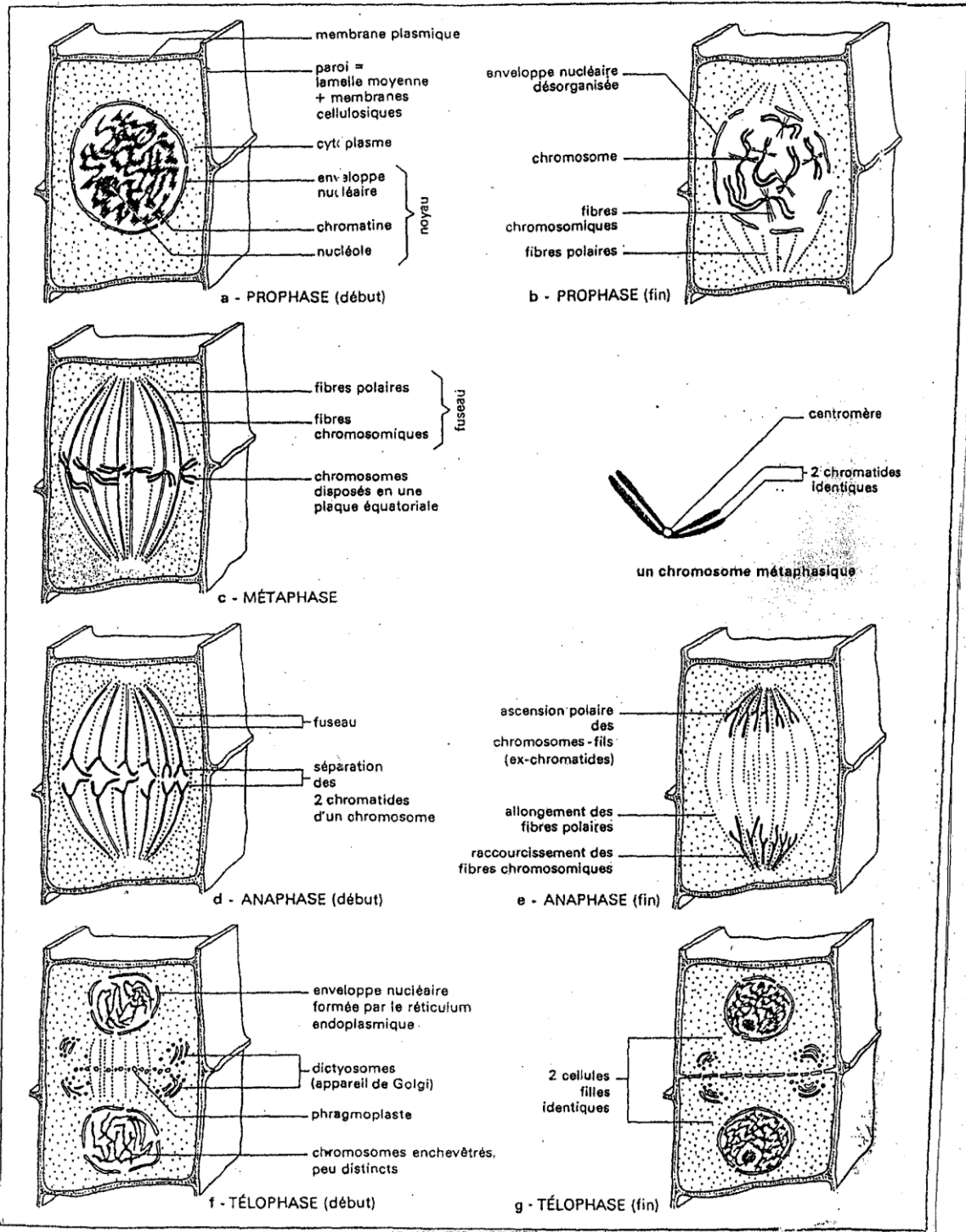
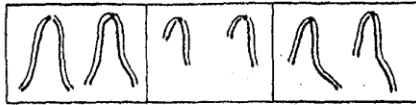
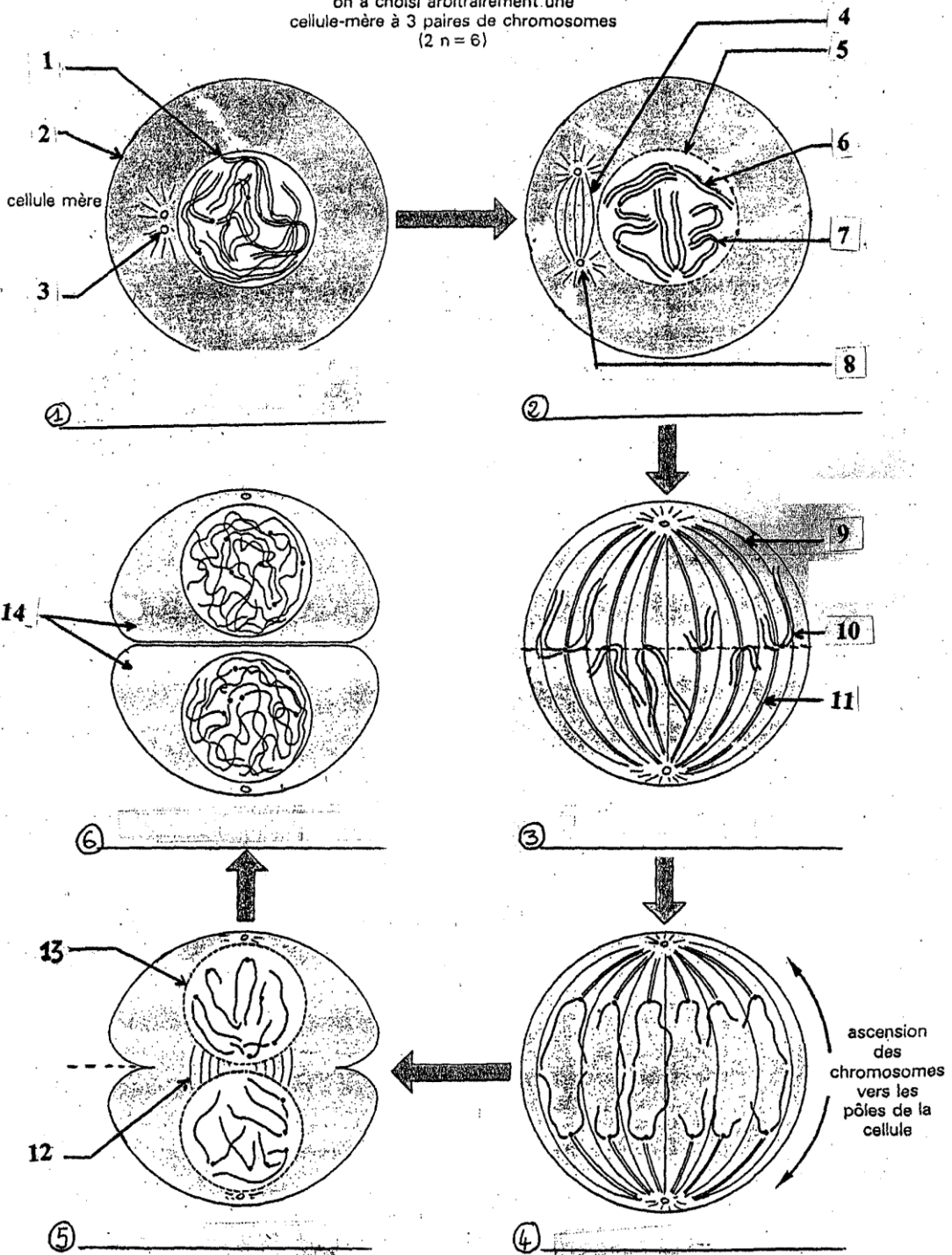


Figure 1 :





on a choisi arbitrairement une  
cellule-mère à 3 paires de chromosomes  
( $2n = 6$ )



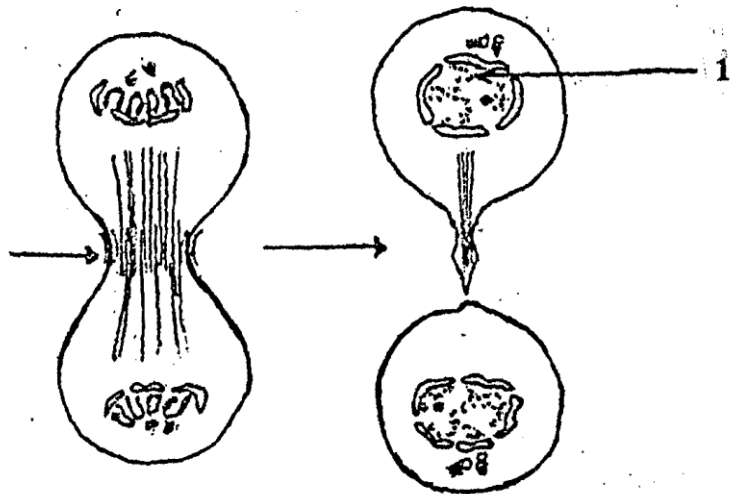
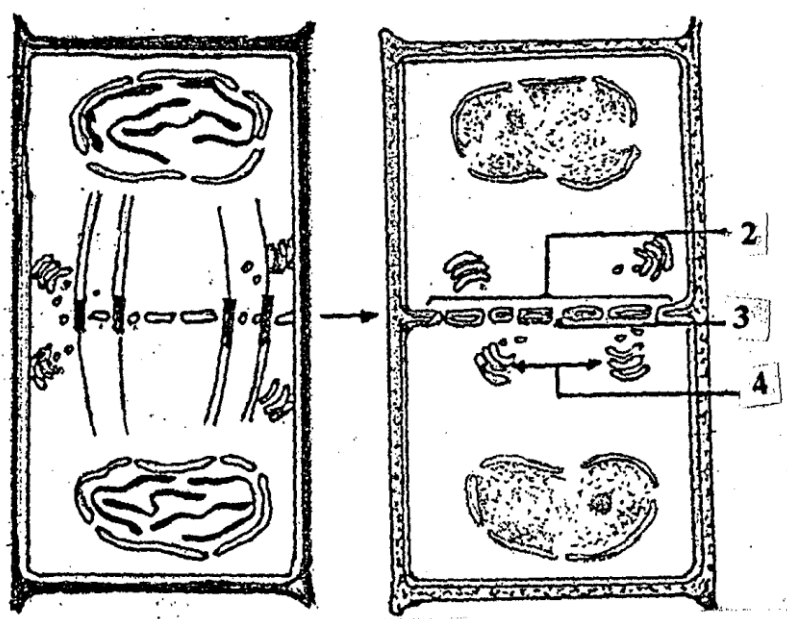
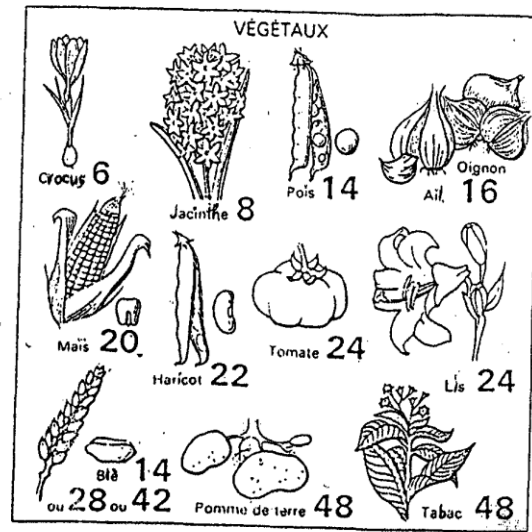
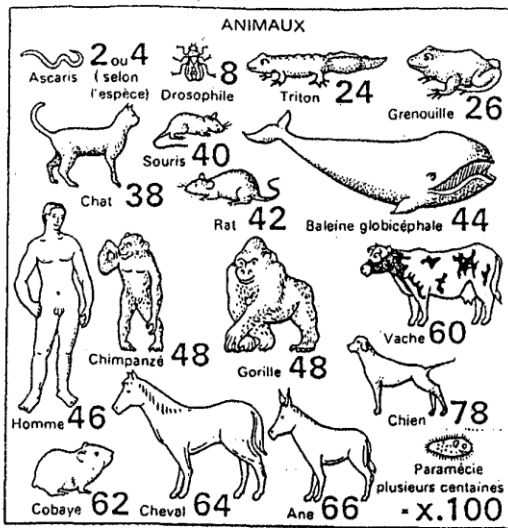


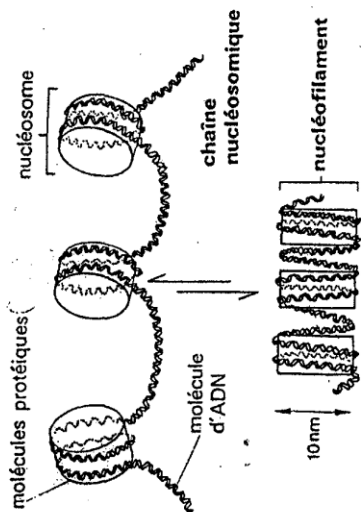
Figure 3 : .....



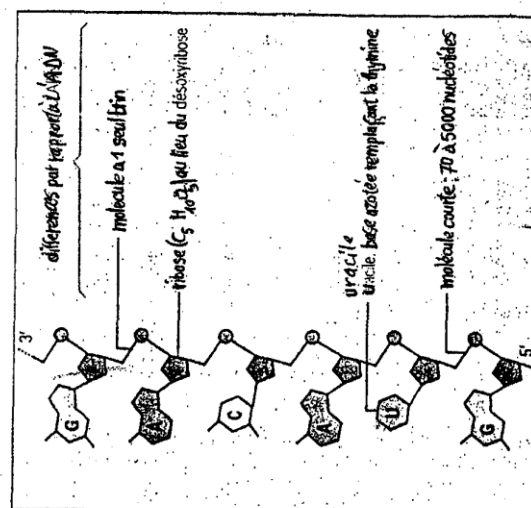


Document 3 : .....

Document 4 : .....



Document 5 .....



Document 6 .....

**L'ADN est le support universel de l'information génétique.**

- Les chromosomes sont le support de l'information génétique
- un chromosome simple = une molécule d'ADN
- L'ADN est constitué de deux séquences de nucléotides complémentaires de A-T et C-G



## LOCALISATION DES ACIDES NUCLEIQUES

### A - La technique de FEULGEN

#### Expérience :

Des coupes minces de cellules sont montées soumises à une hydrolyse partielle en présence d'acide chlorhydrique (HCL) dilué. Le réactif de Schiff utilisé ensuite se colore en rose ou rouge en présence du désoxyribose (sucre). Ce sucre n'existe que là où était l'ADN qui a été hydrolysé.

**Résultat :** Seul le noyau de la cellule se colore en rose.

#### Conclusion :

### B - La technique de BRACHET

**Principe :** On utilise un mélange de deux colorants : le vert de méthyle et la pyronine. Le vert de méthyle colore l'ADN en vert et la pyronine colore l'ARN en rose.

Expériences	Résultats
Cellules + mélange des deux colorants	Coloration en rose du cytoplasme et nucléole ; coloration en vert du nucléoplasme
Cellules + mélange des deux colorants + ADNase	Coloration du cytoplasme et du nucléole en rose
Cellules + mélange des deux colorants + ARNase	Coloration du nucléoplasme en vert

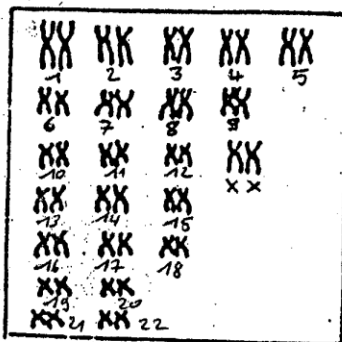
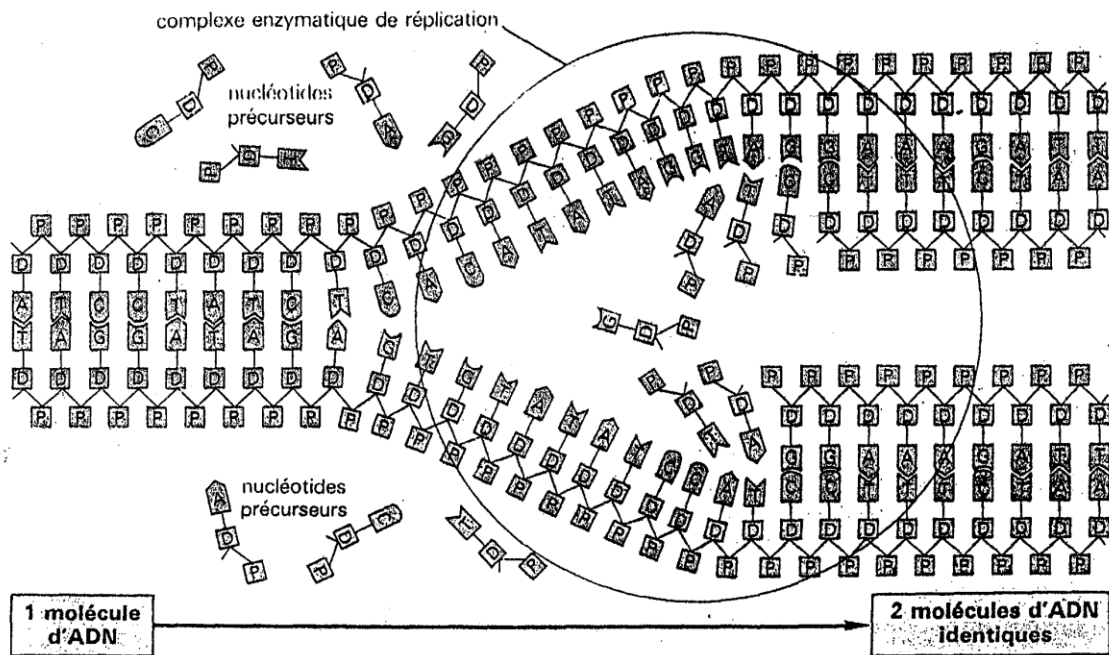


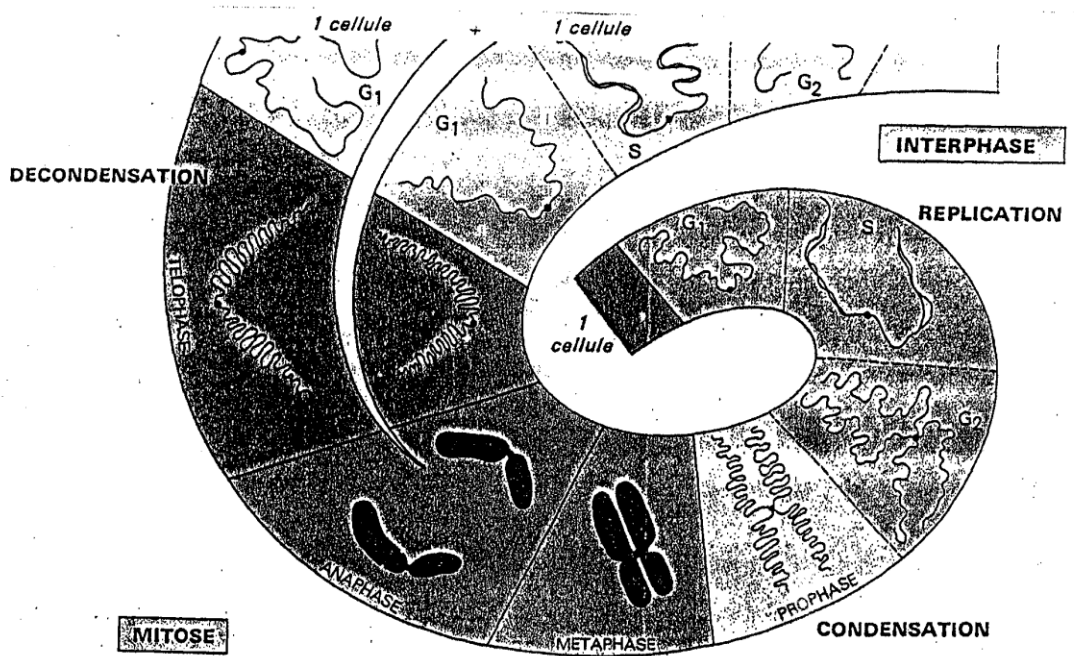
Figure 7



Figure 6



DOCUMENT 9 :



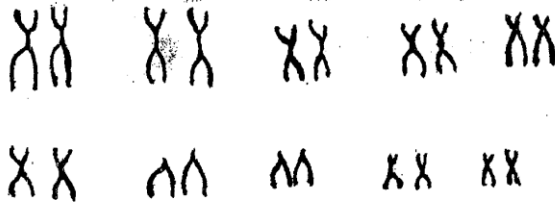
DOCUMENT 10 :

# BIOLOGIE CELLULAIRE

## EXERCICE I

Le document 1 ci-dessous montre l'équipement chromosomique d'une cellule provenant d'un individu de l'espèce Hamster doré.

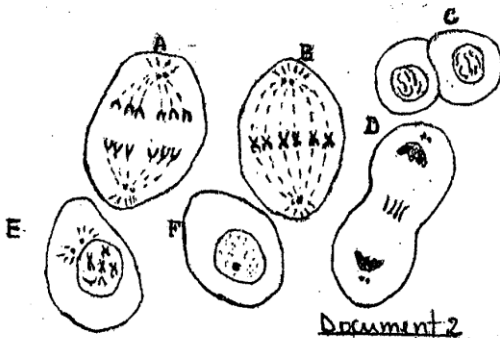
- 1) a- Nommer ce document 1.  
b- Définir -le.
- 2) Expliquer les étapes de la réalisation de ce document 1.
- 3) Déterminer le nombre chromosomique de l'espèce Hamster doré.
- 4) Identifier le stade du cycle cellulaire où les chromosomes présentent cet aspect.
- 5) Schématiser soigneusement le stade du cycle de cette cellule en prenant 2n=6 chromosomes et annoter le.



Document 1

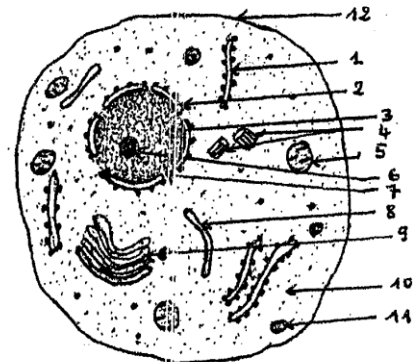
## EXERCICE II

Les schémas A,B,C,D,E et F du document 2 ont été réalisés à partir de l'observation de cellules somatiques d'une espèce animale donnée.



Document 2

Document 3



- 1) Identifier le phénomène de la vie cellulaire mis en évidence par ces schémas.
- 2) Identifier à partir des schémas du document 2, les différentes phases du phénomène précité.
- 3) Classer ces phases dans l'ordre chronologique du déroulement de ce phénomène précité.

Le document 3 représente l'une de ces cellules somatiques, identifier les éléments représentés par les chiffres.

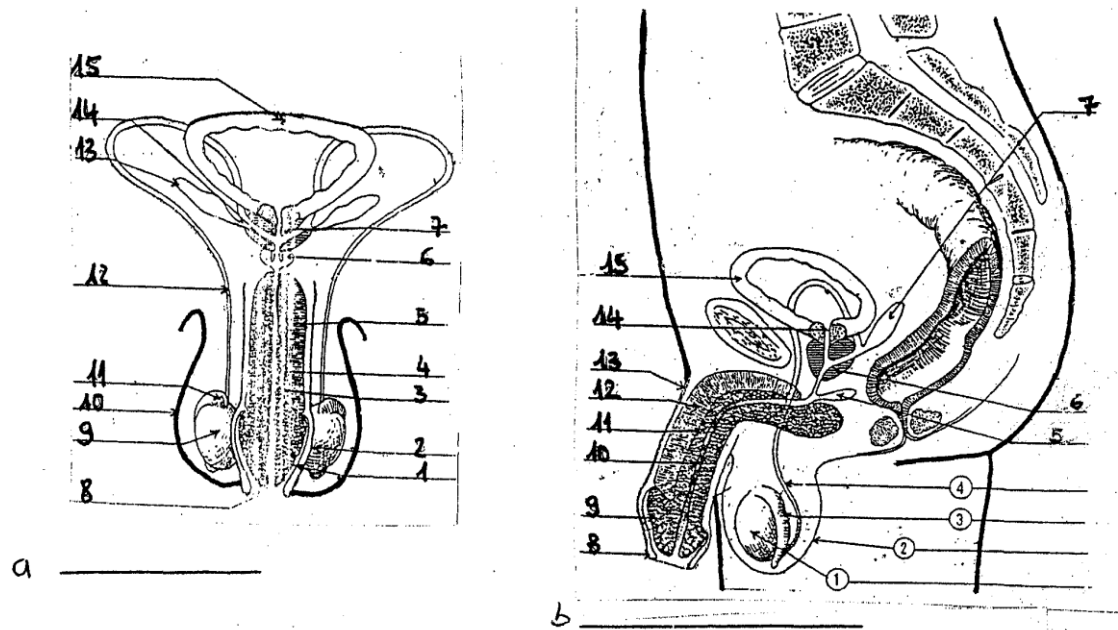


Figure 1 :

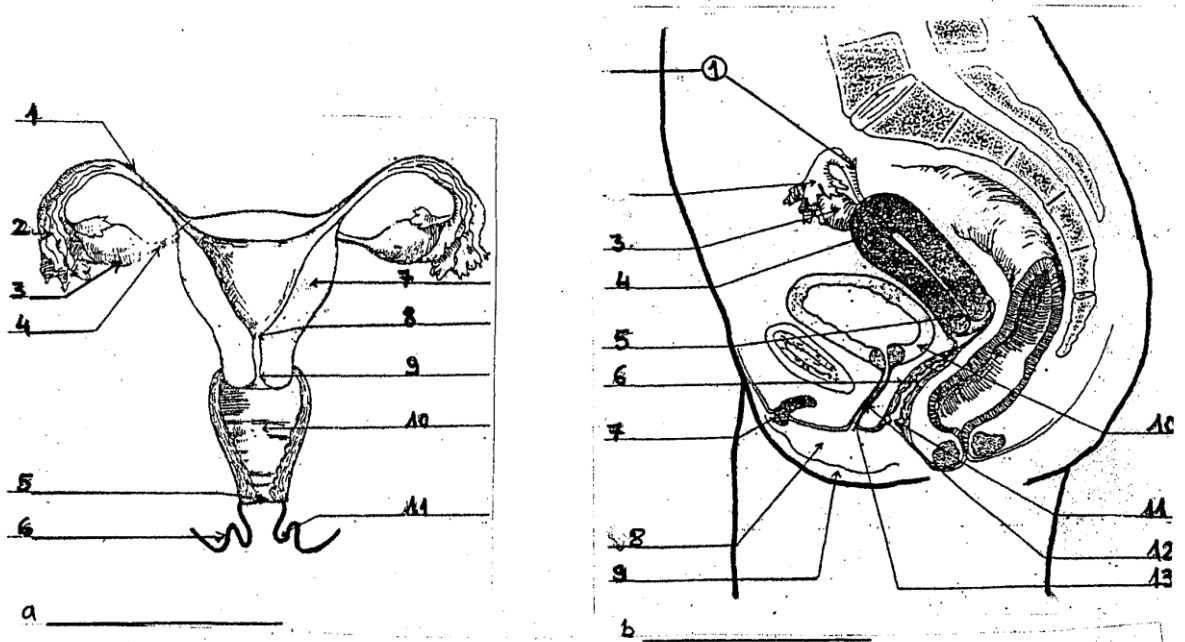


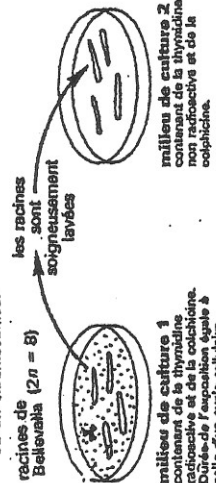
Figure 2 :

### EXPERIENCE DE TAYLOR

En 1957-1958, Taylor réalise l'expérience suivante : il cultive de jeunes racines de *Bellevia* (plante de la famille du fœta) sur un milieu de culture contenant un précurseur de la molécule d'ADN, la thymidine tritiée (contenant comme base la thymine).

Afin de mieux analyser le mécanisme d'autosynthèse des chromosomes lors de la mitose, Taylor utilise la technique d'autoradiographie en employant de la thymidine radioactive (marquée par du tritium,  $^3\text{H}$ , isotope radioactif de l'hydrogène). La thymidine pourra ainsi être localisée dans la cellule à la suite de son incorporation grâce à l'émission de rayons  $\beta$  qui peuvent impressionner un film photographique.

Afin de mieux observer les chromosomes, Taylor soigne de la culture au milieu de culture. Celle-ci empêche la séparation des chromosomes en fin de métaphase. Les chromosomes issus de mitoses successives restent alors dans la même cellule ; on obtient ainsi non plus  $2n$ , mais  $4n$  ou  $8n$  chromosomes.



milieu de culture 1 contenant de la thymidine radioactive et de la cellule d'un cycle cellulaire

plaque microscopique d'une cellule de racine prélevée dans le milieu 2, après transfert sur le milieu 1.



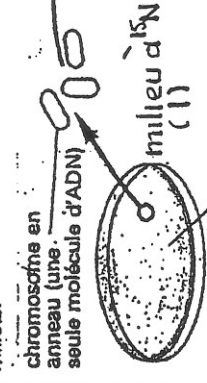
racines de Bellevia

plaque microscopique d'une cellule de racine prélevée dans le milieu 2, après un temps correspondant à la durée d'un cycle cellulaire supplémentaire.



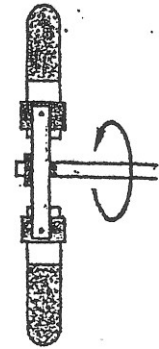
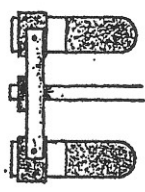
### EXPERIENCE DE MESELSON ET STAHL

culture de bactéries sur différents milieux

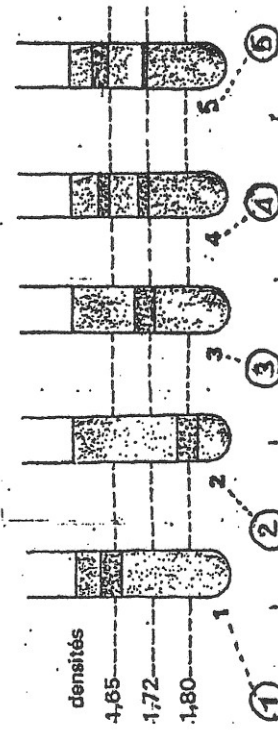


milieu de culture contenant uniquement de l'azote "lourd"  $^{15}\text{N}$

l'ADN des bactéries est isolé, mélangé à une solution de densité appropriée, puis centrifugé à très grande vitesse pendant 48 heures



après centrifugation les molécules d'ADN sont localisées dans le tube à l'aide d'un faisceau de rayons ultraviolets



ADN (1) de bac ADN (1) de bac ADN (1) de bac ADN (1) de bac ADN (1) de bac  
 tères cultivées tères cultivées tères de la tères de la tères de la  
 depuis de nom- depuis de nom- depuis de nom- depuis de nom- depuis de nom-  
 breuses généra- breuses généra- breuses généra- breuses généra- breuses généra-  
 tions sur un tions sur un tions sur un tions sur un tions sur un  
 milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$   
 après leur après leur après leur après leur après leur  
 transfert sur transfert sur transfert sur transfert sur transfert sur  
 milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$  milieu  $^{14}\text{N}$

(1) la quantité d'ADN introduite dans un tube à centrifugation est toujours la même.

### EXPERIENCE DE CAIRNS

culture de bactéries sur milieu à thymidine tritiée (avec N contenant  $^3\text{H}$ )

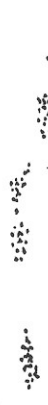


milieu de culture contenant de l'azote "lourd"  $^{15}\text{N}$

Extraction de l'ADN à différents stades de multiplication, donc à différents moments de duplication de l'ADN.

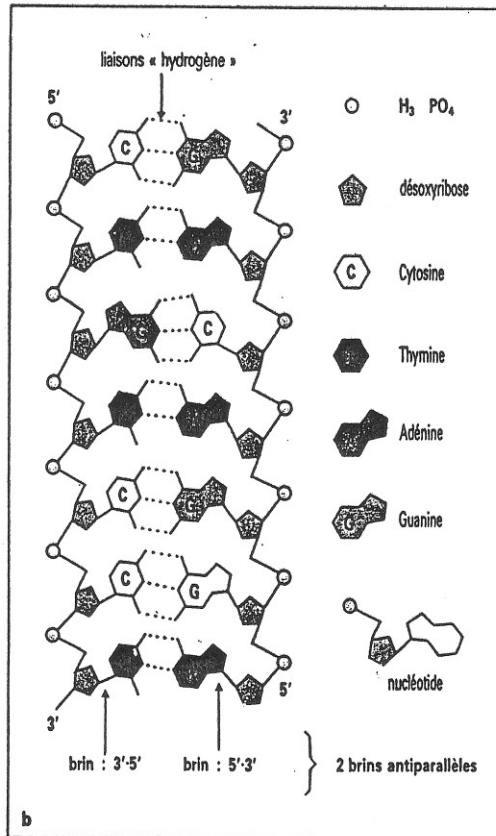
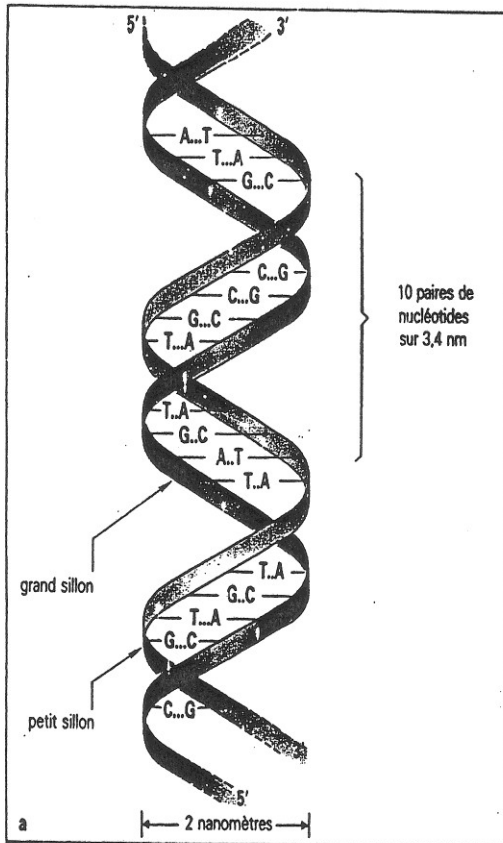
Technique d'autoradiographie : Elle permet d'obtenir des images de duplication à des grains d'argent correspondant à des grains d'argent de l'émulsion photographique en présence de la radioactivité

Au temps t1



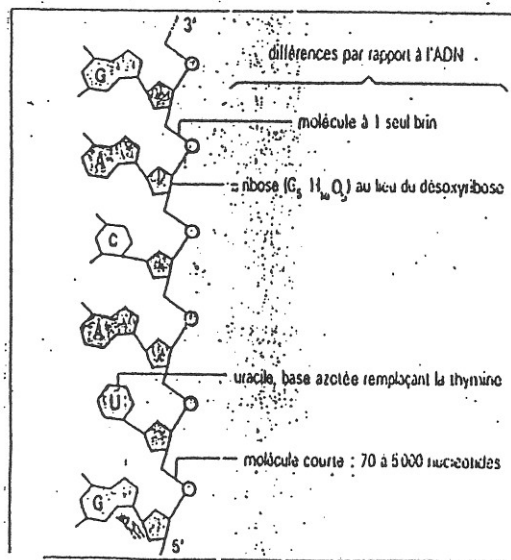
Au temps t2





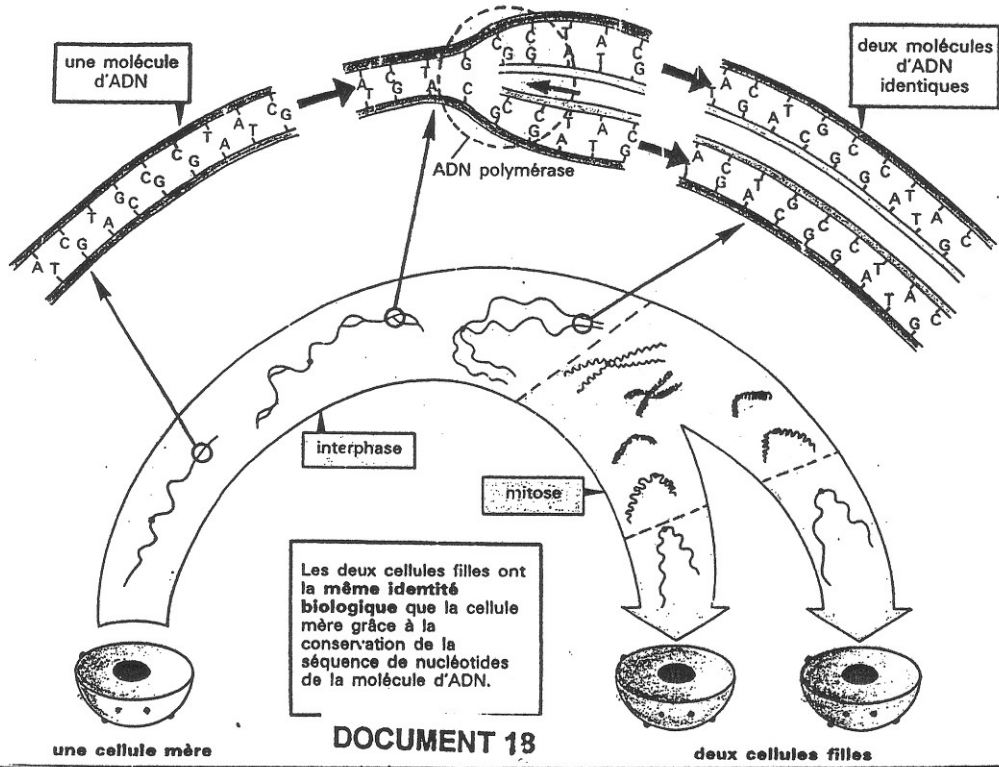
La molécule d'ADN (seule une petite partie de la molécule est représentée); a) aspect de la double hélice; b) agencement des composants de l'ADN (molécule supposée déroulée).

### Document 16

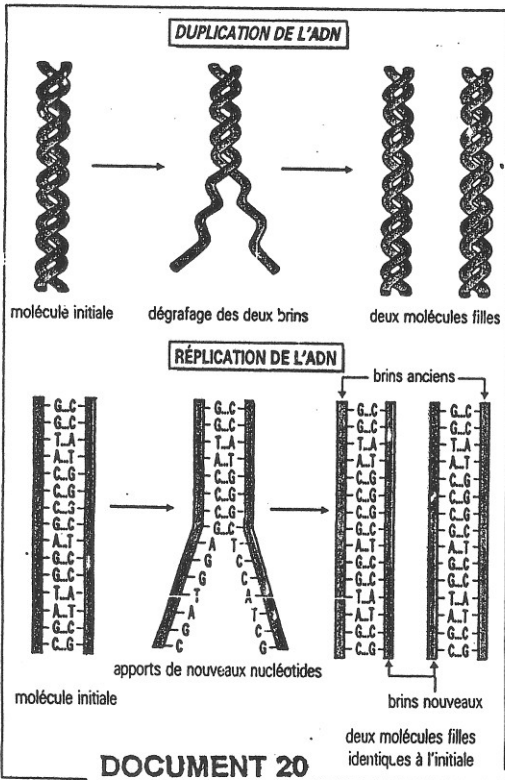


### Document 17

LA RÉPLICATION DE L'ADN EST SEMI-CONSERVATIVE

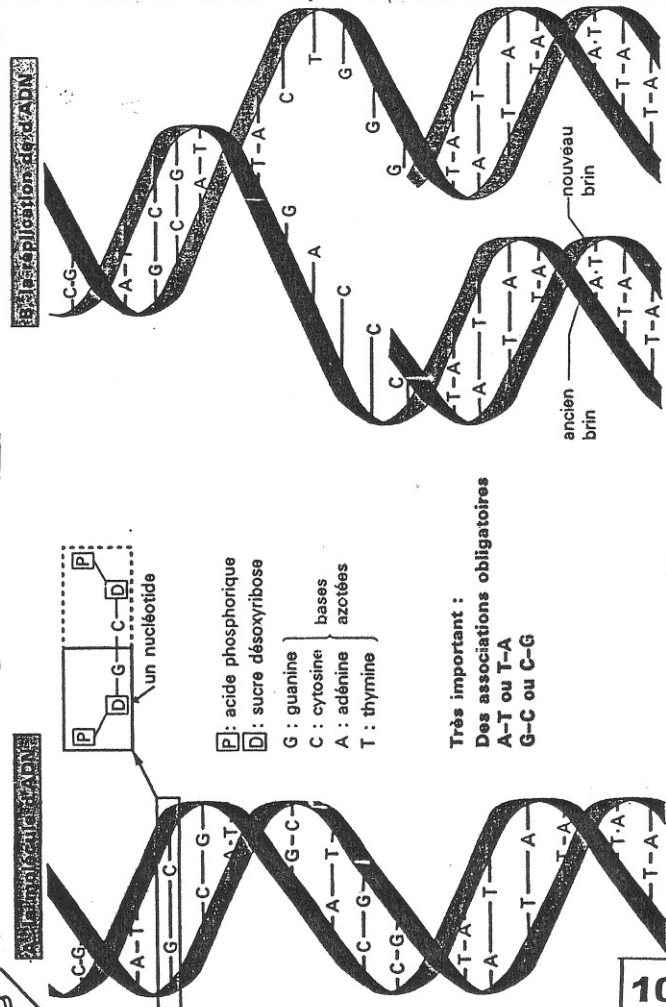


DOCUMENT 18

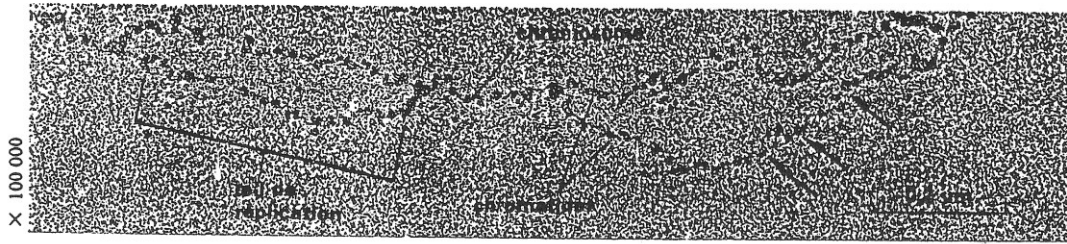


DOCUMENT 20

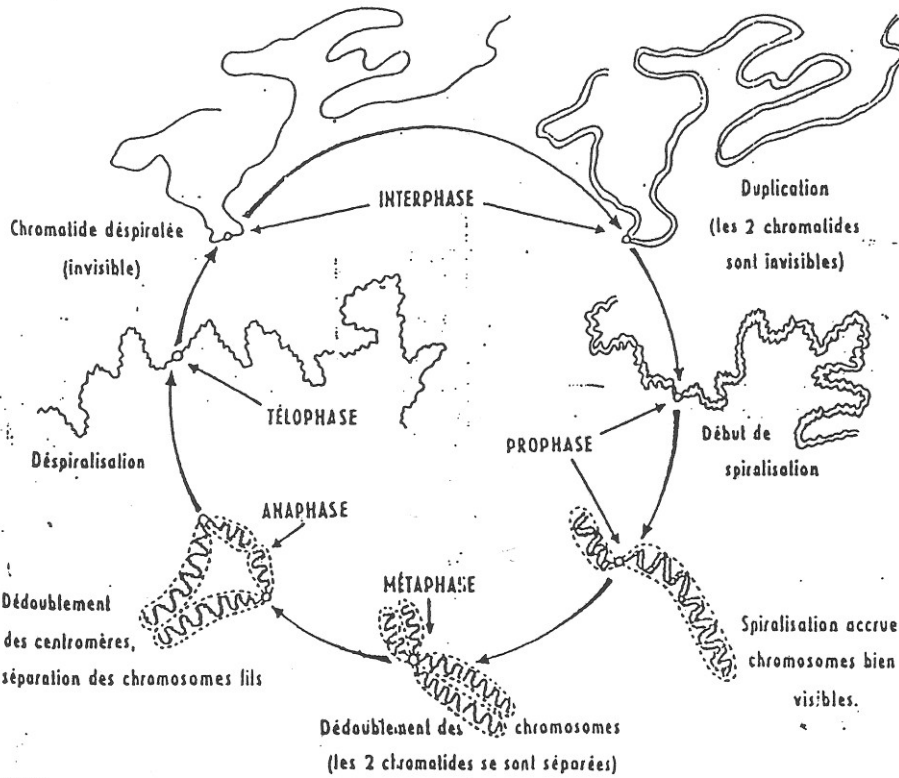
La duplication-réplication de l'ADN, un phénomène semi-conservatif.



DOCUMENT 19



DOCUMENT 21



DOCUMENT 22

DOCUMENT 23

Le dosage de la quantité d'ADN contenue dans le noyau puis dans chacun des lots de chromosomes présents dans une cellule en division (cellule de l'extrémité d'une racine de pois) a donné les résultats consignés dans le tableau.

1° Tracez la courbe d'évolution du taux d'ADN en fonction du temps.

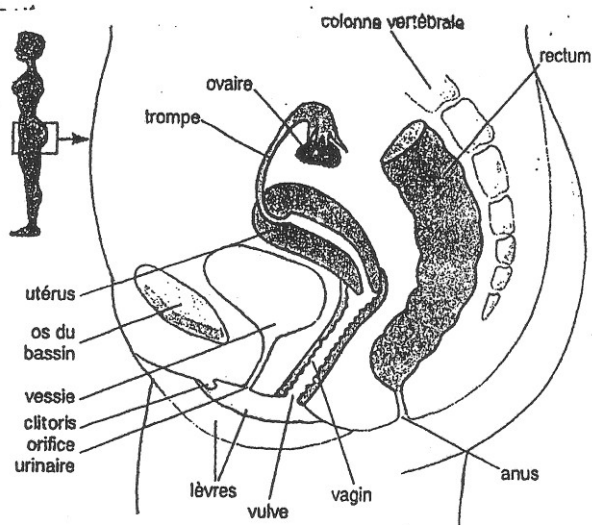
2° Sachant que, pour ces cellules, la mitose dure environ une heure, que la prophase et la métaphase représentent 75 % du temps de la division, indiquez sur le graphe le début et la fin d'une mitose.

3° Évaluez la durée d'un cycle cellulaire.

4° Interprétez les variations de taux observées entre la 2° et la 14° heure.

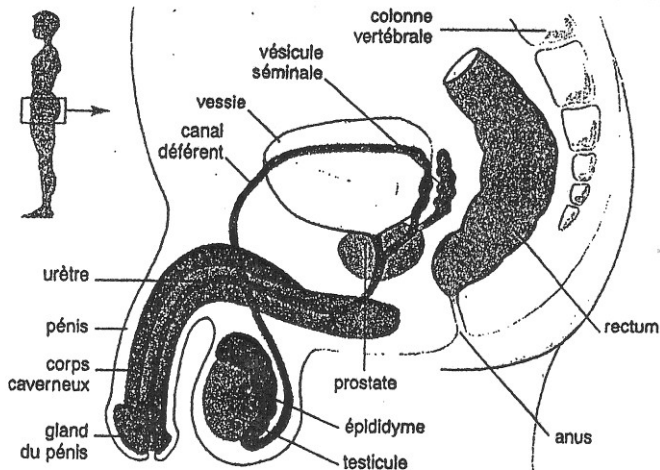
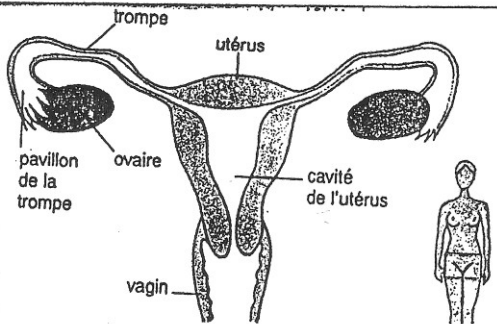
Temps	0 h	1 h	1 h 45	1 h 50	3 h	5 h 30	7 h	9 h	10 h	12 h	13 h 45	13 h 50	15 h
Quantités d'ADN*	8	8	8	4	4	4	5	7	8	8	8	4	4

\* en unités arbitraires.



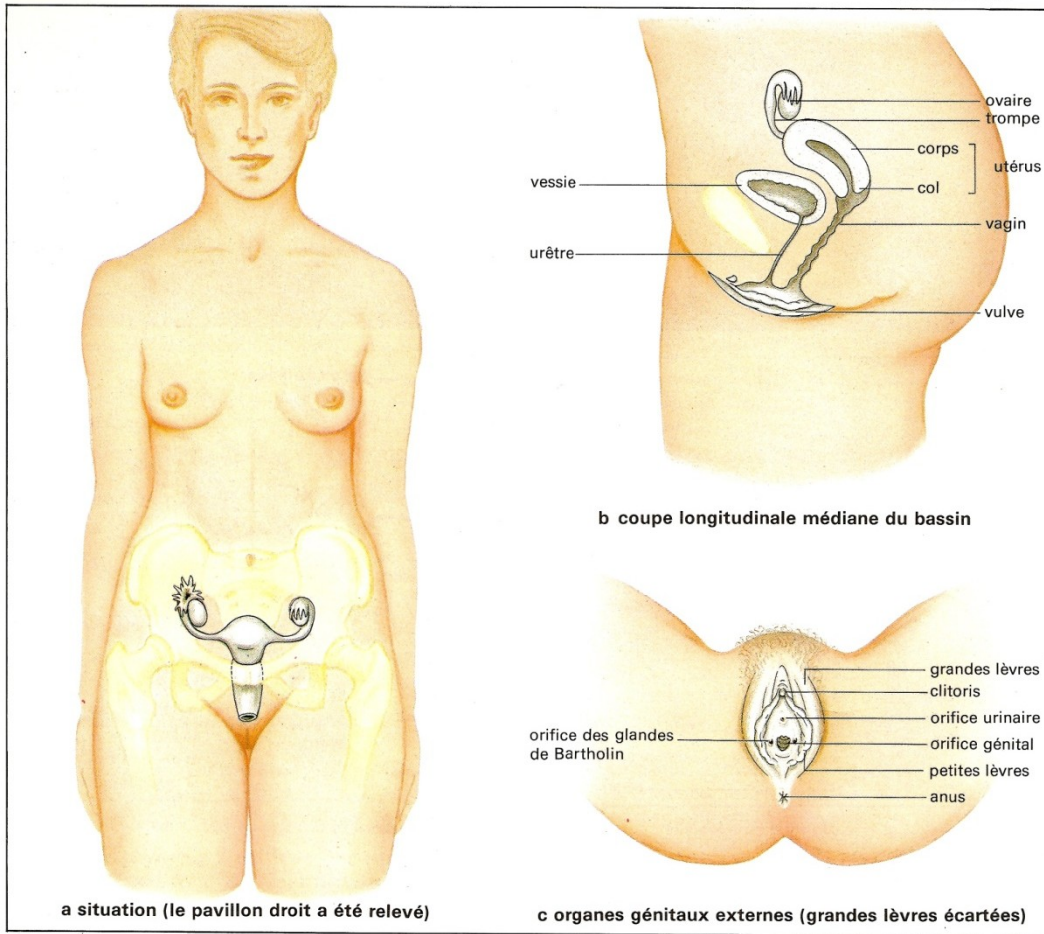
### DOCUMENT 01

- Oaires : lieu de production des ovules. Chaque mois, un ovule parvenu à maturité est libéré.
- Trompes utérines : conduits de 10 cm de longueur. Le pavillon de la trompe recouvre partiellement l'ovaire mais il n'est pas soudé à lui.
- Utérus : muscle creux aux parois très épaisses. La partie interne de sa paroi, appelée muqueuse ou endomètre, est à l'origine des règles.
- Vagin : il permet l'écoulement des règles, la sortie du bébé. C'est aussi l'organe qui permet les relations sexuelles.

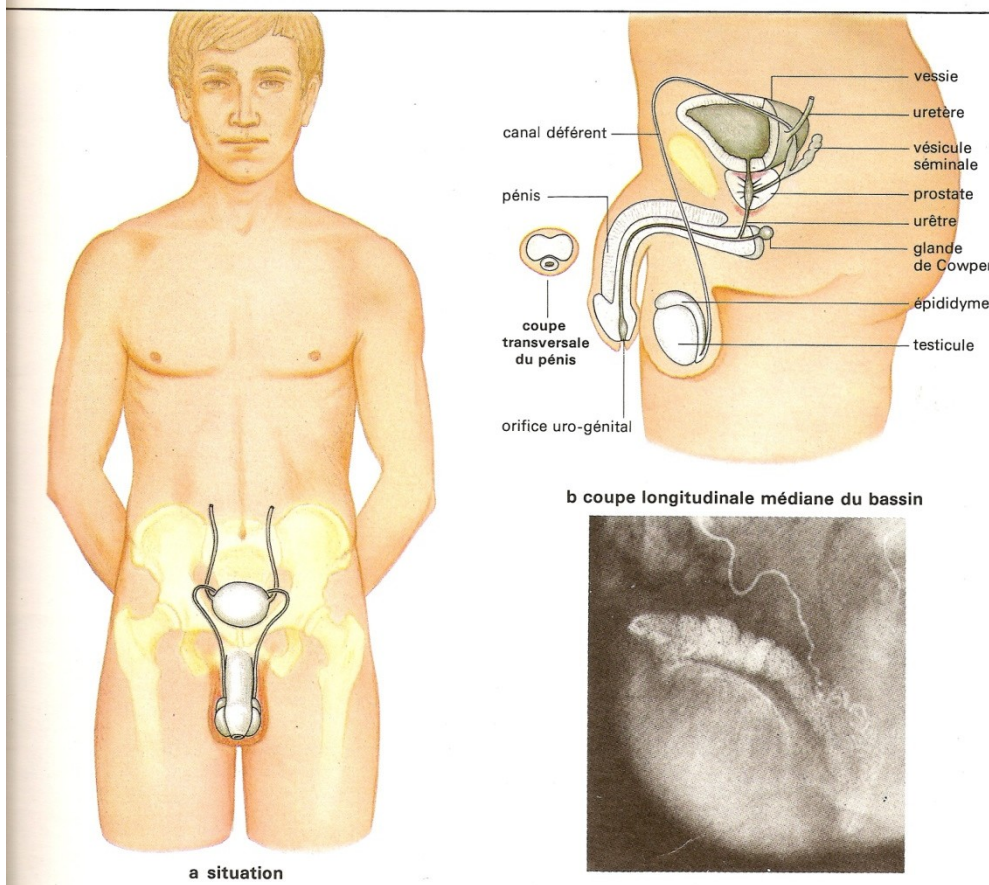


### DOCUMENT 02

- Testicules : glandes qui produisent les spermatozoïdes.
- Épididymes : chaque épididyme est formé d'un conduit sinueux dans lequel les spermatozoïdes deviennent mobiles.
- Canaux déférents : ils conduisent les spermatozoïdes vivants de l'épididyme jusqu'à l'urètre.
- Urètre : canal qui permet à la fois le passage de l'urine et du sperme.
- Vésicules séminales : elles ajoutent leur sécrétion à celle des testicules. Ces sécrétions constituent environ 6 % du volume du sperme.
- Prostate : la sécrétion de la prostate active les spermatozoïdes.
- Pénis : organe permettant l'accouplement.



5. Appareil génital de la Femme.

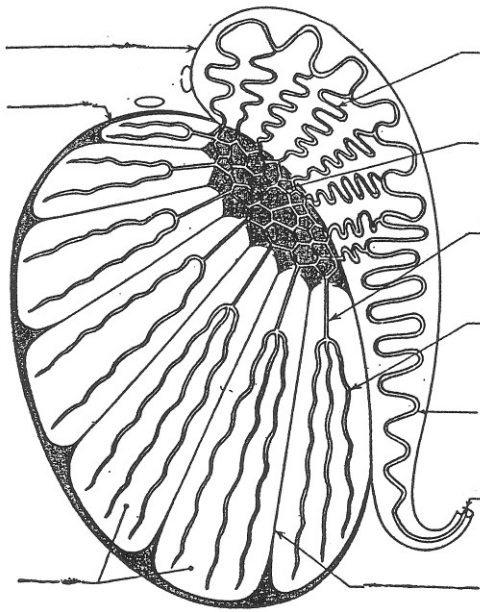


L'appareil génital de l'Homme. a. Situation. b. Coupe longitudinale médiane du bassin. c. Radiographie de l'épididyme et du canal déférent.

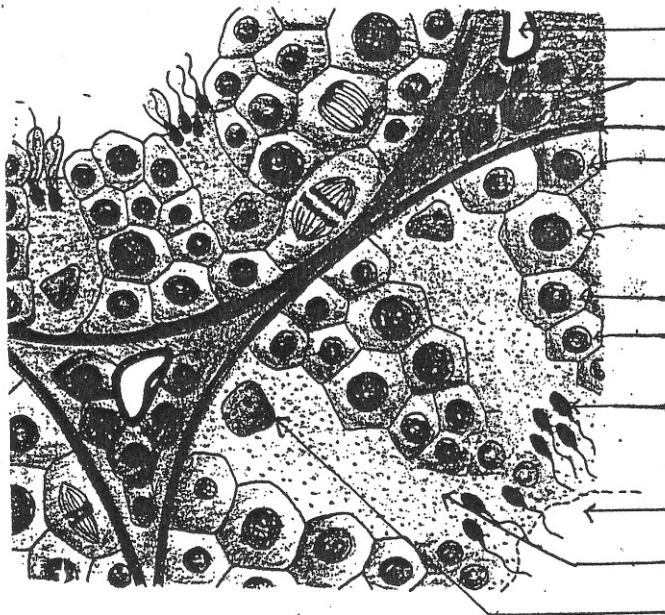
EXPERIENCES	RESULTATS	CONCLUSIONS
<p><u>1- ABLATIONS</u>            Chez une rate libre            Chez une rate adulte non gravide. on pratique l'ovariectomie = ablation des ovaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Regression des caractères sexuels tels que l'atrophie des glandes mammaires</li> </ul>	
<p>      <u>Chez une rate gravide</u>            Chez une rate gravide, on pratique l'ovariectomie totale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avortement</li> <li>- Regression des caractères sexuels</li> </ul>	
<p><u>2- LIGATURES</u>            Chez une rate libre            Chez une rate libre adulte non gravide, on ligature les trompes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Maintien des caractères sexuels primaires et secondaires</li> </ul>	
<p>      <u>Chez une rate gravide</u>            Chez une rate gravide, on ligature les trompes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poursuite de la gestation</li> <li>- Maintien des caractères sexuels primaires et secondaires</li> </ul>	
<p><u>3- GREFFES</u>            Chez une rate libre            Chez une rate pubère ovariectomisée. on greffe un fragment d'ovaire au niveau de l'oeil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels ( utérus et mamelles )</li> </ul>	
<p>      <u>Chez une rate gravide</u>            Chez une rate gravide ovariectomisée, on greffe l'ovaire d'une autre rate gestante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poursuite de la gestation</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels ( utérus et mamelles )</li> </ul>	
<p><u>4- INJECTION</u>            Chez une rate libre            On ovariectomise une rate libre et on lui injecte des extraits ovariens ( oestrogènes et progestérone )</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels ( utérus et mamelles )</li> </ul>	
<p>      <u>Chez une rate gravide</u>            On ovariectomise une rate gravide et lui injecte des extraits ovariens.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poursuite de la gestation</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels ( utérus et mamelles )</li> </ul>	

DOCUMENT 04

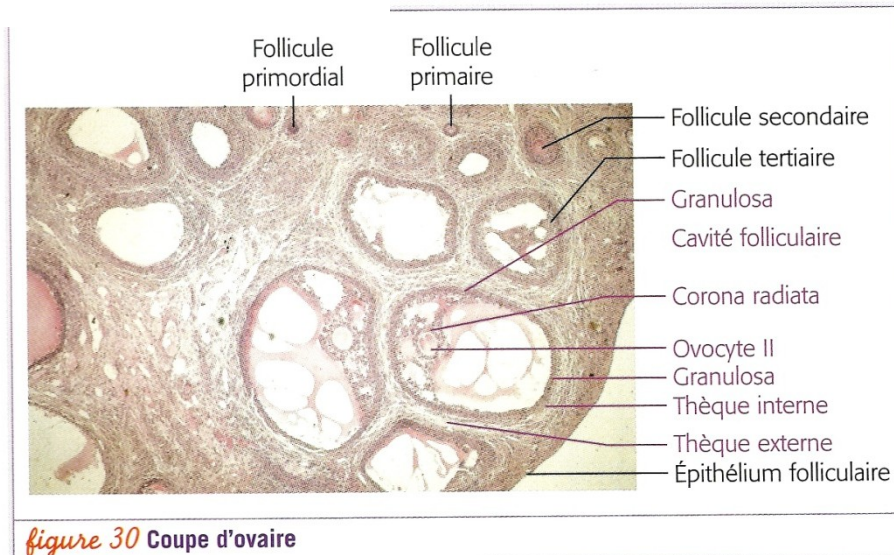
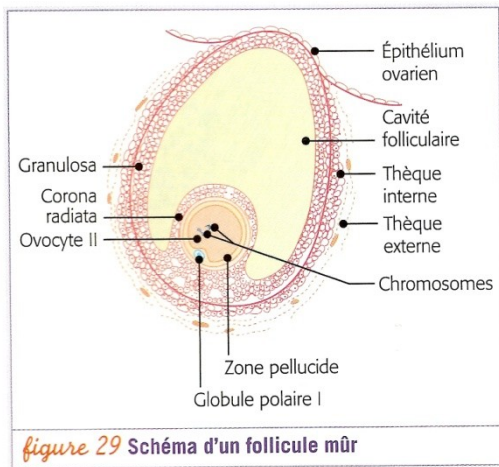
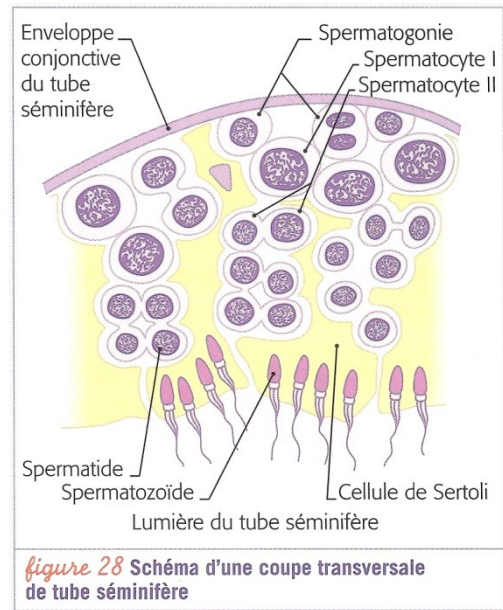
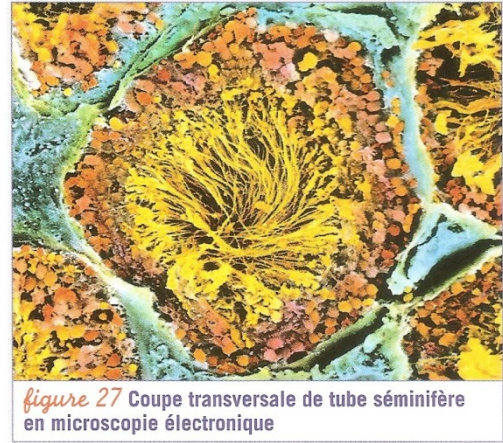
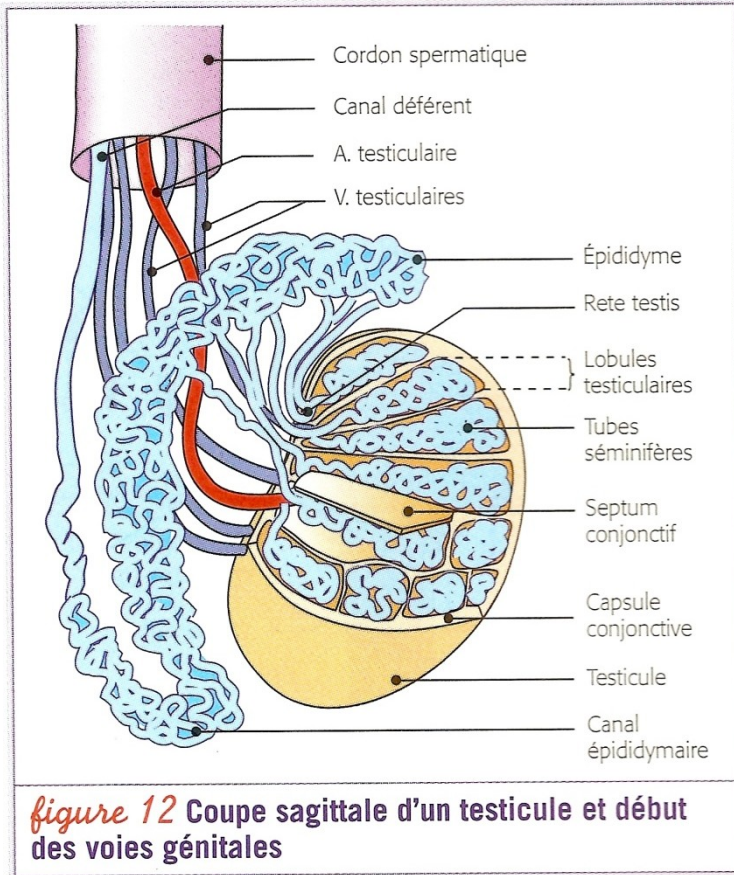
EXPERIENCES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
<p><u>1- ABLATION</u>            Chez un rat adulte, on enlève les deux testicules (castration) et on observe les résultats après une quinzaine de jours.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Regression des caractères sexuels primaires tels que l'atrophie des vésicules séminales et de la prostate</li> <li>- Disparition des caractères sexuels secondaires tels que l'instinct sexuel et l'agressivité</li> </ul>	
<p><u>2- LIGATURE</u>            Chez un rat adulte non castré; on ligature les canaux déférents à la sortie des testicules.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Maintien des caractères sexuels primaires et secondaires</li> </ul>	
<p><u>3- GREFFE</u>            Chez un rat adulte castré, on place sous la peau un testicule. Au bout de quelques jours, des liaisons sanguines se sont développées entre ce testicule et la peau; on a ainsi réalisé une greffe et l'organe greffé est appelé greffon</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels primaires et secondaires</li> </ul>	
<p><u>4- INJECTION</u>            On injecte dans une veine à l'aide d'une seringue un extrait testiculaire ( la testostérone ) à un rat castré.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stérilité</li> <li>- Développement normal des caractères sexuels primaires et secondaires</li> </ul>	

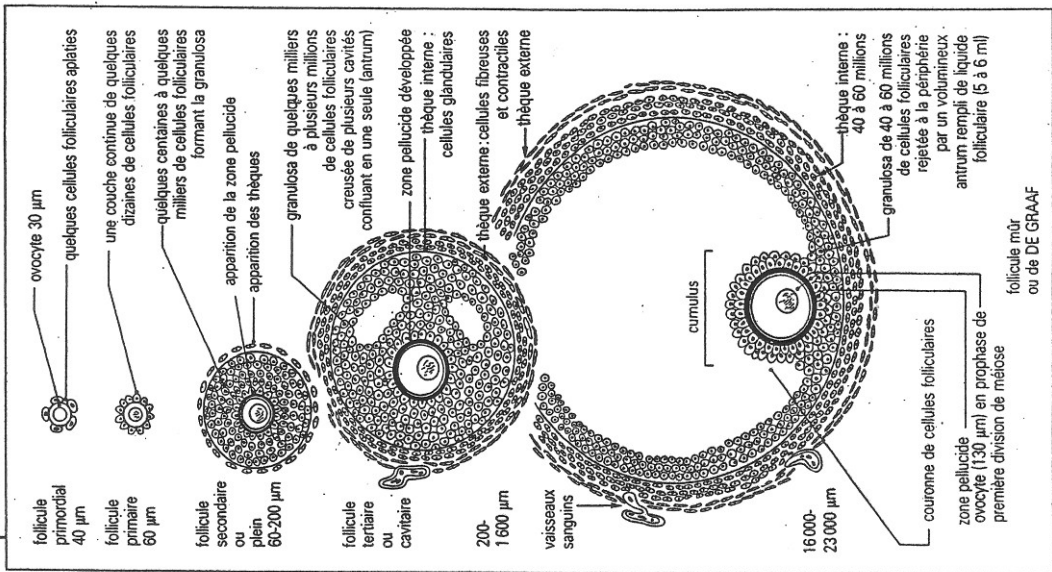


DOCUMENT 05



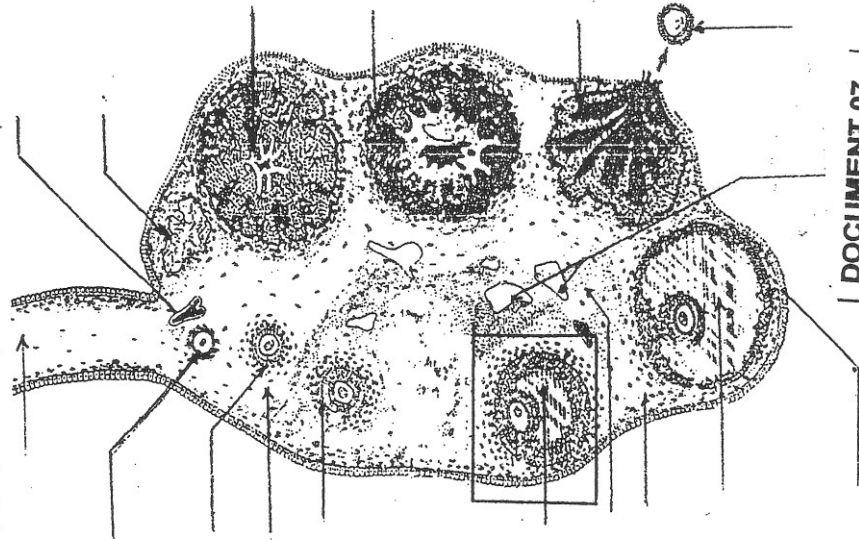
| DOCUMENT 06 |



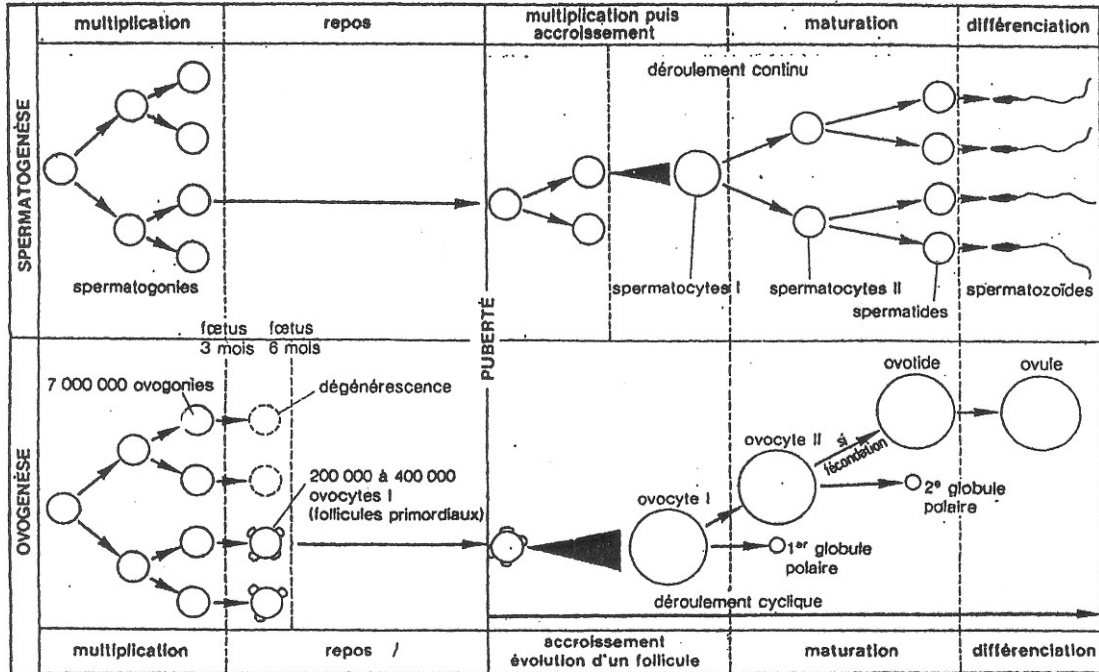


Croissance du follicule ovarien (folliculogénèse) chez la femme.

DOCUMENT 08

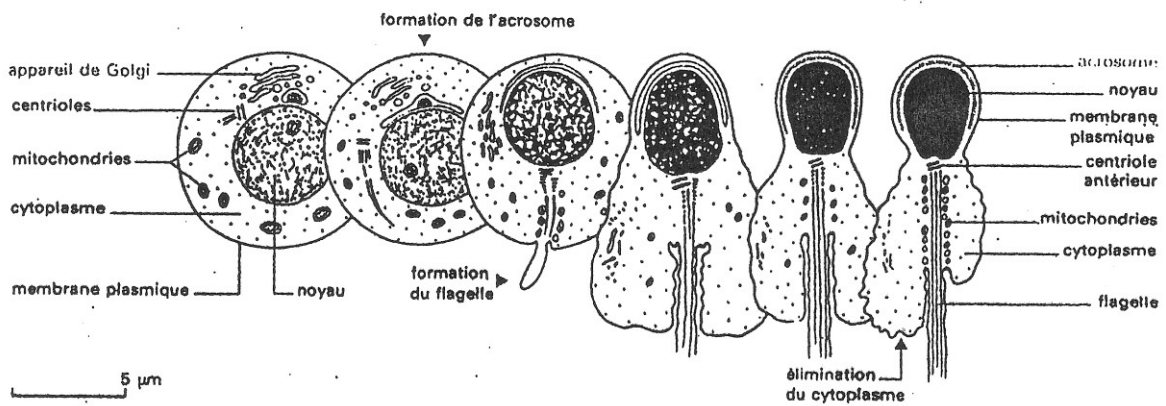


DOCUMENT 07



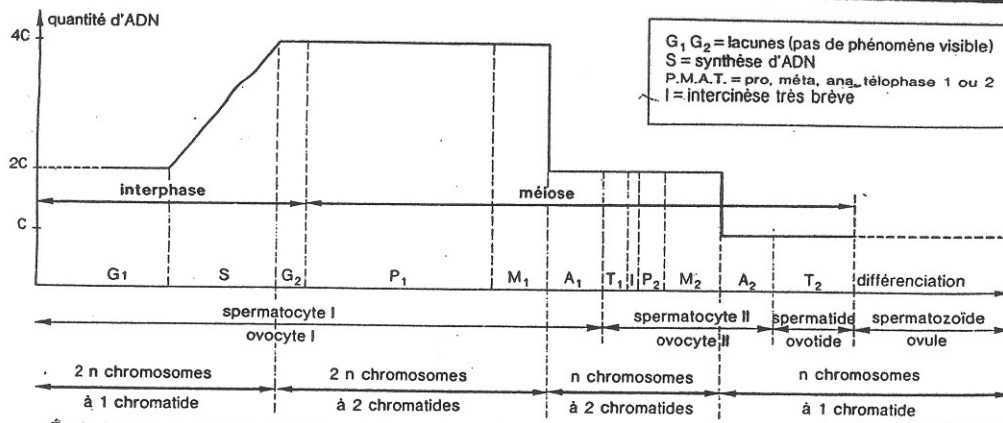
Spermatogenèse et ovogènèse (schémas comparatifs).

### DOCUMENT 09



Spermiogénèses chez l'Homme (microscopie électronique).

### DOCUMENT 10

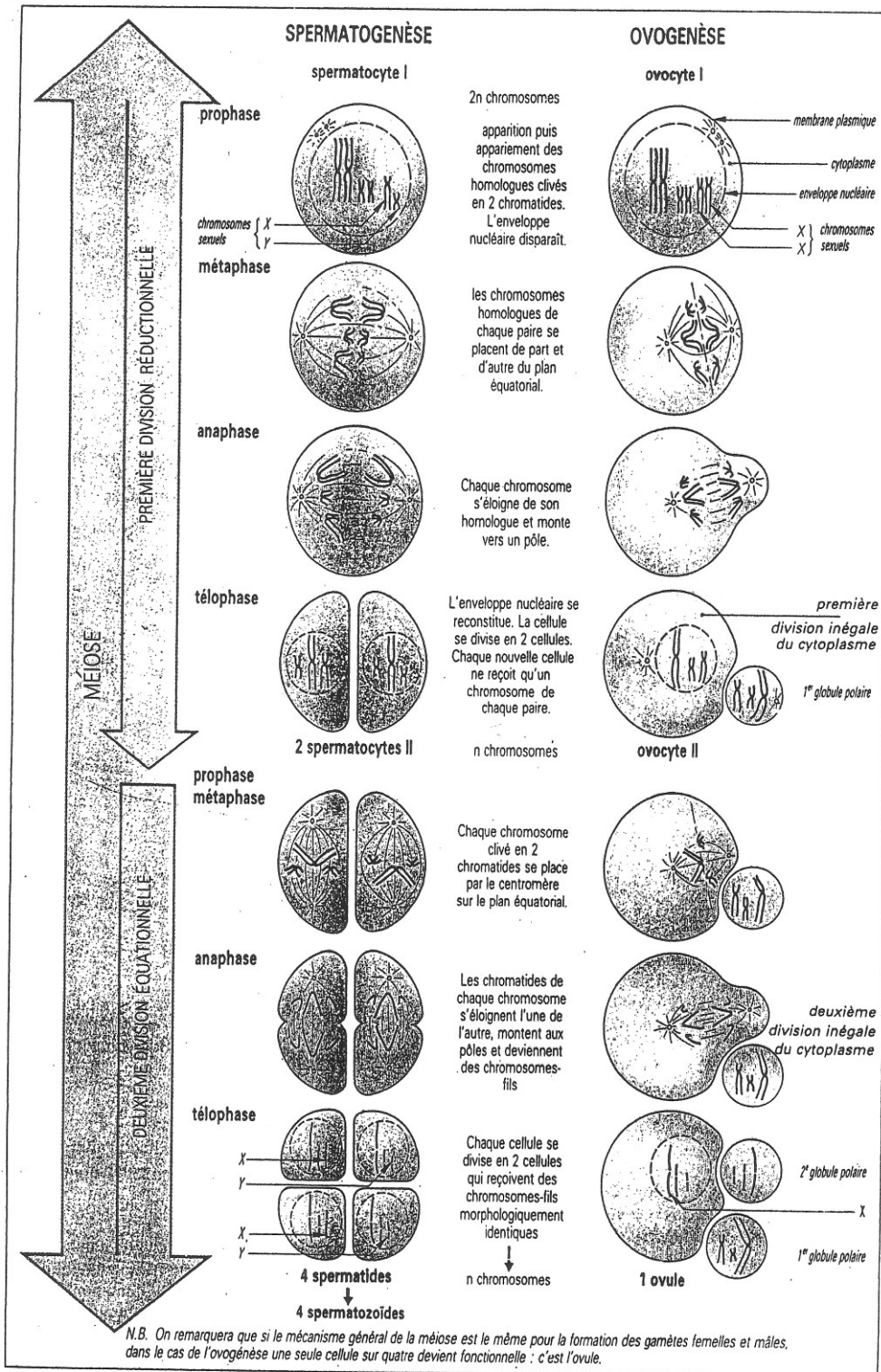


DOCUMENT 15

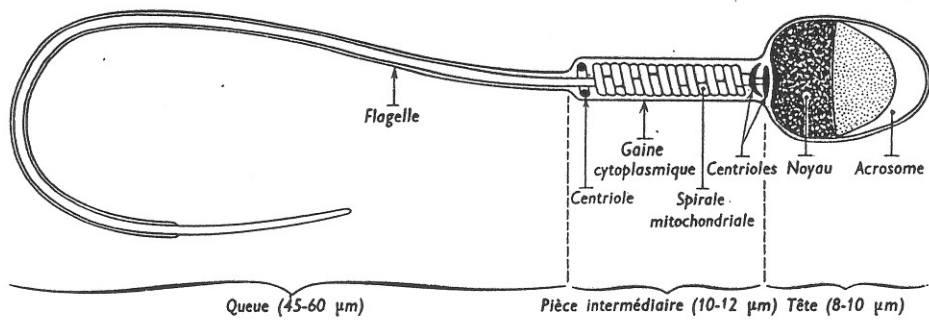
DOCUMENT 16

: Etude comparée de la spermatogénèse et de l'ovogénèse

NATURE DES DIFFÉRENTES ETAPES	SPERMATOGENESE	OVOGENESE
1 - LOCALISATION DANS LE TEMPS	- de la puberté jusqu'à la mort de l'individu ; - Evolution d'une spermatogonie en spermatozoïde se fait en 74 jours plus ou moins 2 heures de manière continue.	- se fait par étape, avant l'âge de la puberté et après l'âge de la puberté ; - elle est discontinue ; • Etape fœtale - Multiplication des ovogonies et accroissement des ovocytes I, - Blocage de la méiose en prophase I • Puberté - Levée du blocage à chaque cycle et ponte d'un ovocyte II ; - Nouveau blocage en métaphase II. • Fécondation - Levée du second blocage.
2 - IMPORTANCE DES DIFFÉRENTES PHASES	• Phase de croissance : - elle est peu importante • Phase de différenciation : - elle est longue et importante. On obtient des cellules très différentes appelées spermatides	• Phase de croissance : - elle est très importante et elle aboutit à l'accumulation de réserves cytoplasmiques • Phase de différenciation - elle est inexistante chez les Mammifères. C'est en fait l'ovocyte II qui est fécondé.
3 - MEIOSE	- on a une division cytoplasmique égale - on a une méiose continue	- on a une division cytoplasmique inégale. On obtient une grosse cellule appelée Ovocyte II et une petite cellule appelée globule polaire, ayant toutes les deux à n chromosomes - ces cellules sont riches en réserves protéiques - méiose discontinue
4 - NOMBRE DE GAMETES OBTENUS ou PRODUITS	- une seule spermatogonie entrant en phase de croissance engendre 4 spermatozoïdes ; - de nombreux spermatozoïdes sont malformés ; - Chez l'homme, on a 100 millions de spermatozoïdes par ml de sperme.	- une ovogonie entrant en phase de croissance engendre normalement un ovocyte II - des dégénérescences massives naturelles diminuent considérablement le stock d'ovocyte I dès la fin de la duplication. - chez la femme, il y'a un peu plus de 300 Ovocytes qui sont émis au cours de sa vie
5 - FORMULE CHROMOSOMIQUE ou CARYOTYPE	2n égal à 44 + XY donne en nombre égal de spermatozoïdes qui sont de deux types : - 22 + X - 22 + Y	2n égal à 44 + XX, ne donne que des ovules : - 22 + X

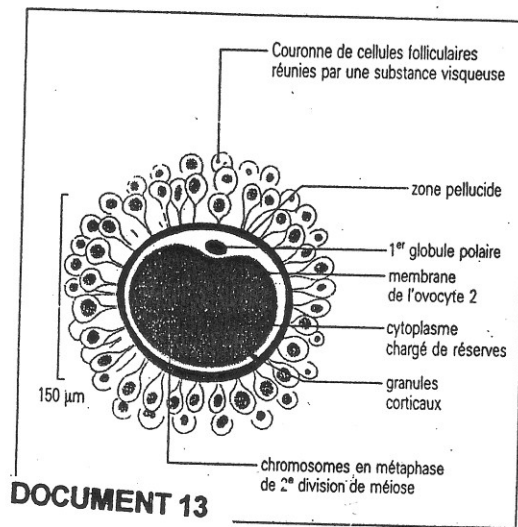


L'origine des gamètes chez la souris (le nombre de chromosomes a été réduit à 6 pour la compréhension du dessin).



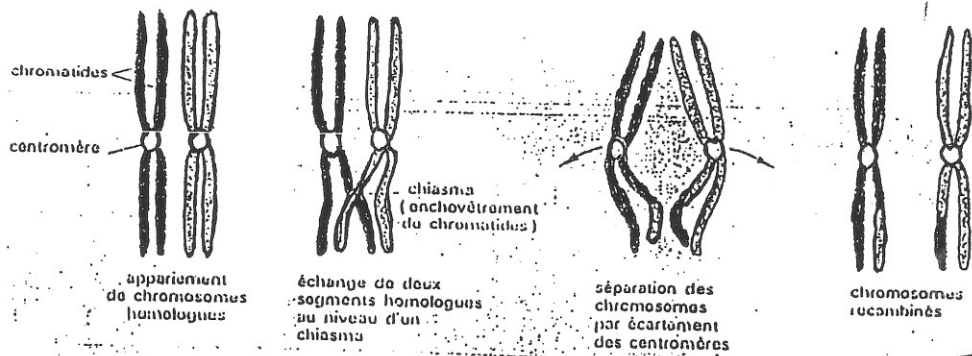
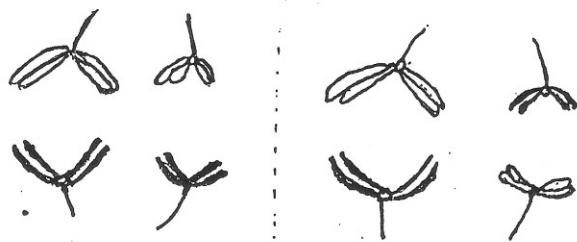
**DOCUMENT 12**

— Spermatozoïde humain  
( $\times 3000$ ).



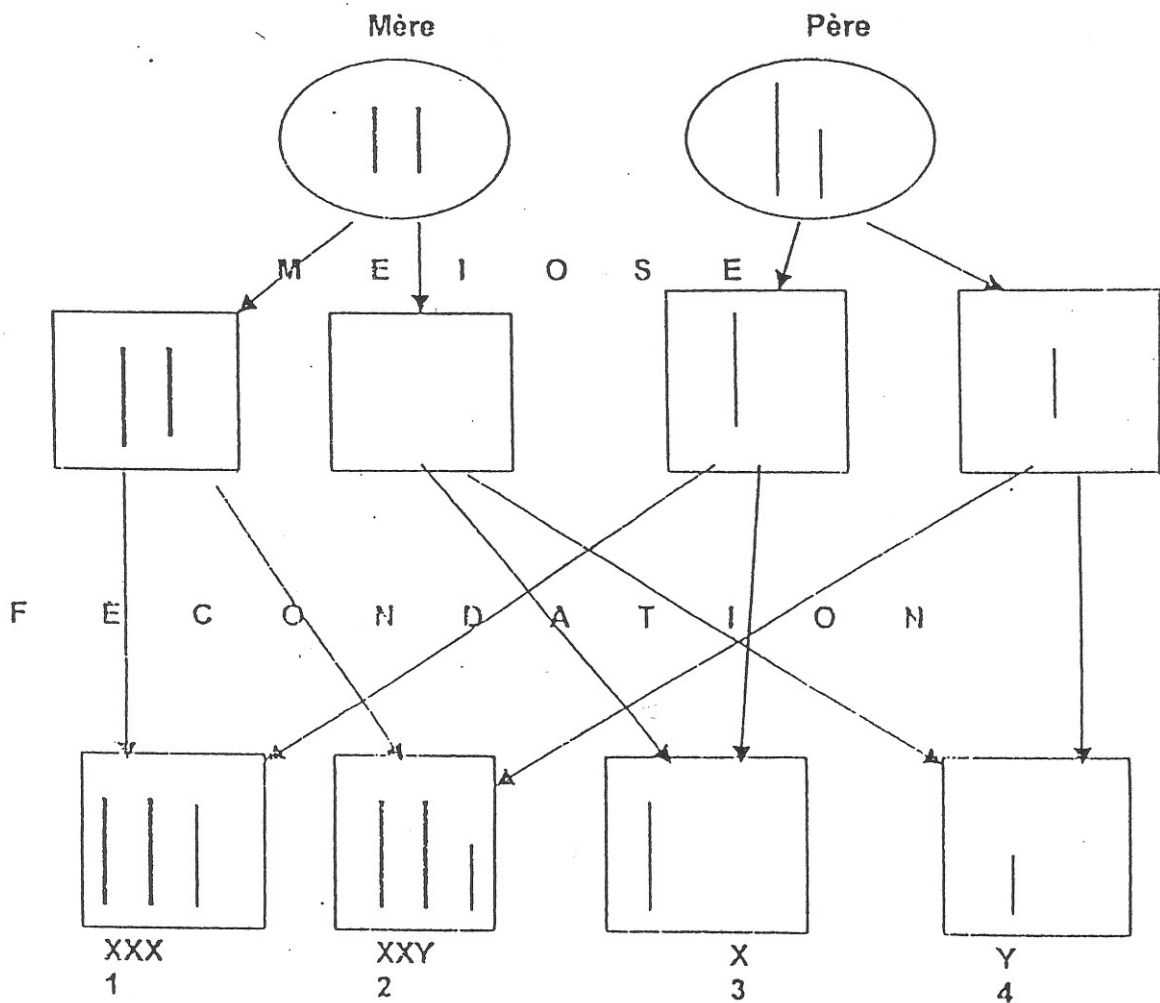
**DOCUMENT 13**

Schéma d'un gamète féminin (ovocyte II).



**DOCUMENT 14**

MEIOSE ATYPIQUE A L'ORIGINE DES GAMETES ANORMAUX  
OU DES ABERRATIONS CHROMOSOMIQUES



En 1 : Triplo X ; stérilité et débilité mentale des sujets ;. Ce sont des Super filles. (XXX)

En 2, Syndromes de Klinefelter : (XXY)

En 3, Syndrome de Turner (XO)

En 4, Individu non viable. (YO)

Autre cas : \* XYY , super mâle (souvent des criminels

\* Cas des autosomes : la trisomie 21; 18; 13 .

# MECANISMES DE TRANSMISSION D'UN CARACTERE HEREDITAIRE

## Monohybridisme

### QUI ÉTAIT GREGOR JOHANN MENDEL ?

Johann MENDEL (1822-1884) est né en Moravie, actuellement région de la Tchécoslovaquie, mais alors province autrichienne. Ses parents étaient des paysans pauvres. Très tôt MENDEL se sentit attiré par la vie religieuse. A l'âge de 21 ans, il entra dans l'ordre des Augustins, au couvent de Brünn, ville appelée aujourd'hui Brno, et fut ordonné prêtre en 1848. Au moment de son noviciat, il avait pris le prénom de Gregor. Parallèlement à sa formation ecclésiastique, il entreprit des études de physique, de zoologie et de botanique, devint professeur, et enseigna ces disciplines pendant une vingtaine d'années. MENDEL n'était donc pas un « amateur » : il avait une solide formation scientifique.

Esprit ouvert, il s'intéressa aux recherches de son temps, tout particulièrement dans le domaine de la biologie végétale. De 1857 à 1865, il réalisa les expériences d'hybridation sur le Pois, qui devaient faire de lui le père incontesté de la science de l'hérédité. Il effectua ses recherches à Brünn, pendant les moments de liberté que lui laissaient ses tâches de religieux et de professeur.

En 1862, il fut l'un des fondateurs de la « Naturforschender Verein » de Brünn, c'est-à-dire de la Société des Naturalistes de Brünn. Il publia les résultats de ses expériences en 1865 dans le bulletin de cette société, dont le secrétariat envoyait des exemplaires aux savants de l'époque. Apparemment, ceux-ci ne comprirent pas l'intérêt immense de ces recherches,

ou peut-être tout simplement classèrent-ils les bulletins sans les ouvrir... Ce n'est qu'en 1900 que plusieurs chercheurs s'aperçurent de l'importance fondamentale des découvertes de MENDEL, mort 16 ans auparavant.



**Exercice 1 :** Transmission de l'aspect des grains chez le maïs (*Zea mays*)

1<sup>ère</sup> Expérience : Un cultivateur croise des maïs à grains lisses et des maïs à grains ridés. Il obtient après fécondation et germination des pieds de maïs dont les épis sont à grains lisses.

2<sup>e</sup> Expérience : Il réalise par autofécondation un croisement entre les individus F1. Il obtient une F2 dont les effectifs par épis sont les suivants :

748 grains lisses

252 grains ridés

3<sup>e</sup> Expérience : Le cultivateur croise un maïs issu du 1<sup>er</sup> croisement avec un individu à grain ridés. Il obtient sur chaque épi :

324 grains lisses

322 grains ridés

Interpréter ces résultats

**Exercice 2 :** Transmission de la couleur des fleurs chez la Rose (*Rosa centifolia*)

Un fleuriste croise une rose à fleurs blanches avec une autre à fleurs rouges. La F1 donne 100% de plantes à fleurs roses.

Un 2<sup>e</sup> croisement entre les fleurs de la F1 donne une F2 composée comme suit :

120 plants à fleurs rouges

121 plants à fleurs blanches

242 plants à fleurs roses

Interpréter ces résultats

**Exercice 3 :** Transmission de "la couleur des yeux" chez la drosophile (*Drosophila sp.*)

On réalise chez la Drosophile le croisement de deux races pures qui diffèrent par la couleur des yeux : l'une à "yeux blancs", l'autre à "yeux rouges".

1<sup>ère</sup> Expérience : On effectue plusieurs croisements dont un premier entre une femelle à yeux rouges et un mâle à yeux blancs. Tous les descendants de ce croisement sont à yeux rouges avec autant de mâles que de femelles en effectifs. On croise ensuite des mâles et des femelles de cette première descendance entre eux, et on obtient une seconde descendance composée de : 1810 mouches femelles à yeux rouges

1807 mouches mâles dont 890 à yeux rouges et 920 à yeux blancs

2<sup>e</sup> Expérience : D'autres croisements sont réalisés par les mêmes démarches que la première expérience mais cette fois entre une femelle aux yeux blancs et un mâle aux yeux rouges qui a donné en première descendance toutes les femelles à yeux rouge et tous les mâles à yeux blancs. L'autofécondation a donné une descendance composée de 3500 mouches dont 1760 à yeux rouges avec autant de mâles que de femelles et

1740 à yeux blancs avec autant de mâles que de femelles.

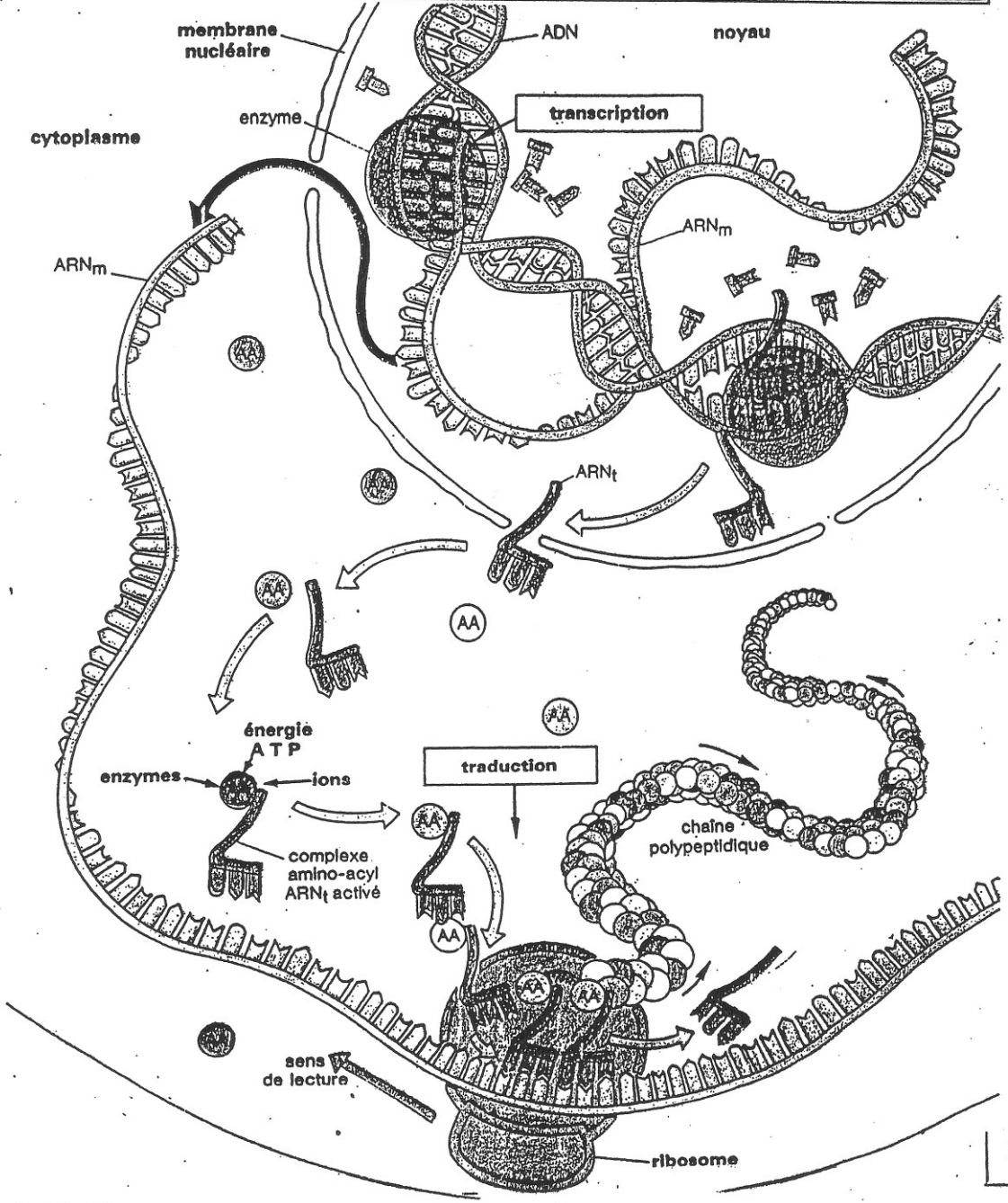
Interpréter ces résultats.

## Résumé de monohybridisme

Proportions calculées	Dédution à faire en ce qui concerne :	
	Le type de croisement	Les génotypes des Individus croisés
100% de phénotype dominant	1. Croisement entre deux Individus de ligné pure	chaque individu est homozygote pour le phénotype qu'il exprime
50% de phénotype dominant 50% de phénotype récessif	1. Croisement entre deux Individus de ligné pure	chaque individu est homozygote pour le phénotype qu'il exprime caractère lié au sexe
100% de phénotype dominant	2. Back – cross : F <sub>1</sub> x homozygote dominant	Tous deux ont le phénotype dominant; mais l'un est hétérozygote et l'autre homozygote
50% phénotype parental 50% phénotype récessif	Test – cross : F <sub>1</sub> x homozygote récessif	- L'un hétérozygote (F <sub>1</sub> ) - l'autre homozygote récessif
75% et 25%	F <sub>2</sub> = F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub> Cas de co-dominance complète	Les deux individus ont le même génotype ; ils sont hétérozygotes
25% 50% 25%	F <sub>2</sub> = F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub> Cas de co-dominance	Les deux individus ont le même génotype et sont hétérozygotes

**TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TYPES DE CROISEMENTS**

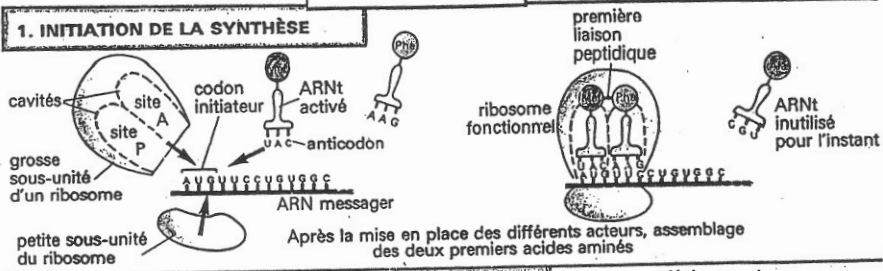
# SYNTHÈSE DES PROTÉINES



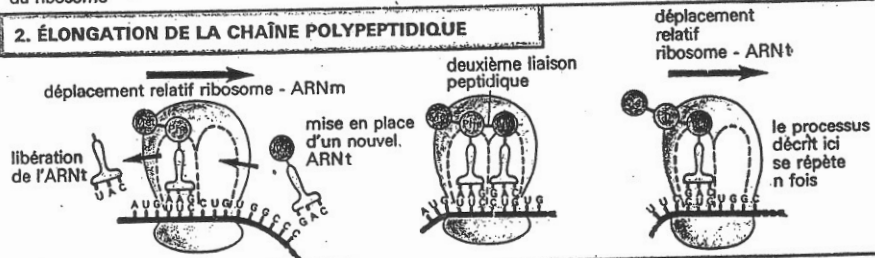


## Document 4

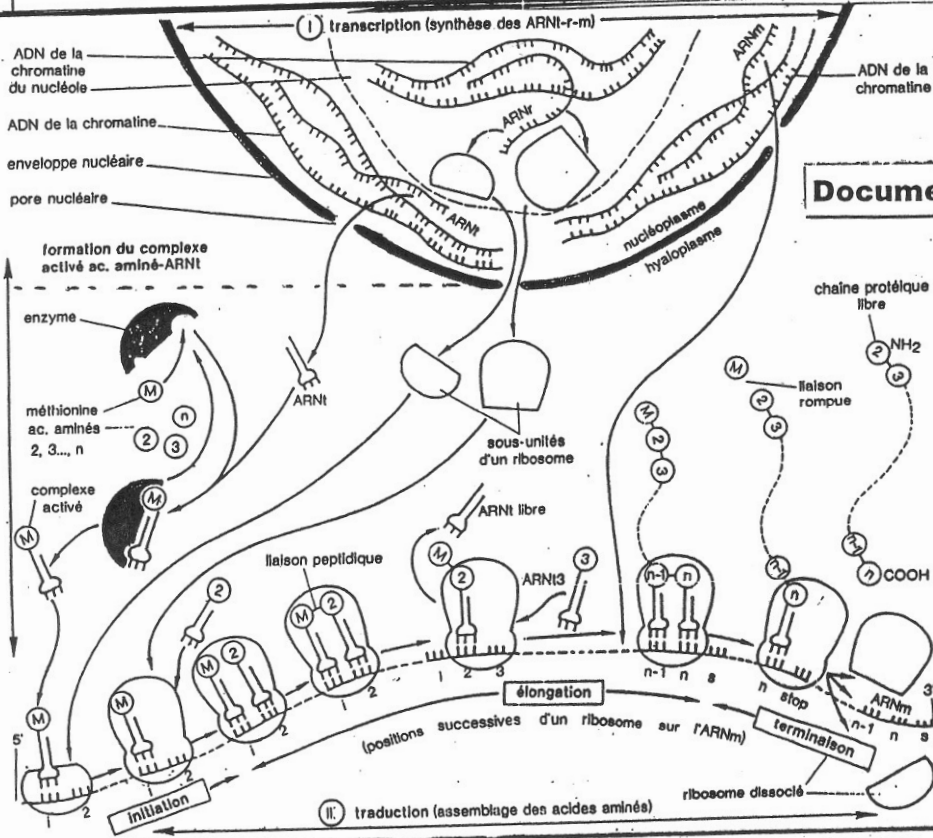
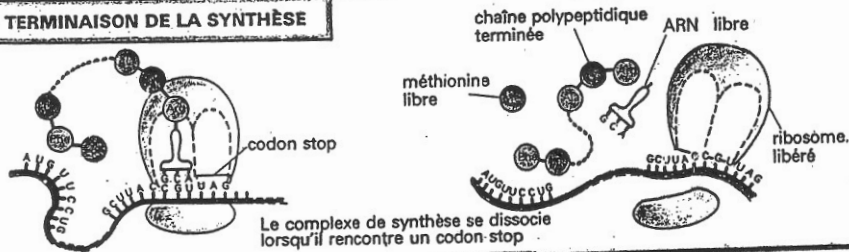
### 1. INITIATION DE LA SYNTHÈSE



### 2. ÉLONGATION DE LA CHAÎNE POLYPEPTIDIQUE

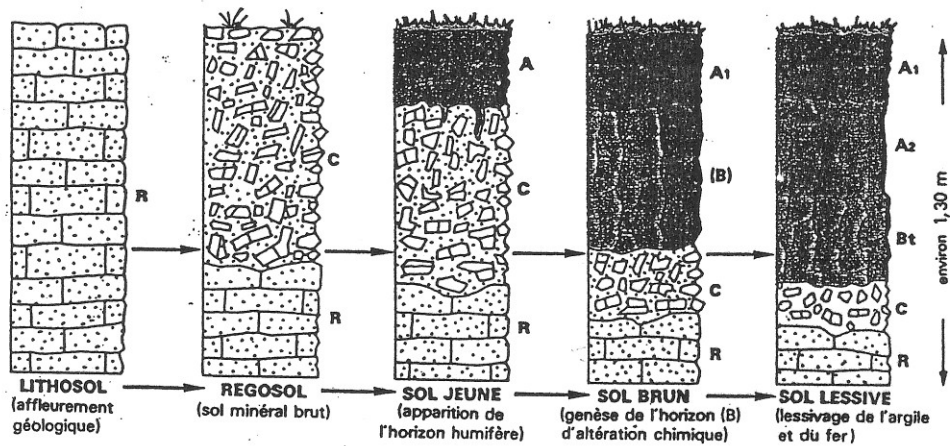


### 3. TERMINAISON DE LA SYNTHÈSE



## Document 5

# THEME 4



## LA NOMENCLATURE DES HORIZONS PÉDOLOGIQUES

Les pédologues utilisent une nomenclature précise pour désigner les différents types d'horizons. Un symbolisme particulier est employé pour désigner les horizons du profil en fonction de leur ordre de superposition et de leurs caractéristiques pédogénétiques. Les principaux types sont indiqués ici.

**Ao ou O :** horizon organique de surface (litière)

(O<sub>1</sub> : litière fraîche ; O<sub>2</sub> : litière décomposée).

**A<sub>1</sub> :** horizon de surface humifère, éventuellement appauvri en argile, en fer, etc. par lessivage.

**A<sub>2</sub> :** horizon sous-jacent à A, obligatoirement appauvri par lessivage ou une autre forme de transfert, de teinte plus pâle que les horizons sus et sous-jacents.

**(B) :** horizon de couleur ou de structure caractérisé par l'altération des minéraux de la roche mère (décarbonatation, argilogenèse, etc.), à l'exclusion des accumulations consécutives à un lessivage.

**Bh, Bfe, Bt :** horizons d'accumulation consécutive à un transfert de produits capables de migrer au sein du profil : humus (horizon Bh), oxydes de fer (horizon Bfe), argile (horizon Bt, de « Ton » : argile, en allemand).

**Go :** horizon de gley oxydé, beige à taches ferrugineuses rouille, situé dans la zone d'oscillation saisonnière d'une nappe permanente.

**Gr :** horizon de gley réduit, gris bleuté ou verdâtre, situé dans la zone de permanence d'une nappe réductrice, en paysage marécageux notamment.

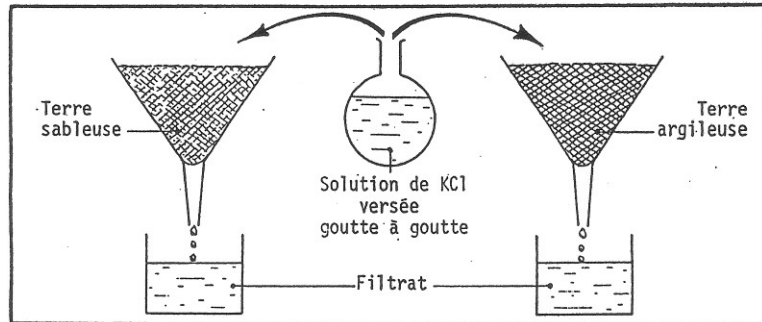
**C :** horizon de roche mère meuble ou ameublie, fragmentée par l'altération physique (par exemple, gélifraction).

**R :** roche mère ou substrat géologique massif et dur (dalle).

# PÉDOLOGIE

— MISE EN ÉVIDENCE DU POUVOIR ABSORBANT

II - Rétention de potassium et libération de calcium par des sols de texture différente parcourus par une solution de chlorure de potassium.



Le filtrat obtenu dans l'expérience ci-dessus contient :

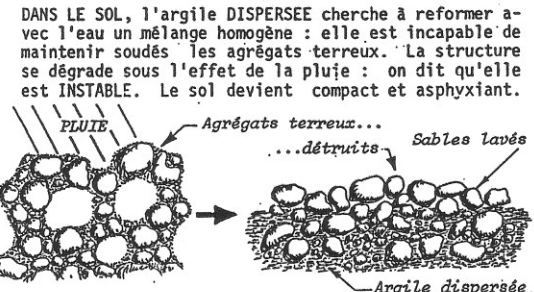
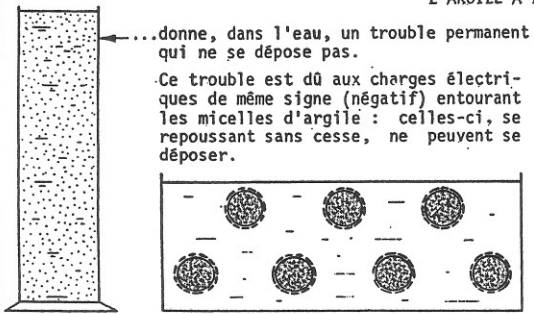
- moins d'ions  $K^+$  que dans la solution de KCl (et d'autant moins que le sol est plus argileux)
- autant d'ions  $Cl^-$  que dans la solution de KCl
- des ions  $Ca^{++}$ , qui ne se trouvaient pas dans la solution de KCl.

Dans l'expérience de WAY ci-contre, le filtrat de la terre argileuse est d'abord parfaitement limpide. Puis peu à peu, l'argile étant « saturée », le filtrat devient plus trouble. Celui du sable au contraire est trouble dès les premières gouttes.

**Document 1**

— LES DEUX ÉTATS DE L'ARGILE

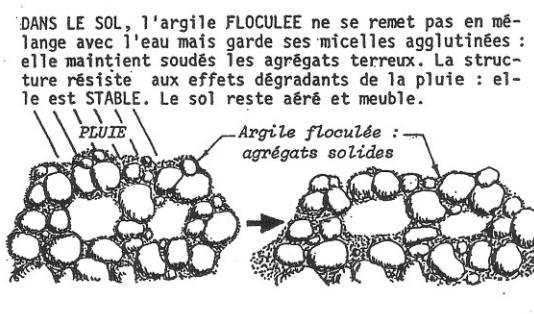
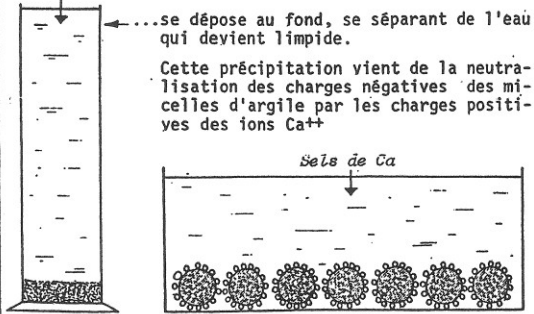
L'ARGILE À L'ÉTAT DISPERSÉ...



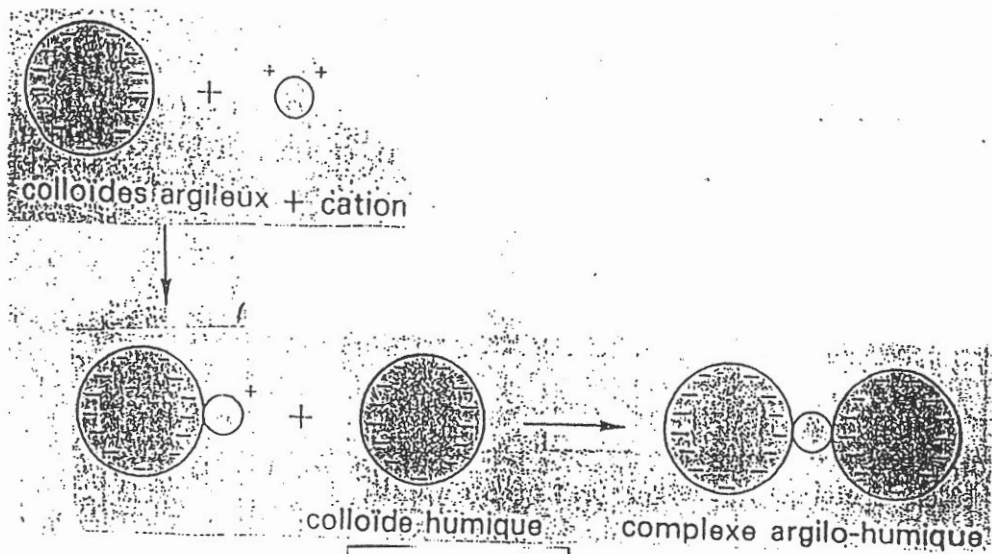
Sels de Ca

SI ON AJOUTE À CETTE ARGILE DES SELS DE CALCIUM, L'ARGILE FLOCCULE :

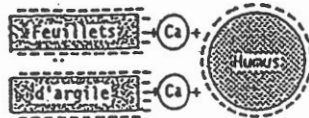
L'ARGILE À L'ÉTAT FLOCCULÉ...



**Document 2**



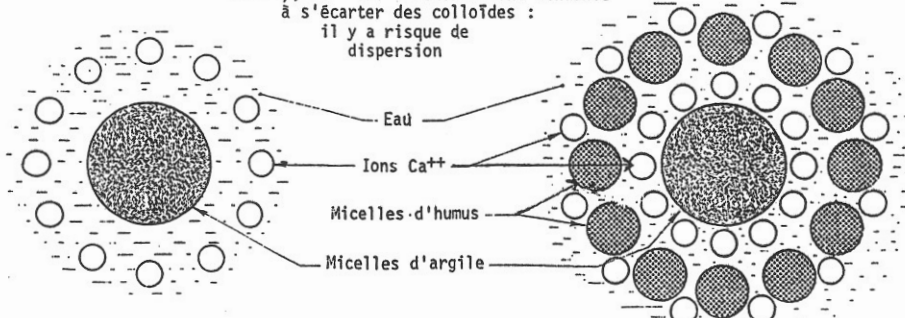
**Document 3**



**Le mode de liaison entre argile et humus**

**Document 4**

**L'EFFET DE LA LIAISON ARGILE-HUMUS : LA RESISTANCE A LA DISPERSION ET LA STABILITE DE STRUCTURE**  
 En cas d'hydratation brutale (pluies orageuses) ou prolongée (longue période pluvieuse détremant le sol), les ions flocculants ont tendance à s'écarter des colloïdes : il y a risque de dispersion



La dispersion est facile pour l'ARGILE SEULE : les ions flocculants s'écarteront beaucoup des micelles argileuses

La dispersion est difficile pour le COMPLEXE ARGILE-HUMIQUE : l'humus flocculé forme autour de l'argile une enveloppe protectrice maintenant en place les ions flocculants :

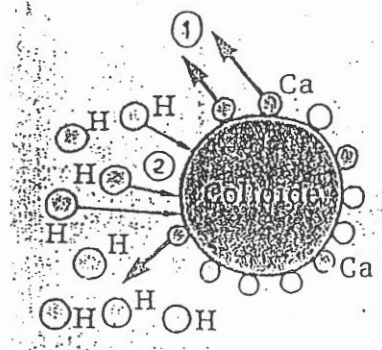
La structure du sol se dégrade : on dit qu'elle est INSTABLE

La structure du sol résiste : on dit qu'elle est STABLE

**— LE COMPLEXE ARGILE-HUMIQUE**

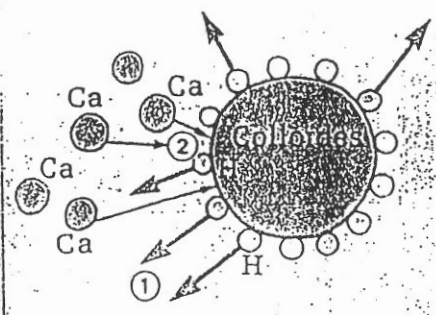
(Voir aussi les photos de la fig. 2-15 illustrant de façon spectaculaire la résistance ou la sensibilité à la dispersion de l'argile par l'eau, selon qu'elle est ou non liée à l'humus).

**Document 5**



Excès d'ions  $H^+$  dans le milieu

- ① Départ des ions  $Ca^{++}$
- ② fixation des ions  $H^+$



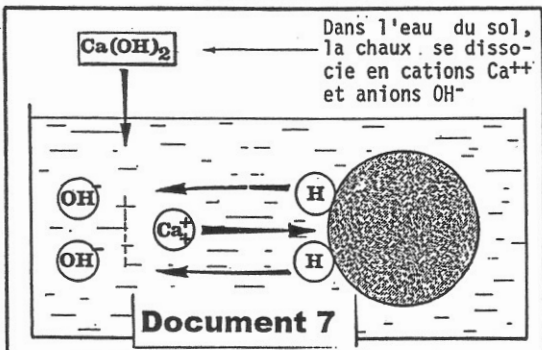
Déficit d'ions  $H^+$  dans le milieu

- ① Départ des ions  $H^+$
- ② fixation des ions  $Ca^{++}$

**Document 6**

— DEUX EXEMPLES D'ÉCHANGE D'IONS ENTRE LE COMPLEXE ET LA SOLUTION DU SOL

I - Remplacement d'ions  $H^+$  par des cations  $Ca^{++}$

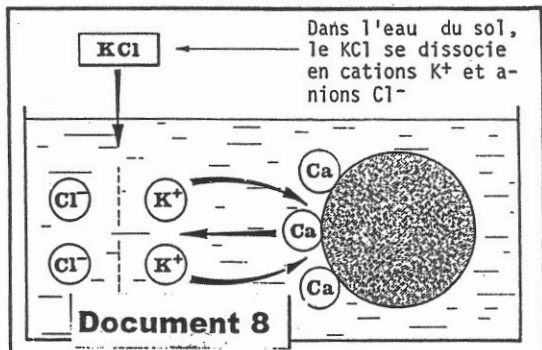


**Document 7**

Un cation  $Ca^{++}$  prend, sur le complexe, la place de 2 ions  $H^+$ , qui s'associent aux ions  $OH^-$  pour former de l'eau.

Cette NEUTRALISATION D'IONS  $H^+$  fait baisser l'acidité du sol : les amendements calcaires permettent donc de lutter contre l'acidité du sol.

II - Echange de cations  $Ca^{++}$  contre des cations  $K^+$



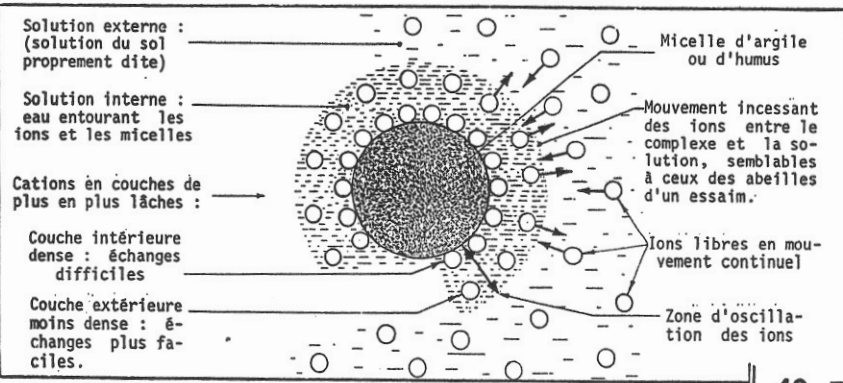
**Document 8**

Deux cations  $K^+$  prennent, sur le complexe, la place d'un cation  $Ca^{++}$ , qui s'associe aux anions  $Cl^-$  pour former  $CaCl_2$ , sel soluble, donc exposé au lessivage :

Le chlorure de potassium, et tous les engrais potassiques, ont une ACTION DECALCIFIANTE. Il sera nécessaire de recharger régulièrement le sol en Ca.

**Document 9**

LA CAUSE DE L'ÉCHANGE DES CATIONS entre la solution du sol et le complexe : l'agitation des ions autour des micelles d'argile et d'humus.

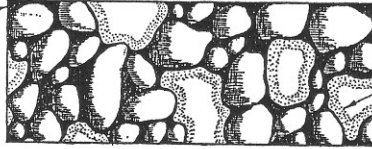


## Document 10

### REPRÉSENTATION IMAGÉE ET DÉFINITION DU POUVOIR ABSORBANT

ON PEUT REPRÉSENTER AINSI LE SOL :

Le COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE  
mélange d'argile et d'humus  
enrobant les grains de sable  
et de limon

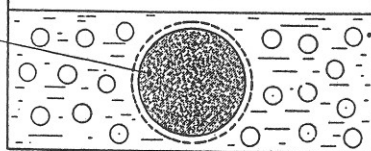


L'EAU DU SOL  
contenant des éléments solu-  
bles. On l'appelle encore :

La SOLUTION DU SOL

POUR FACILITER L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL, ON PEUT ÉGALEMENT LE REPRÉSENTER AINSI :

Le COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE  
constitué de grosses molé-  
cules d'argile et d'humus char-  
gées d'électricité négative.

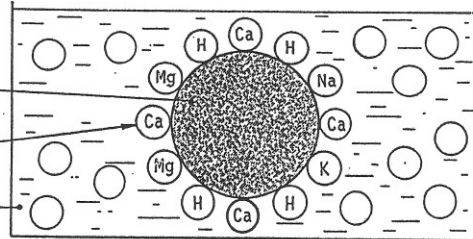


La SOLUTION DU SOL

contenant des éléments so-  
lubles dissociés en ions.

A PARTIR DE CETTE REPRÉSENTATION IMAGÉE, ON PEUT DÉFINIR LE POUVOIR ABSORBANT :

Le POUVOIR ABSORBANT est...  
la propriété que possède...  
LE COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE...  
de retenir à sa surface...  
DES CATIONS...  
provenant de la...  
SOLUTION DU SOL.



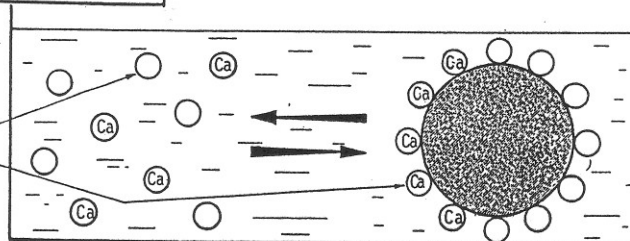
C'est pourquoi le COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE est encore appelé le "COMPLEXE ABSORBANT"

## Document 11

Dans un sol, il y a toujours équilibre,  
pour un cation donné (ici Ca)

entre...

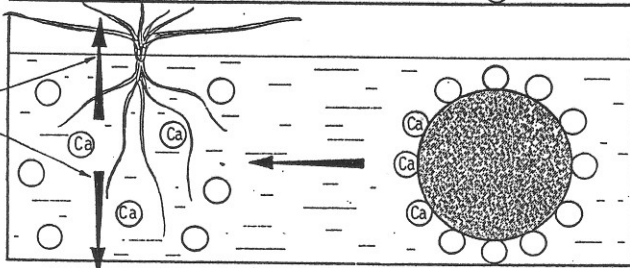
...les cations LIBRES dans la solution...  
et ceux qui sont FIXES sur le complexe



CET ÉQUILIBRE PEUT ÊTRE DÉPLACÉ DANS  
DEUX SENS :

Toute absorption d'ions par les racines...  
ou...  
tout entraînement d'ions par lessivage...

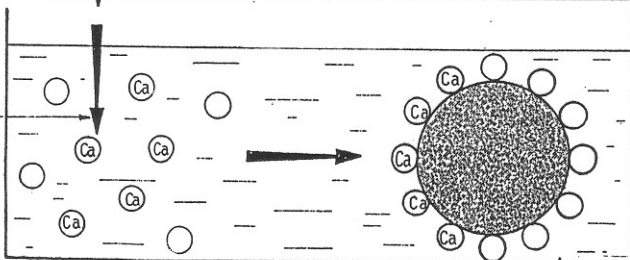
obligent le complexe à RESTITUER  
des ions à la solution du sol



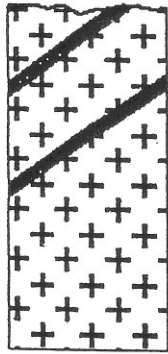
AU CONTRAIRE...

Tout apport d'ions à la solution du sol  
par les engrais et amendements...

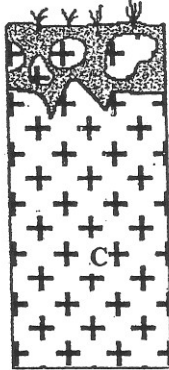
permet au complexe de s'ENRICHIR  
en ions provenant de la solution



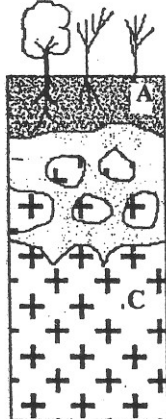
Document 12



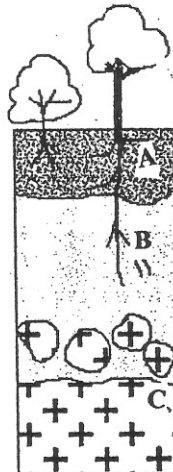
a- Affleurement rocheux colonisé par les végétaux "pionniers"



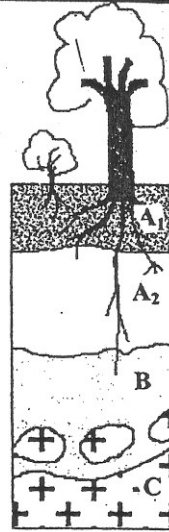
b- Altération de la roche mère installation de la végétation



c- Apparition d'un horizon humifère début d'organisation d'un sol

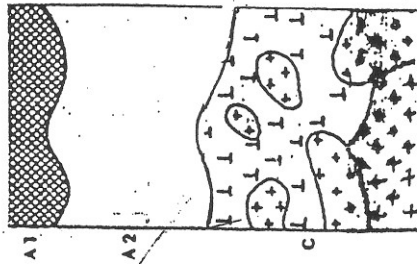
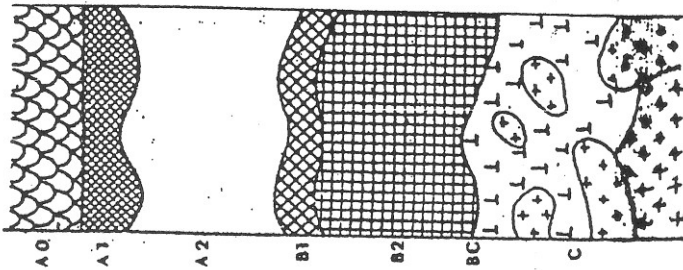


d- Sol brun organisé avec apparition d'un horizon d'accumulation



e - Sol "évolué" après lessivage de l'horizon A<sub>2</sub> et migration des colloïdes, et fer vers l'horizon B

Document 13

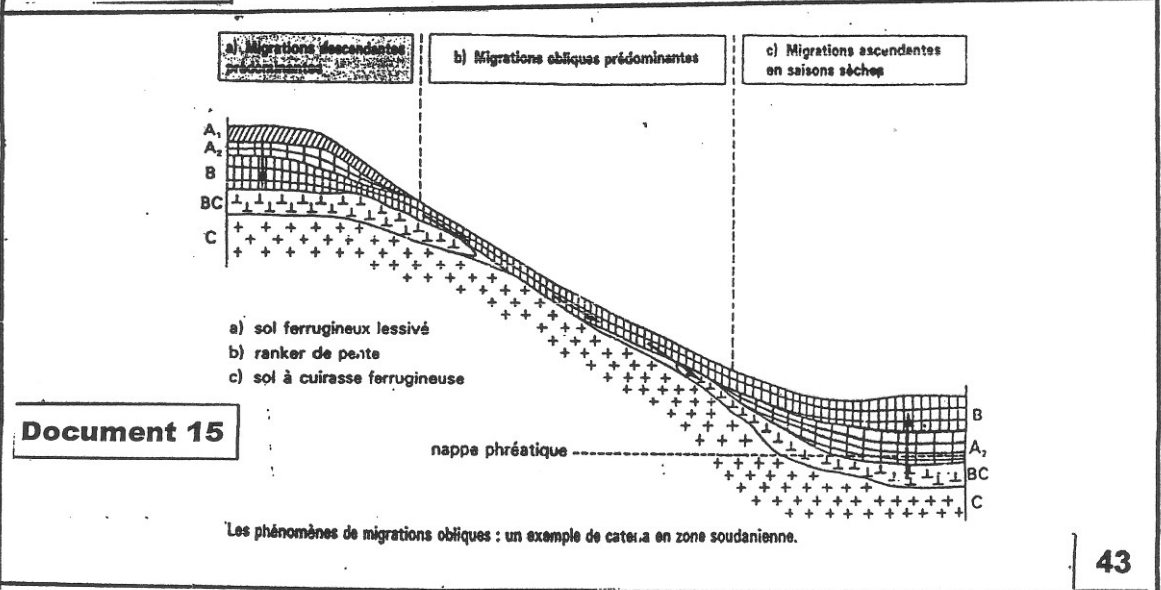


a- b-

- A0 = Débris organiques plus ou moins décomposés
- A1 = Horizon humifère: mélange de matière organique et minérale
- A2 = Horizon très lessivé uniquement matière minérale
- B1 = Horizon d'accumulation: mélange de matière organique et minérale provenant de la surface.
- B2 = Horizon argileux avec accumulation d'hydroxyde de fer
- BC = Zone d'altération de la roche mère
- C = Roche mère

Horizons du sol	MIGRATIONS DESCENDANTES		
	soils solubles plus ou moins ionisés	complexe Fe et Al + matière organique	argiles dispersées
horizon A appauvri			
horizon B enrichi			
Roche mère	LIXIVIATION	CHÉLUVIATION	LESSIVAGE
	MIGRATIONS ASCENDANTES		
	évaporation intense d'un sol humide en saison sèche	remontée par les plantes d'éléments puisés dans le sol	remontée des oxydes de fer au dessus d'une nappe phréatique
	formation d'une croûte saline  eau + sels solubles NaCl ou Na2 CO3	Précipitation de Fe2 O3  oxydes de fer FeO	 litière humidification minéralisation cations minéraux

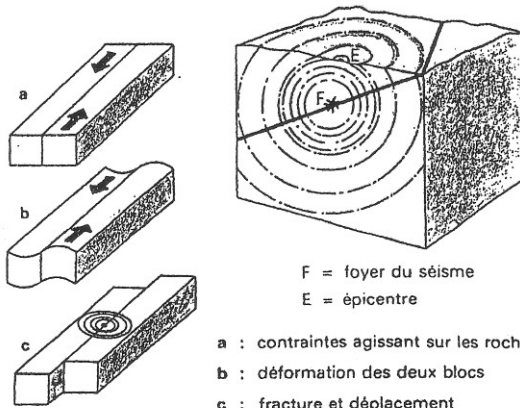
**Document 14** Les migrations des éléments minéraux dans le sol



## A L'origine d'un séisme

L'origine des séismes est presque toujours la même : une brusque rupture des roches en un point appelé foyer qui, le plus souvent, se situe dans les 100 premiers kilomètres de la couche externe de la Terre. Cette rupture se produit au niveau d'une faille, dans une zone où l'écorce terrestre est soumise à des contraintes tectoniques (déplacement lent de deux blocs rigides l'un par rapport à l'autre).

Des forces s'y accumulent ; lentement les roches se déforment comme une règle en plastique que l'on tord entre les mains. Lorsque la règle casse, l'énergie est libérée brutalement : les parois de la faille sont mises en mouvement et frottent l'une contre l'autre de telle sorte qu'il y a dissipation de l'énergie d'une part sous forme de chaleur obtenue par frottement, et d'autre part sous forme de vibrations, les ondes sismiques, qui se propagent dans toutes les directions à partir du foyer.



D'après "Histoire de la Terre, notre planète". SGF.

Quelle est l'origine d'un séisme ?

## DOCUMENT 01

## B Les sismographes

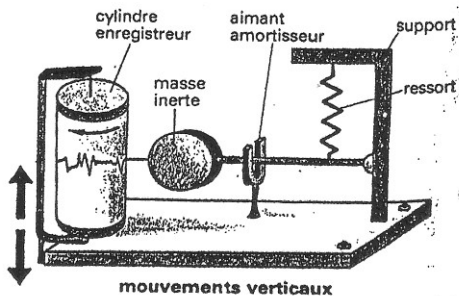
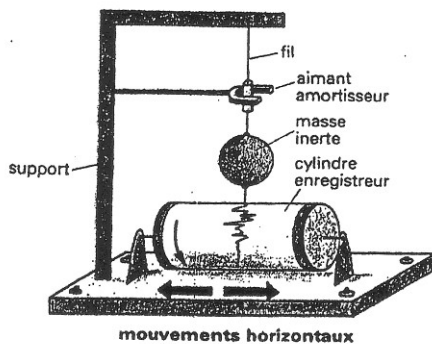
La plupart des appareils enregistreurs ou sismographes sont de type pendulaire, c'est-à-dire constitués d'une masse rigide suspendue à un fil ou à un ressort selon que l'on souhaite enregistrer des secousses dont la composante majeure est horizontale ou verticale. Lorsqu'une secousse ébranle le support, et donc le cylindre enregistreur, la masse tend à rester immobile en vertu de son inertie.

Les sismographes courants permettent une amplification des mouvements du sol de l'ordre de 10 000 pour

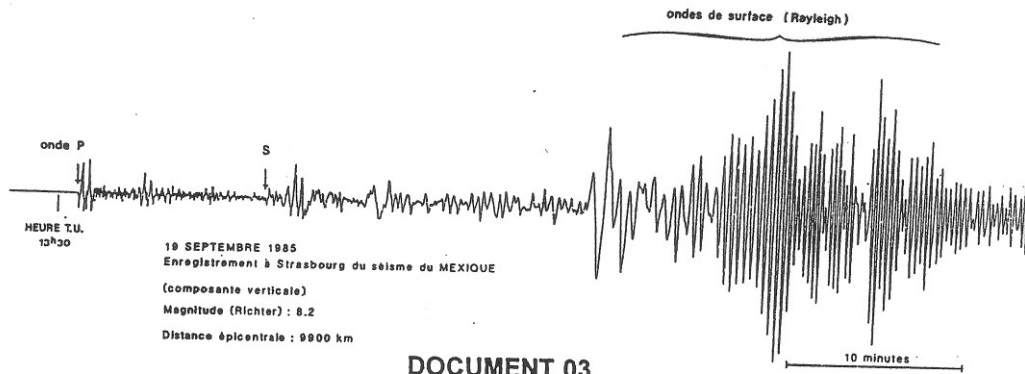
les oscillations de longue période (20 s) et de 400 000 pour les oscillations de courte période (0,2 s).

Les mouvements du sol provoqués par l'arrivée d'ondes sismiques ne peuvent être connus, en grandeur et en direction, qu'à condition d'être rapportés à un système de trois coordonnées orthogonales. Il faut donc utiliser trois sismographes :

- un sismographe horizontal orienté nord-sud,
- un sismographe horizontal orienté est-ouest,
- un sismographe vertical.

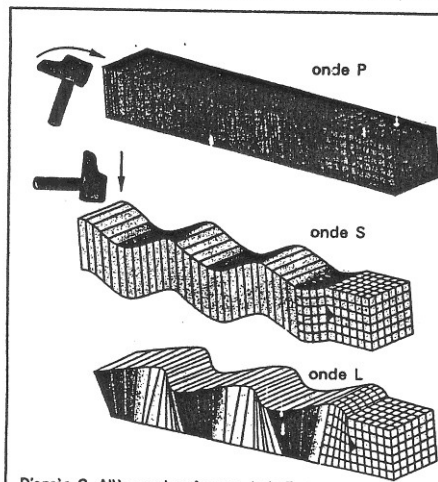


## DOCUMENT 02



**DOCUMENT 03**

• Sismogramme enregistré à Strasbourg, le 19 septembre 1985 à 13 h 30, lors du séisme de Mexico à plus de 10 000 km de distance.



D'après C. Allègre « Les fureurs de la Terre ».

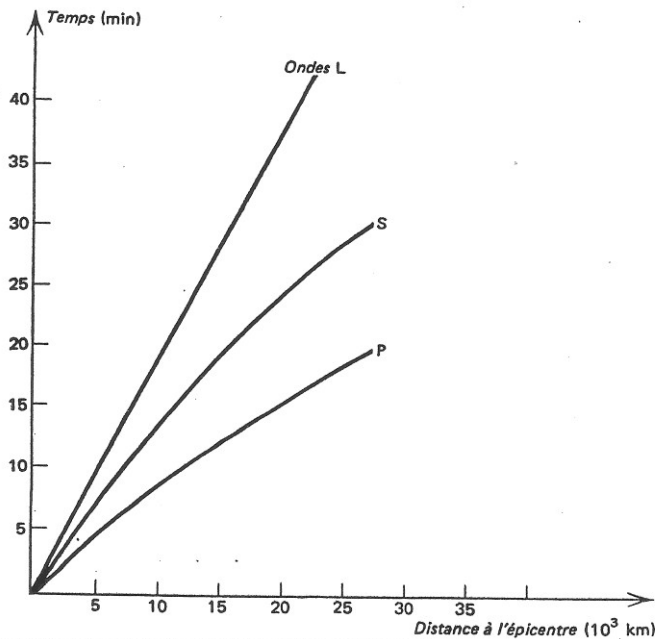
**DOCUMENT 04**

• Les ondes les plus rapides (les premières à s'inscrire sur le sismogramme) sont appelées ondes primaires ou ondes P. Ce sont des ondes de compression-décompression capables de se propager aussi bien dans les solides que dans les fluides, y compris dans l'atmosphère (elles sont responsables du grondement sourd que l'on peut entendre au début d'un tremblement de terre).

• Le deuxième groupe d'ondes, appelées ondes secondaires ou ondes S, est constitué par des ondes transversales par rapport à la direction de propagation des rais sismiques. Elles ne sont transmises que par les solides car les liquides n'offrent aucune résistance au cisaillement. Ondes P et ondes S se propagent à l'intérieur du globe terrestre.

• Les ondes L de grande amplitude représentent les derniers trains d'ondes ; elles correspondent à des mouvements très complexes de « torsion » du sol. Contrairement aux deux types précédents, ces ondes L sont guidées par les couches superficielles du globe. Les ondes S et les ondes L sont les plus destructrices.

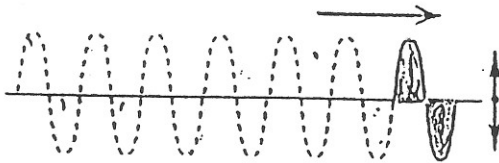
• Les divers types d'ondes sismiques.



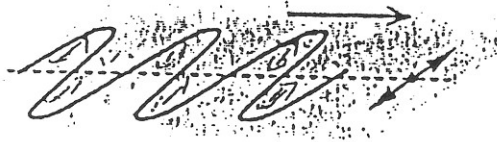
**DOCUMENT 05** Courbes des vitesses des ondes sismiques. On constate que les ondes P sont plus rapides que les ondes S.



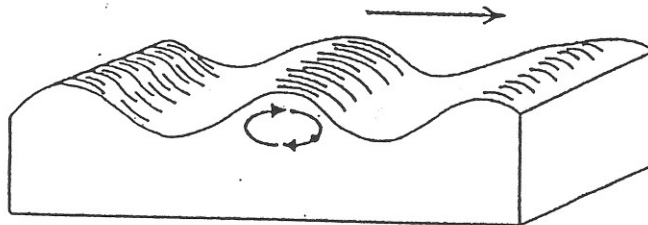
Onde S (cisaillement)



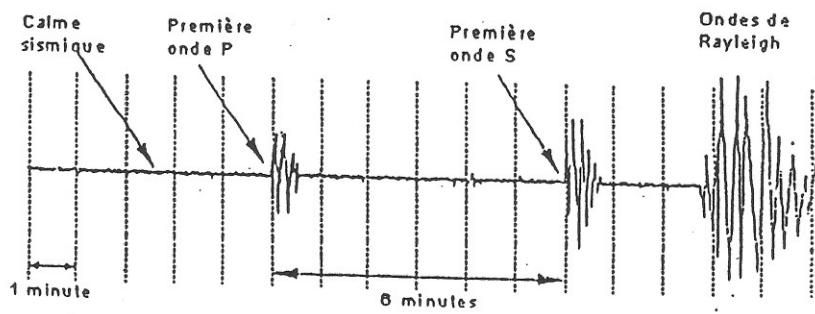
Onde L (de Love) (cisaillement)

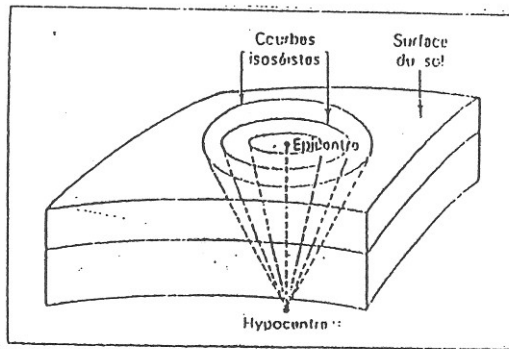


Onde de Rayleigh



Différentes arrivées des ondes.





Epicentre, hypocentre.

DOCUMENT 07

Deux échelles de mesure de l'intensité des séismes. a - L'échelle de Mercalli évalue l'intensité des séismes en se fondant sur les déclarations des témoins, sur l'inventaire des dégâts causés aux constructions humaines et sur l'ampleur des effets sur le terrain. b - L'échelle de Richter mesure la magnitude des séismes en fonction de l'énergie libérée. Celle-ci est calculée à partir de l'amplitude des ondes sismiques recueillies par les sismographes.

ÉCHELLE DE MERCALLI

L'échelle de Mercalli comporte 12 degrés qui sont définis de la manière suivante :

- 1<sup>er</sup> degré : secousse non ressentie par l'homme ; seulement inscrite par les appareils enregistreurs des stations les plus proches.
- 2<sup>e</sup> degré : secousse ressentie par quelques personnes isolées, surtout aux étages supérieurs des maisons.
- 3<sup>e</sup> degré : secousse suffisamment forte pour être ressentie par un certain nombre de personnes et pour que la durée et la direction du phénomène soient appréciées.
- 4<sup>e</sup> degré : ébranlement constaté par quelques personnes en plein air, par beaucoup à l'intérieur des maisons ; les oscillations de certains objets sont perceptibles et quelques dormeurs s'éveillent.
- 5<sup>e</sup> degré : secousse ressentie par l'ensemble de la population ; les objets suspendus ontrent en oscillation.
- 6<sup>e</sup> degré : tintement général des sonnettes ; réveil général des dormeurs ; secousses provoquent la panique ; les objets lourds sont déplacés ; des plâtres tombent des plafonds.
- 7<sup>e</sup> degré : des lézardes se produisent dans les bâtiments ; les cheminées tombent ; les cloches des églises tintent ; le niveau de l'eau change dans les puits ; c'est l'épou-

vante générale mais les édifices bien construits ne sont pas endommagés.

- 8<sup>e</sup> degré : la plupart des cheminées s'effondrent ; les statues tournent sur leur piédestal ou tombent ; en pays montagneux des rochers tombent des sommets.
  - 9<sup>e</sup> degré : des dommages sont causés à toutes les habitations ; quelques-unes sont rendues inhabitables.
  - 10<sup>e</sup> degré : la plupart des bâtiments en pierre sont détruits ; des fissures se produisent dans les terrains meubles ; l'eau des lacs et des rivières est projetée sur les bords.
  - 11<sup>e</sup> degré : tous les bâtiments en pierre sont détruits, de même que les ponts ; les rails de chemin de fer sont tordus, les digues disjointes ; de grands éboulements peuvent se produire.
  - 12<sup>e</sup> degré : rien ne demeure des œuvres humaines ; la topographie est localement modifiée par formation de failles ; des montagnes s'effondrent ; des cours d'eau sont détournés.
- L'échelle Internationale de Mercalli est souvent remplacée par celle de Medvedev, Karnik et Sponheur (échelle MKS) qui est plus détaillée mais ne compte que 10 degrés. L'échelle MKS prend en considération les types de constructions, les proportions des bâtiments endommagés et la nature des dégâts.

ÉCHELLE DE RICHTER

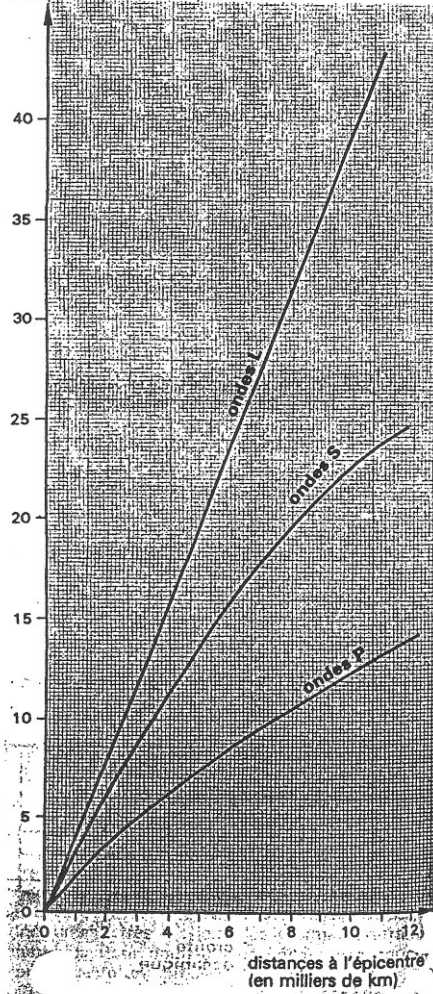
Établie à l'origine pour les séismes californiens, la notion de magnitude a ensuite été étendue à toutes les régions munies d'un sismographe de type adéquat. L'échelle de magnitude établie par Richter comprend 9 degrés ; la correspondance avec l'échelle de Mercalli est donnée par le tableau suivant :

échelle de Richter	2	3	4	5	6	7	8	9
échelle de Mercalli	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12

Une secousse de magnitude 3 est généralement ressentie faiblement au voisinage de l'épicentre ; celle de magnitude 5 peut causer des dégâts légers. Les plus grands séismes ont une magnitude comprise entre 7 et 8,5. Celui d'El Asnam (Algérie 1980) avait une magnitude de 7,2 ; celui d'Orléansville (1954, actuelle El Asnam) une magnitude de 7,2. L'importance des dégâts du séisme de Lisbonne (1755) permet de lui attribuer rétrospectivement une magnitude de degré 9 qui n'a jamais été atteinte depuis la mise en service des sismographes modernes. A titre de comparaison, la magnitude d'une bombe A (20 000 tonnes de TNT) est voisine de 6 ; l'énergie mise en jeu est de l'ordre de 10<sup>21</sup> ergs, soit l'équivalent du séisme du Frioul (Italie, mai 1976). Une bombe H de 50 mégatonnes correspond à une magnitude supérieure à 8 qui fut attribuée au séisme de San Francisco (États-Unis, 1906).

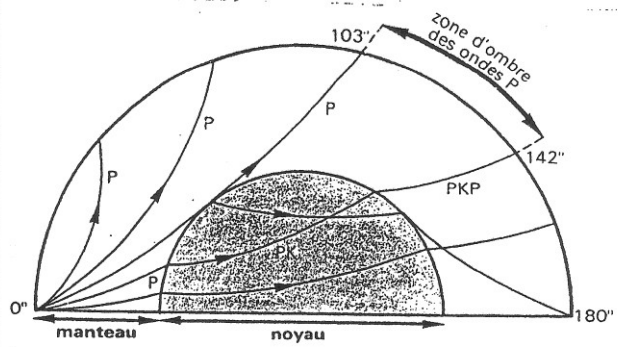
DOCUMENT 08

temps d'arrivée  
des ondes (en minutes)



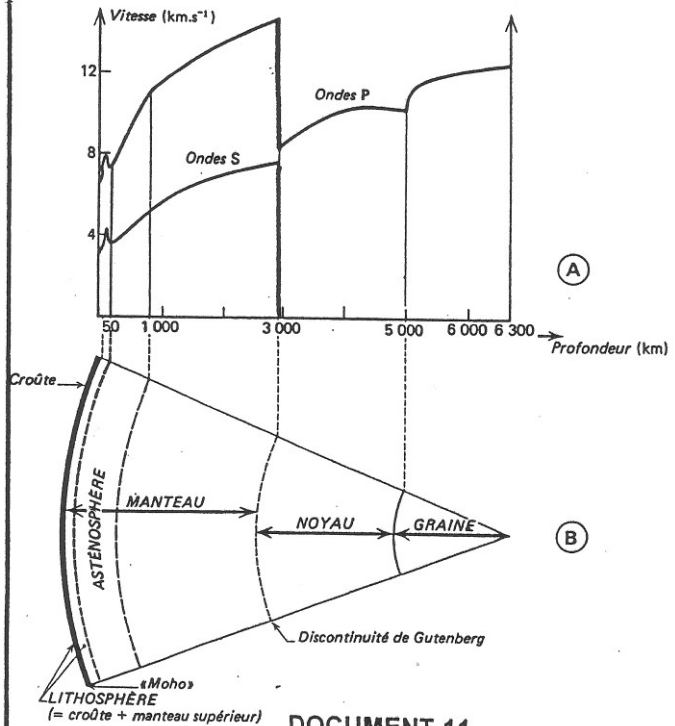
**DOCUMENT 09**

Les courbes hodochrones sont indépendantes de la localisation des séismes.



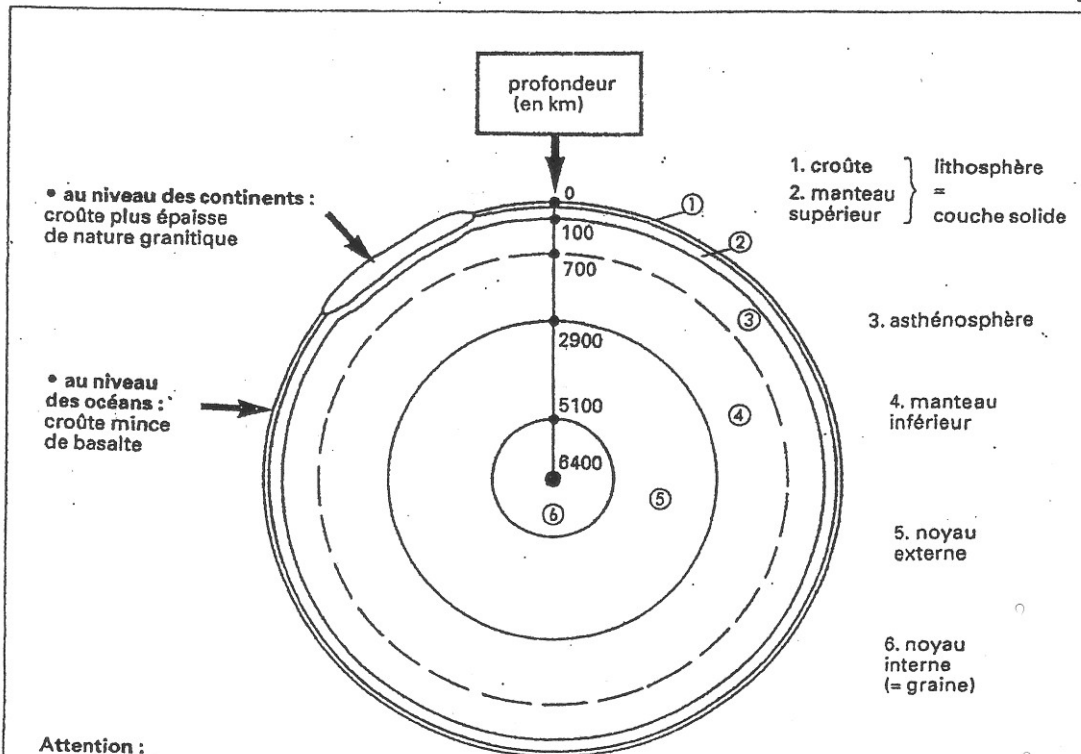
La présence d'une « zone d'ombre » révèle l'existence, à 2 900 km de profondeur, de la discontinuité de Gutenberg qui sépare le manteau du noyau.

**DOCUMENT 10**



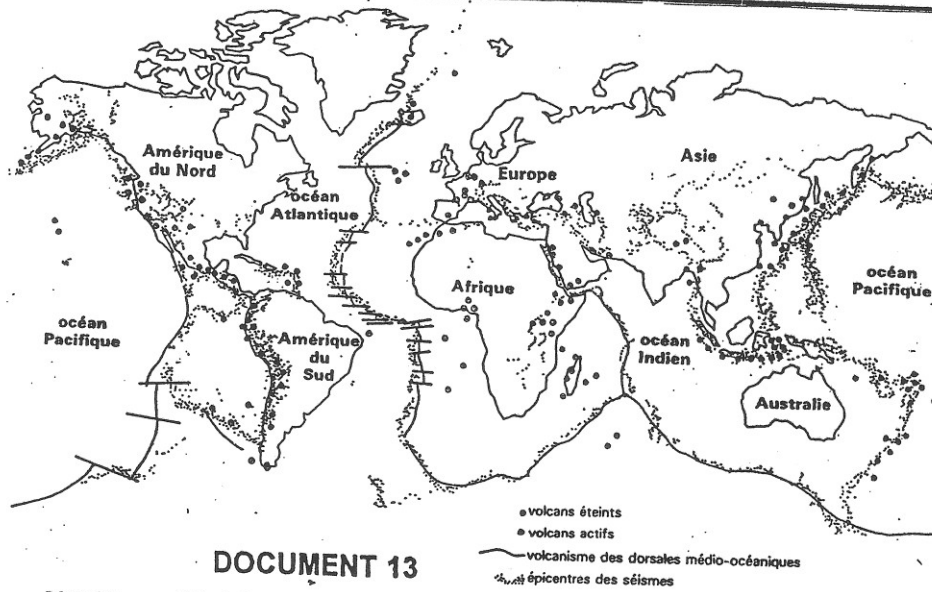
**DOCUMENT 11**

— Rapport entre le trajet des ondes P et S et la structure de la Terre. Remarquer qu'à chaque variation des ondes P ou S correspond une zone structurale du globe terrestre.



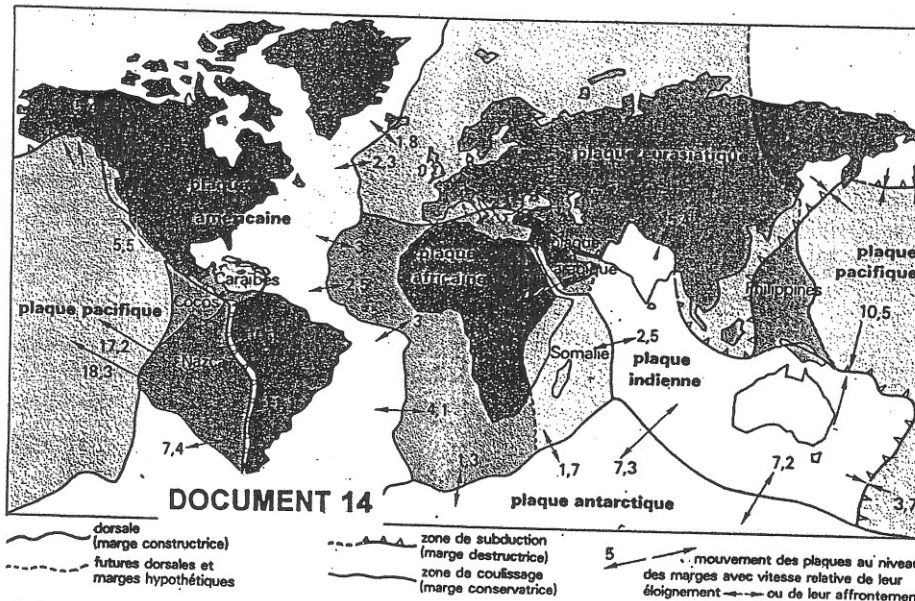
Attention : sur ce dessin les épaisseurs relatives des couches 1, 2 et 3 sont nettement exagérées (échelle non respectée pour rendre le schéma plus lisible)

Différentes couches	Température (en °C)	Composition chimique	densité (en g/cm <sup>3</sup> )	pression (en k bar)	Propriétés physiques
① croûte	0 à 900	granite (continent) basalte (océan)	2,7 (continent) 3,0 (océan)	1 à 10	lithosphère couche solide ("coquille" de la Terre)
② manteau supérieur	900 à 4000	péridotite	3,3 à 5,5	10 à 1400	
③ asthénosphère					couche rigide
④ manteau inférieur	4000 à 5000	fer (98 %) et nickel	10 à 12	1400 à 3500	couche "liquide"
⑤ noyau externe					couche solide
⑥ noyau interne					



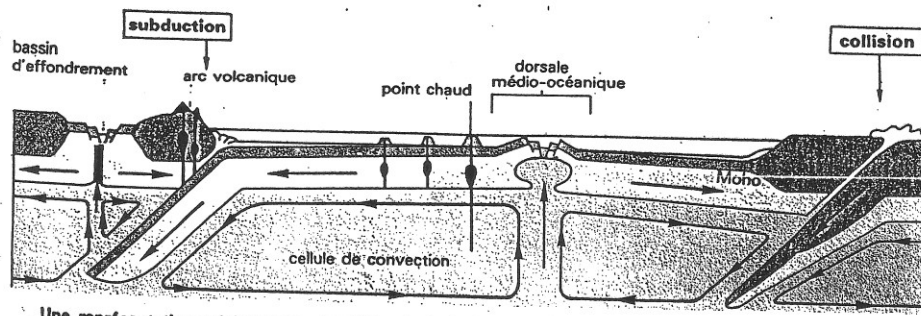
**DOCUMENT 13**

Répartition mondiale de la sismicité et du volcanisme.

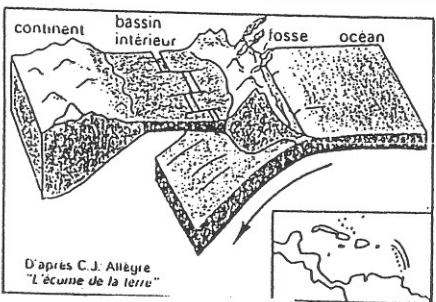
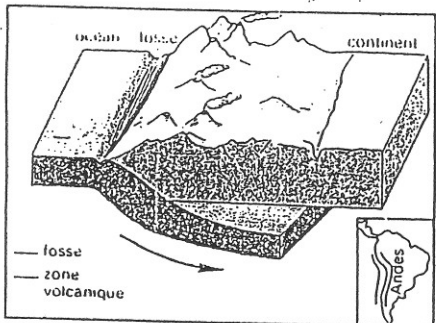
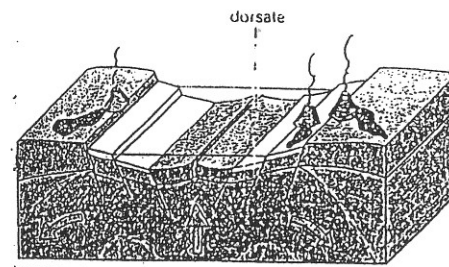
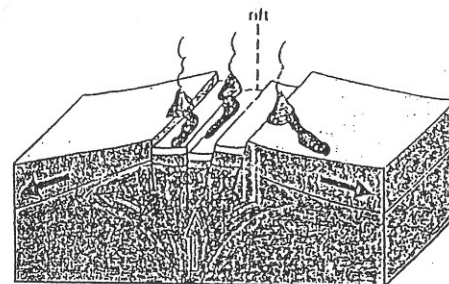
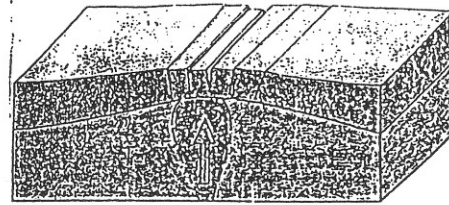
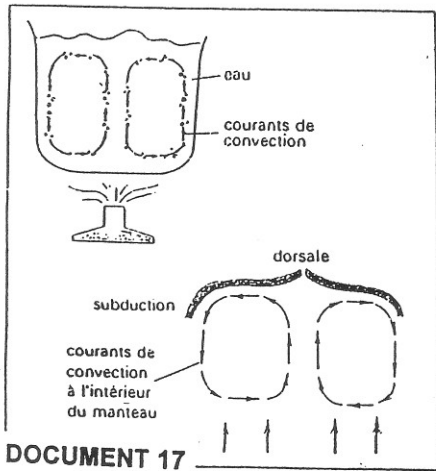
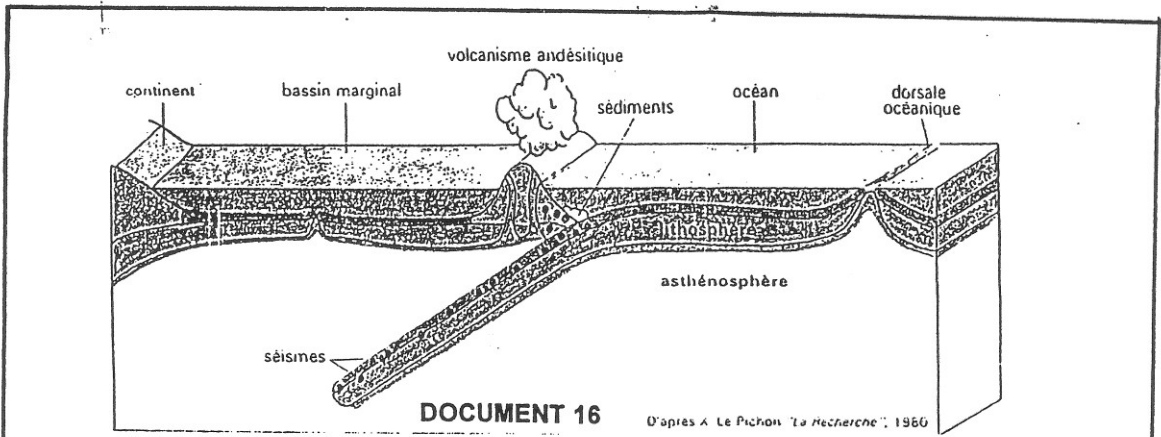


**DOCUMENT 14**

Les plaques de la lithosphère. Comparez cette carte à la figure 13 ci-dessus.

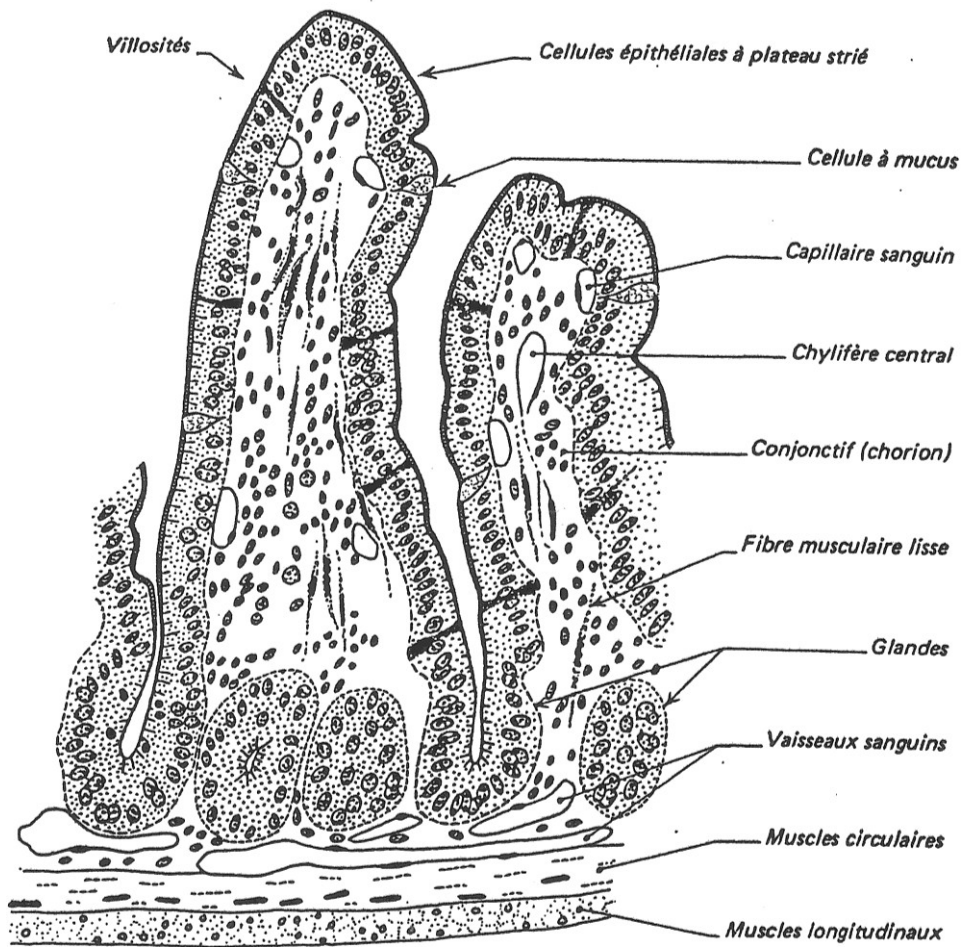


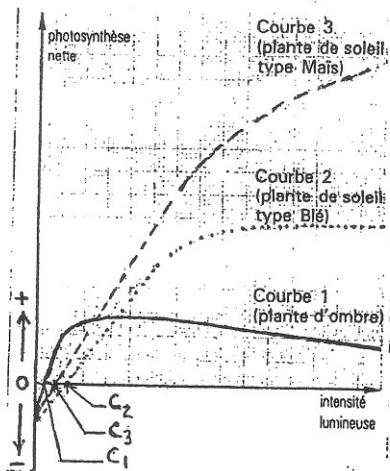
Une représentation schématique simplifiée des principaux phénomènes en relation avec la tectonique des plaques.



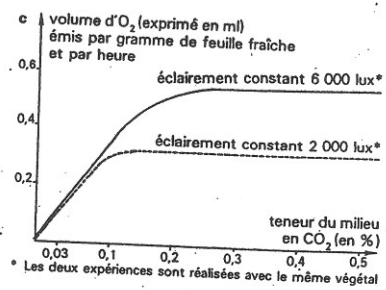
**DOCUMENT 18** Schémas très simplifiés de deux cas de subduction.

**DOCUMENT 19**

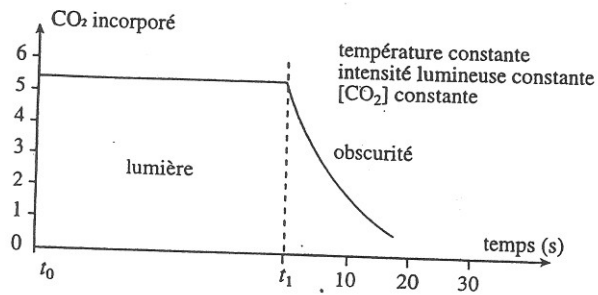




**Document 1**

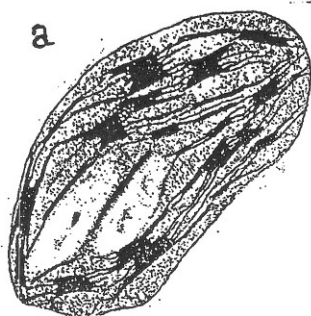


**Document 2**

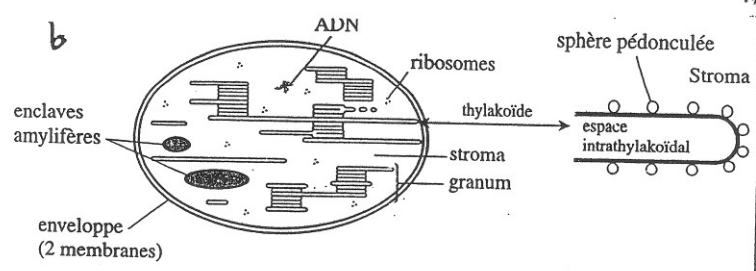


**Document 3**

Figure 11.10  
Incorporation du  $CO_2$  à la lumière et à l'obscurité



**ULTRASTRUCTURE D'UN CHLOROPLASTE**



Un chloroplaste et les thylakoïdes

**Document 4**

Dans un mortier, broyer des feuilles bien vertes (épinard, bette, noyer...) avec un peu de sable afin d'écraser les cellules. Ajouter peu à peu 10 mL d'alcool à 90° qui solubilise la chlorophylle. Filtrer le contenu du mortier : on obtient une solution de chlorophylle brute dans l'alcool.

alcool à 90°  
feuilles + sable  
solution alcoolique de chlorophylle brute

• Extraction de la chlorophylle brute.

**Document 5**

Éther de pétrole  
Acétone + eau  
Éther de pétrole (chlor. a + carotène)  
Méthanol (chlor. b + xanth.)

(a) (b)

**Document 6**

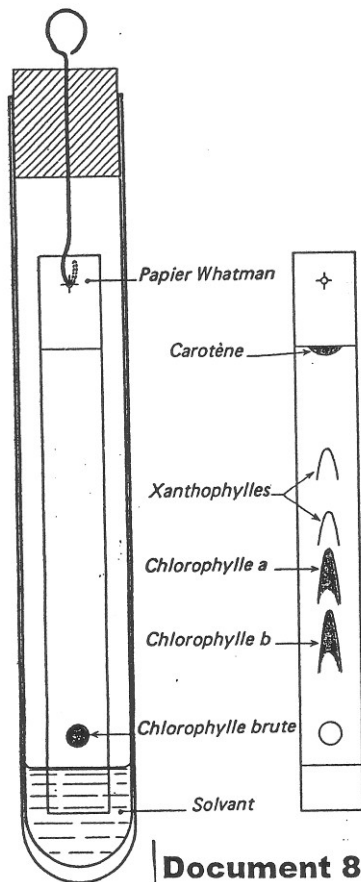
Préparation d'une solution de chlorophylle brute (a) et séparation des pigments par solubilité différentielle (b).

1 cm³ de benzène  
eau  
Quelques centimètres cubes de solution de chlorophylle brute dans l'alcool à 90°  
a  
mélange homogène  
b  
mélange trouble  
c  
benzène  
alcool dilué  
d

A quelques centimètres cubes d'une solution alcoolique de chlorophylle brute (a), on ajoute 1 cm³ de benzène. (b). Le benzène miscible à l'alcool concentré (80°-90°) ne l'est pas à l'alcool dilué (70°). L'addition d'eau goutte à goutte (c) diminue le degré alcoolique du mélange. Le benzène se sépare alors. Il vient surmager au-dessus de la solution alcoolique (c), entraînant avec lui certains pigments plus solubles dans le benzène que dans l'alcool.

La séparation des pigments de la chlorophylle brute par solubilité différentielle.

**Document 7**



**Document 8**

— Séparation des pigments végétaux par chromatographie (feuille d'Épinard).

Préparer le montage de la figure 3 : éprouvette, bouchon, gros fil de cuivre. Verser au fond de l'éprouvette le mélange suivant : éther de pétrole léger 8,5 ml, acétone 1 ml, benzène 0,5 ml.

Découper dans une feuille de papier Whatman n° 1 (dans le sens de la longueur) une bande rectangulaire de 180 × 20 mm. Saisir la bande par une extrémité (toujours la même) et porter, au crayon graphite, à partir de l'autre extrémité :

- à 15 mm, un trait transversal ;
- à 25 mm, un cercle de 6 mm de diamètre ;
- à 150 mm, un trait transversal ;
- à 170 mm, une croix-repère.

Déposer dans le cercle une petite goutte de solution de chlorophylle brute ; laisser sécher, puis déposer une seconde goutte... ou, mieux, écraser doucement à l'aide d'un agitateur deux ou trois rondelles de feuilles découpées à l'aide d'un emporte-pièce ou d'un perce-bouchon (méthode de Lefort et Signol).

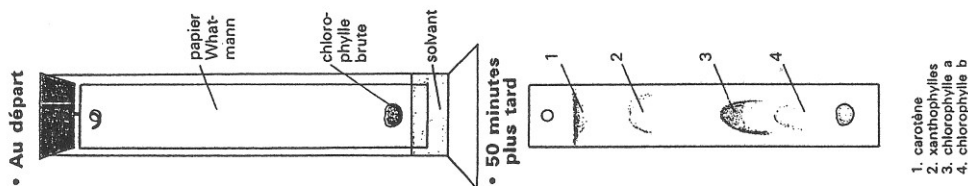
Percer un trou au centre de la croix et accrocher la bande de papier au fil de cuivre. Boucher l'éprouvette. Faire glisser la bande de façon à ce qu'elle soit immergée dans le solvant jusqu'au trait-repère inférieur.

Arrêter l'expérience dès que le liquide, s'élevant par capillarité, atteint le trait-repère supérieur (une demi-heure environ). Entourer chaque tache colorée d'un trait de crayon graphite (les taches jaunes, surtout, s'effacent très vite). Identifier de bas en haut :

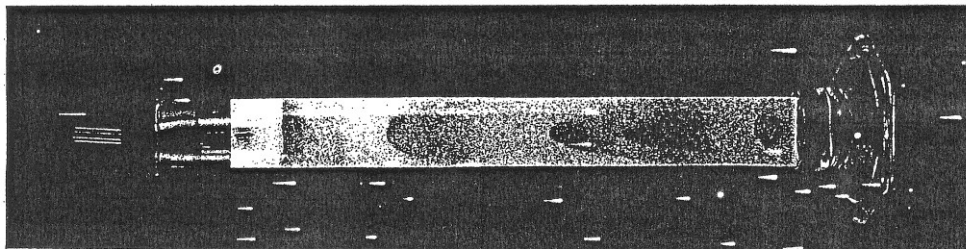
- la chlorophylle b, d'un vert jaunâtre ;
- la chlorophylle a, d'un vert bleuté ;
- une première xanthophylle, jaune ;
- une seconde xanthophylle, également jaune ;
- le carotène, orangé.

Voici, à titre purement indicatif, les résultats moyens donnés par l'analyse des pigments contenus dans 4 kg de feuilles fraîches (équivalent sec : 1 kg) :

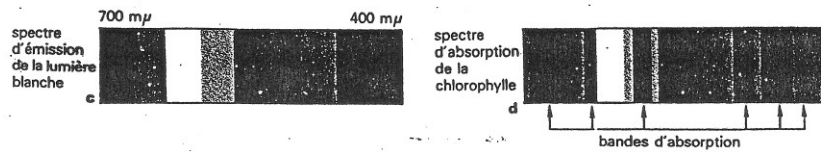
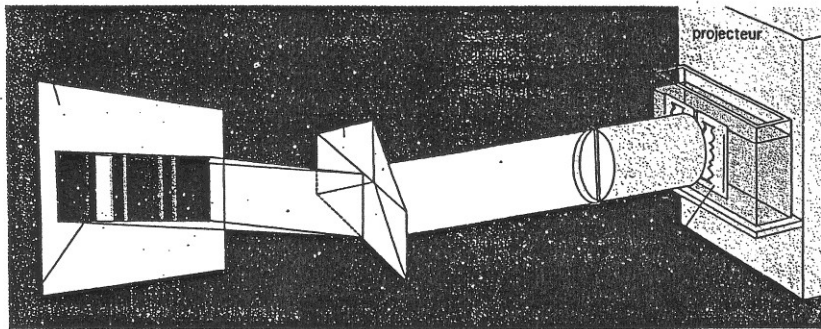
Chlorophylle brute (10 g)	{	Carotène (C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> ) :	0,5 g
		Xanthophylles (C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub> , C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>4</sub> ...) :	1 g
		Chlorophylle a (C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg) :	6 g
		Chlorophylle b (C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Mg) :	2,5 g



1. carotène
2. xanthophylles
3. chlorophylle a
4. chlorophylle b



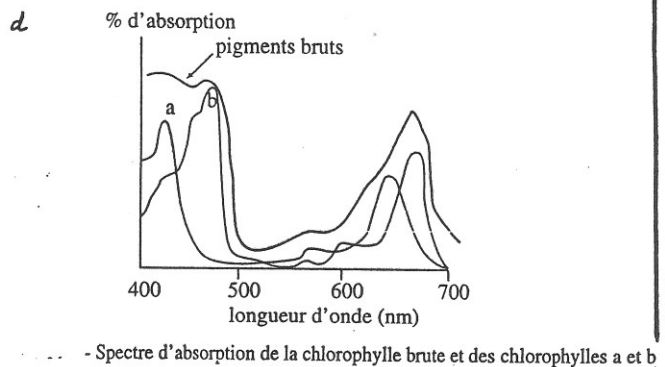
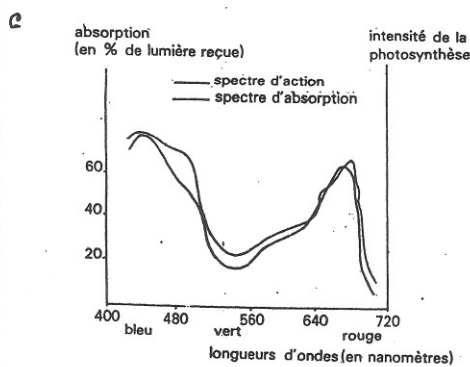
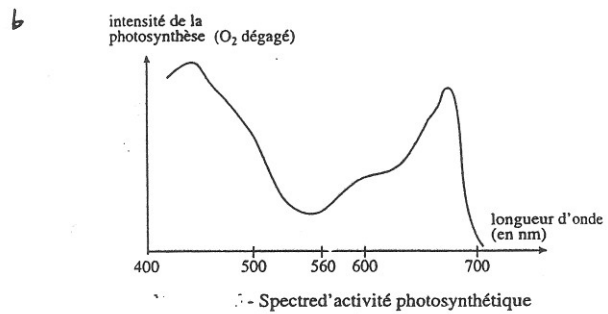
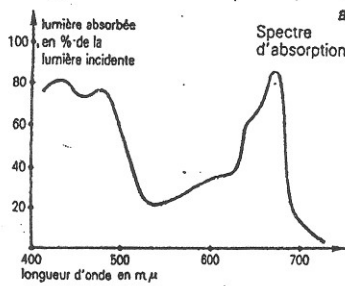
**Document 9**

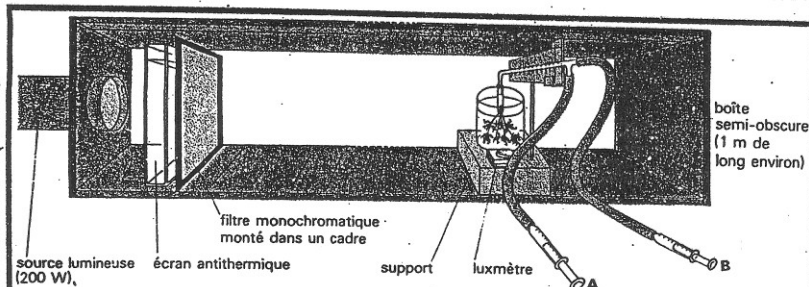


Le prisme (b) d'un spectroscope décompose la lumière blanche en les différentes radiations qui la constituent. On obtient alors le « spectre » de la lumière blanche (c). Si on intercale une solution de chlorophylle brute entre la source de lumière blanche et le prisme servant à la décomposer, certaines radiations sont remplacées par une bande sombre : elles ont été absorbées par la chlorophylle. On obtient alors le « spectre d'absorption » de la chlorophylle (d).

### Document 10

### Document 11





**La technique**  
Des filtres de rhodoid de différentes couleurs sont successivement placés derrière l'écran anti-thermique; ils ne laissent passer que certaines radiations. Pour chaque filtre, après avoir laissé quelques minutes la plante s'adapter à la nouvelle radiation, on note la quantité d'oxygène libérée en 9 minutes, par exemple. Pendant ces 9 minutes, la boîte est fermée à l'avant, de façon à ce que les végétaux ne reçoivent aucune lumière parasite.

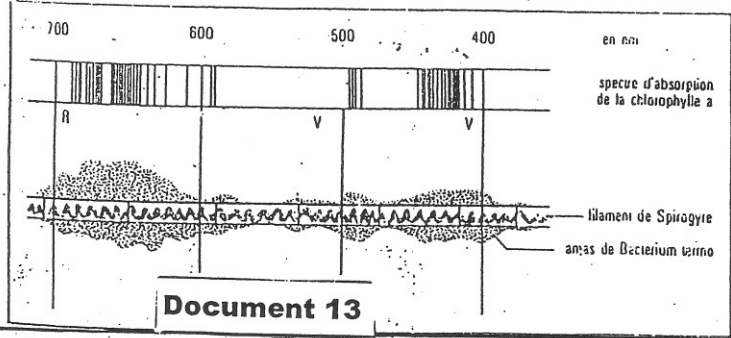
**M.R.** - Les filtres n'ont pas le même pouvoir absorbant, il importe donc de travailler en faisant varier uniquement un facteur: la « qualité » de la lumière. Pour opérer à intensité lumineuse constante on utilise une cellule photoélectrique et on agit sur la quantité de lumière reçue par les plantes, soit en déplaçant la burette dans la boîte, soit en faisant varier l'émission de lumière par la lampe grâce à un déviateur.

**Les résultats d'une expérience**  
- Lampe de : 200 W.  
- Eclairage constant : 1 000 lux.  
- Teneur en CO<sub>2</sub> : 0,5 %  
- Matériel : myriophylle.  
- Durée de l'expérience : 9 min.

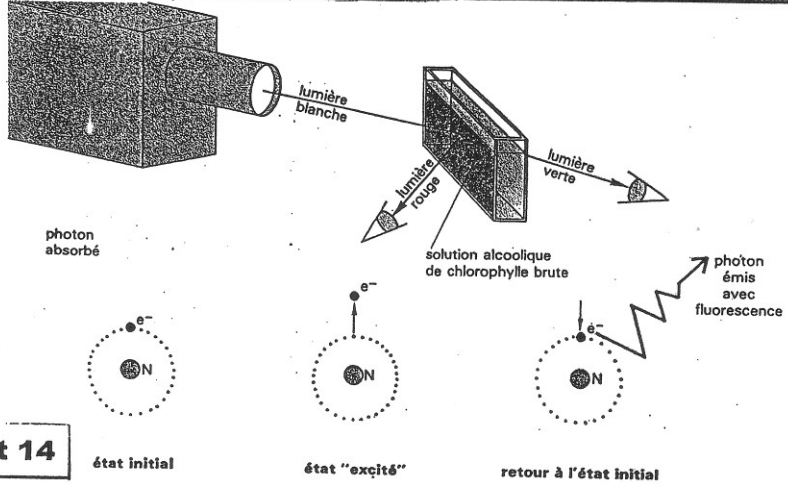
filtre utilisé	volume d'O <sub>2</sub> (en µl)
violet	104
bleu	18
vert	9
jaune	23
rouge	79

**Document 12**

Cette expérience permet de faire varier la « qualité » de la lumière reçue par un végétal. Rapprochez les résultats obtenus ici du spectre d'absorption de la chlorophylle (-



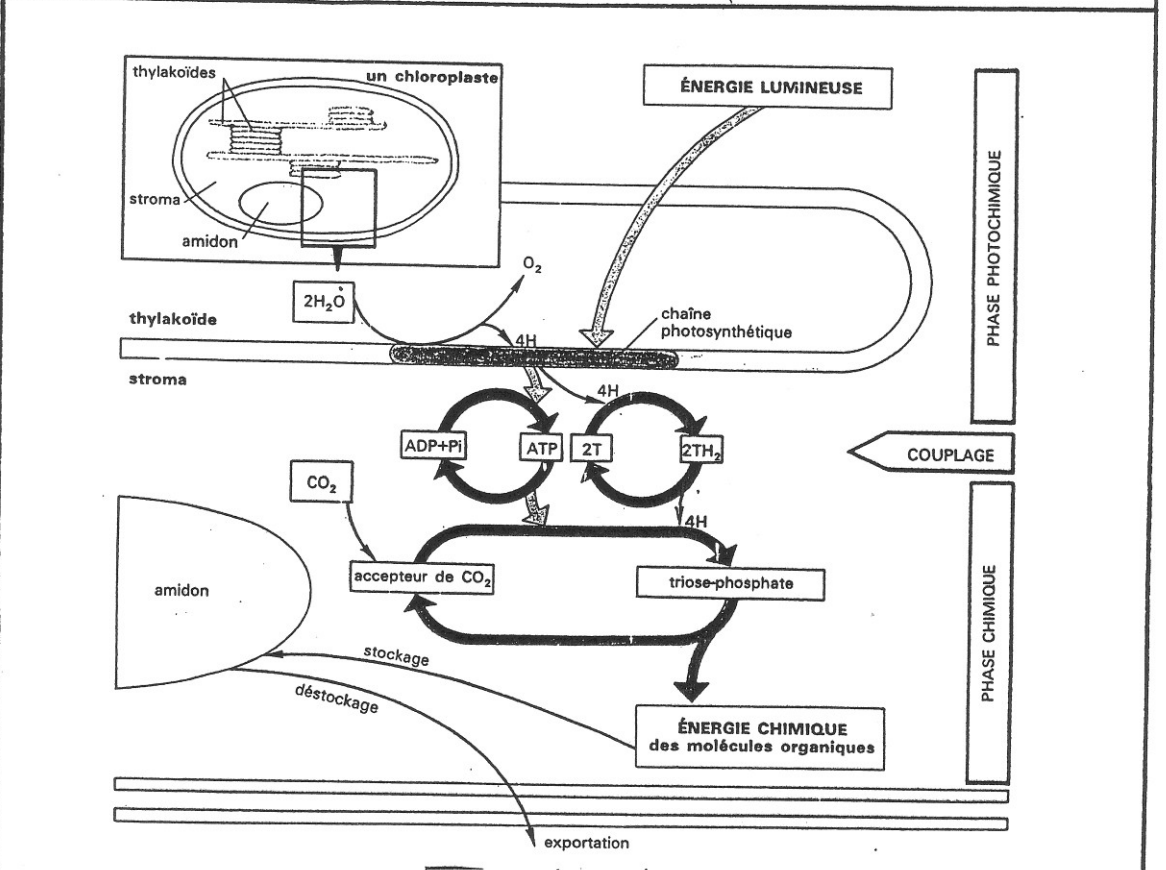
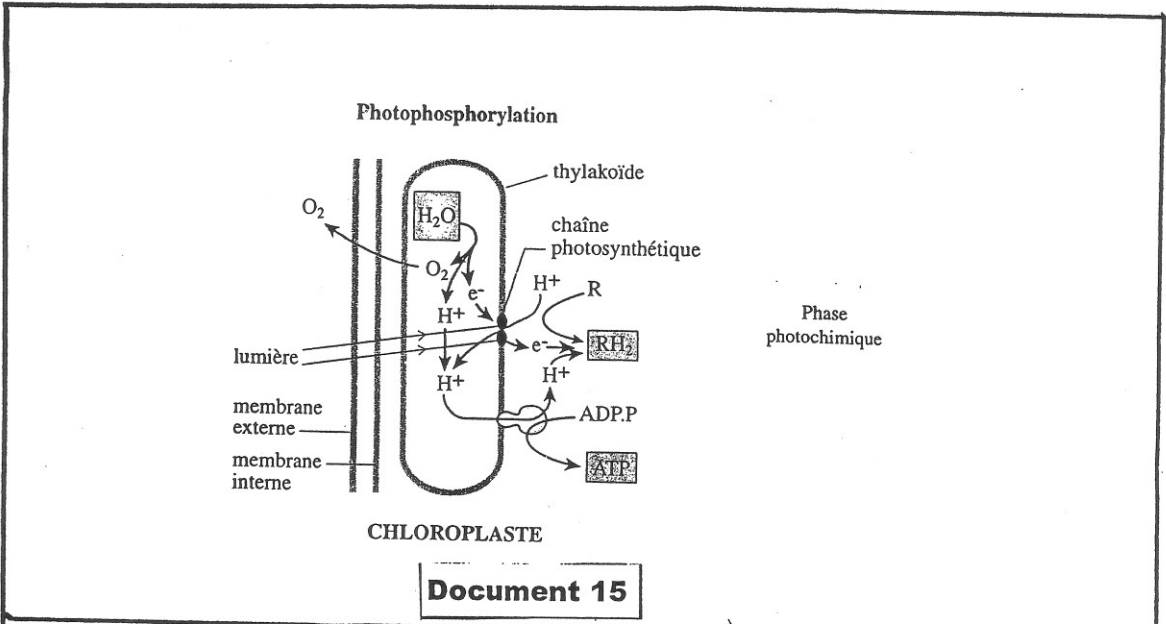
**Document 13**

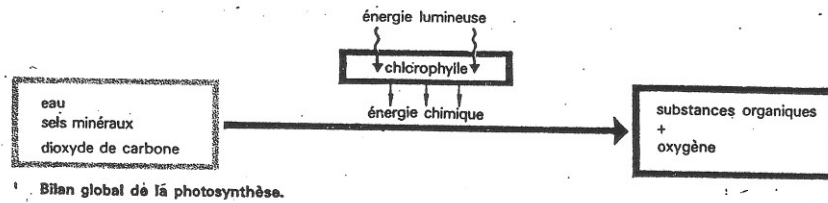


**Document 14**

Une solution de chlorophylle brute présente une curieuse propriété: elle apparaît colorée différemment selon l'angle sous lequel on la regarde par rapport à une source de lumière blanche de forte intensité. Observée par transparence, elle apparaît verte mais, en lumière réfléchie, elle devient rouge: elle émet alors un rayonnement rouge par fluorescence.

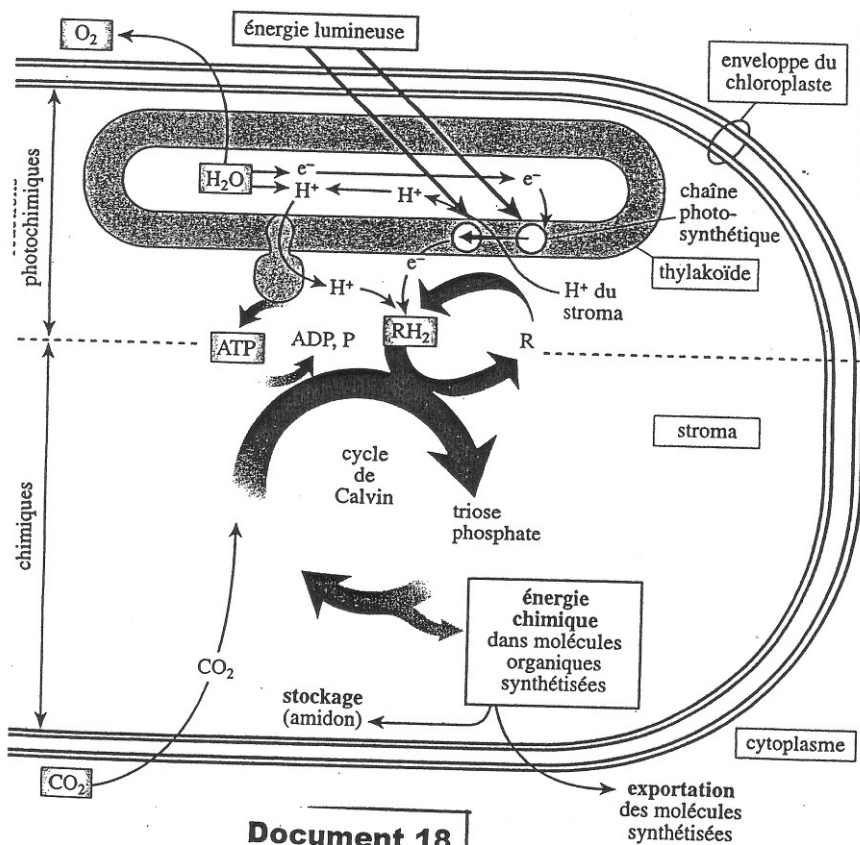
En effet, lorsqu'une molécule de chlorophylle capte des photons, il y a excitation de certains atomes, c'est-à-dire élévation du niveau d'énergie d'un ou plusieurs électrons qui changent d'orbitale. L'état « excité » est instable et très rapidement (moins de 10<sup>-8</sup>s) il y a retour à l'état fondamental avec restitution intégrale de l'énergie emmagasinée: une partie est dissipée sous forme thermique et le reste peut, par exemple, apparaître sous forme d'un photon de moindre énergie que celui qui avait été absorbé. Cette réémission constitue la fluorescence, propriété physique commune à plusieurs substances: fluorescéine, rhodamine, chlorophylle... (la chlorophylle n'émet un rayonnement par fluorescence que lorsqu'elle est en solution, en dehors des cellules vivantes).





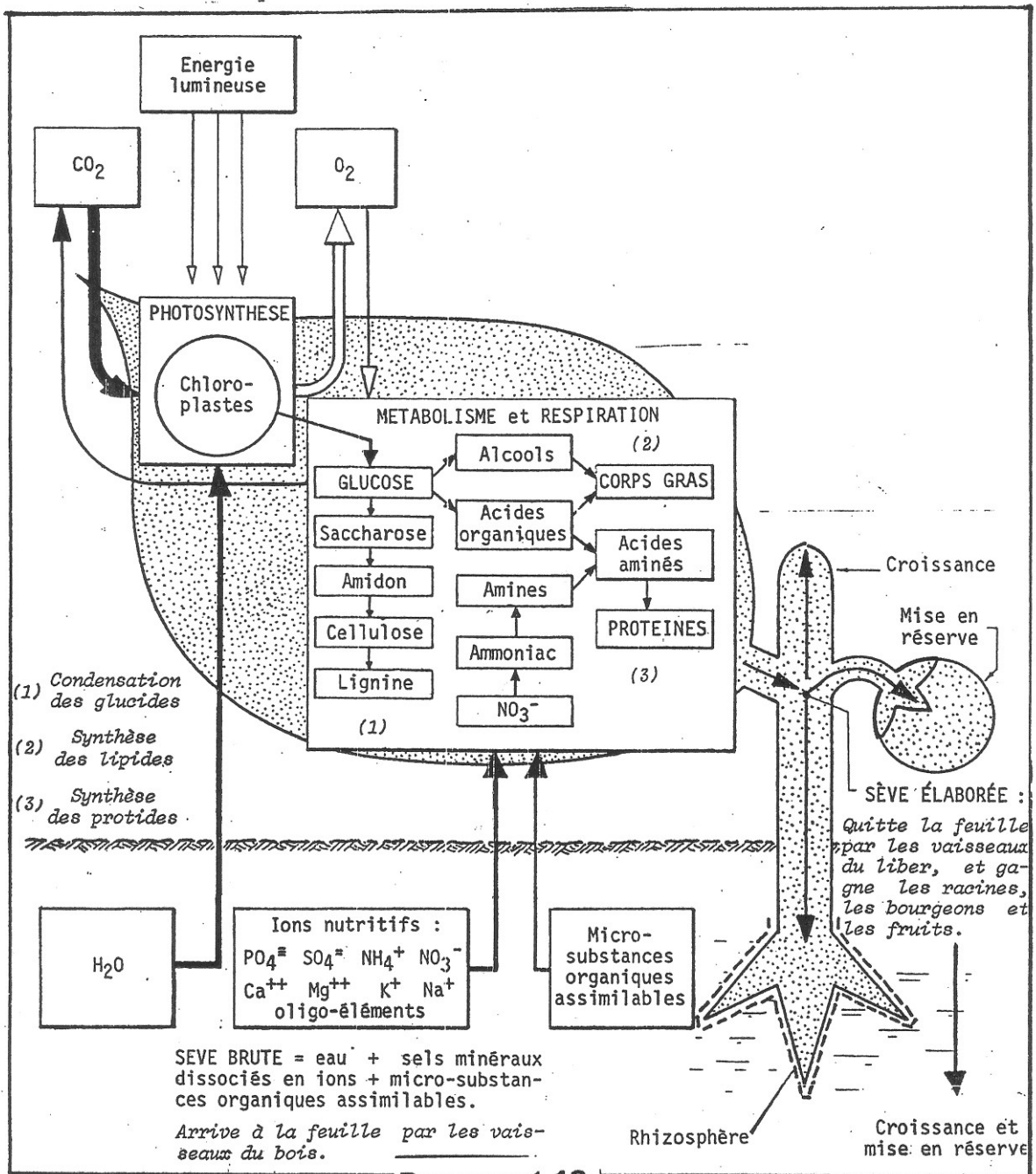
Bilan global de la photosynthèse.

**Document 17**



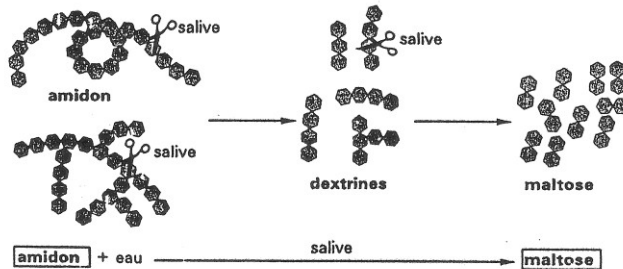
**Document 18**

- Bilan des réactions biochimiques de la photosynthèse

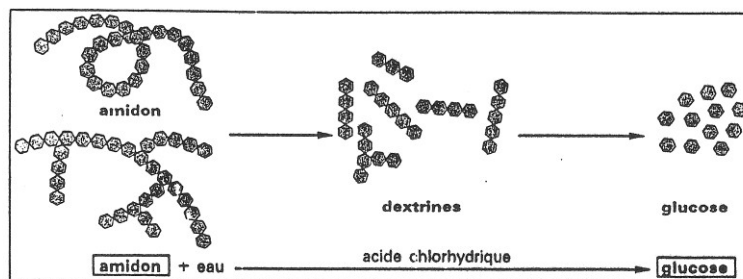


**Document 19**

L'amidon est un polymère de glucose qui peut comporter de 600 à 3 000 unités. Il se présente sous deux formes chimiques ; l'une a une structure en hélice, l'autre une structure ramifiée. Les dextrines obtenues par hydrolyse de l'amidon comportent de quelques dizaines à quelques centaines d'« unités » de glucose. Quant au maltose, c'est un dimère de glucose.



Document 20



Document 21

## B ACTIVITÉ ENZYMATIQUE ET TEMPÉRATURE

### 1. Protocole expérimental

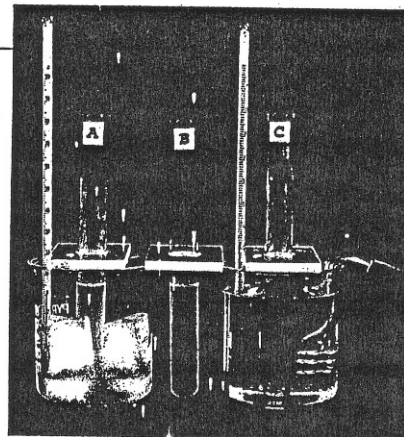
Trois tubes à essais contenant de l'empois d'amidon (à 1 %) et de la salive diluée sont placés à des températures différentes : tube A à 0 °C (glace fondante), tube B à 20 °C (température de la salle), tube C à 37 °C (température du corps). L'empois et la salive doivent être portés à la température choisie avant d'être mélangés.

Toutes les trois minutes, quelques gouttes sont prélevées dans chacun des tubes et mélangées à une goutte d'eau iodée.

### 2. Résultats

La disparition plus ou moins rapide de l'amidon permet d'évaluer la vitesse d'action de l'amylase en fonction de la température du milieu.

tube A	●	●	●	●	●
tube B	●	●	●	●	●
tube C	●	●	●		



### 3. Expériences complémentaires

Le tube A, préalablement placé à 0 °C, est sorti de la glace et laissé à 20 °C, la réaction enzymatique se déroule alors comme dans le tube B.

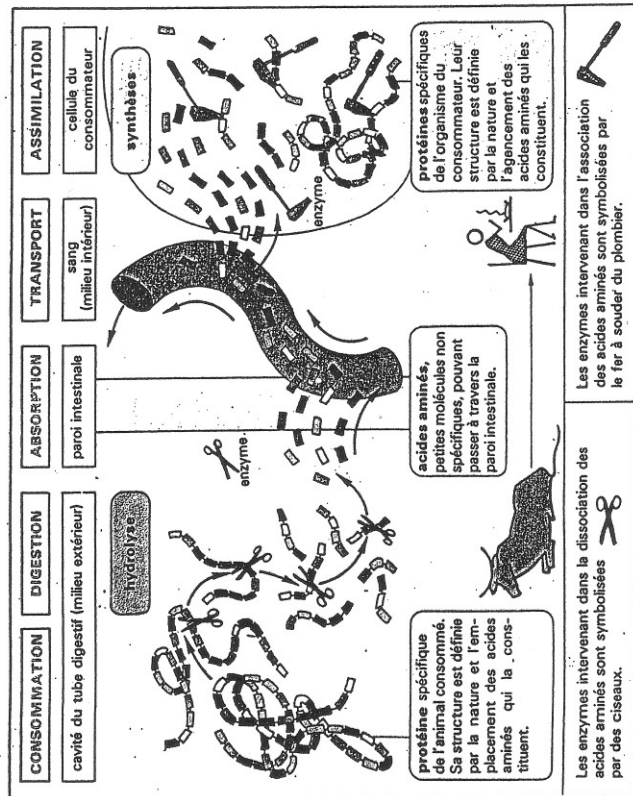
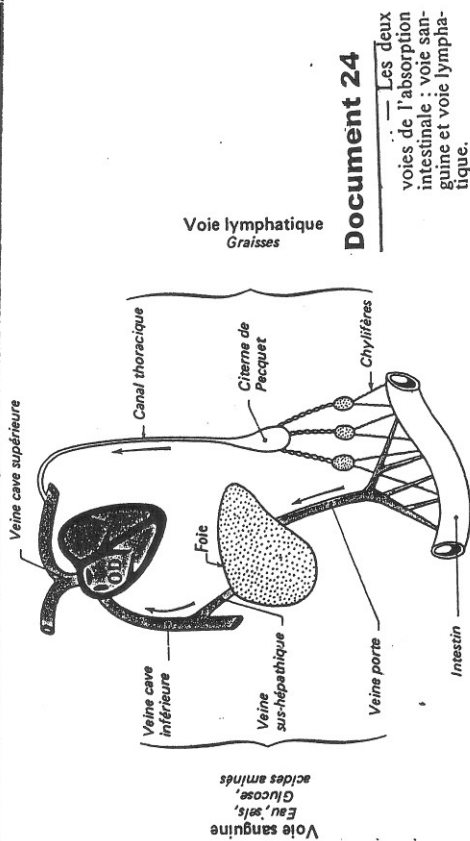
Un tube D est placé dans un bain thermostaté à 70 °C ; la réaction enzymatique n'a pas lieu ; elle ne s'effectue toujours pas si le tube est ramené à 20 °C.

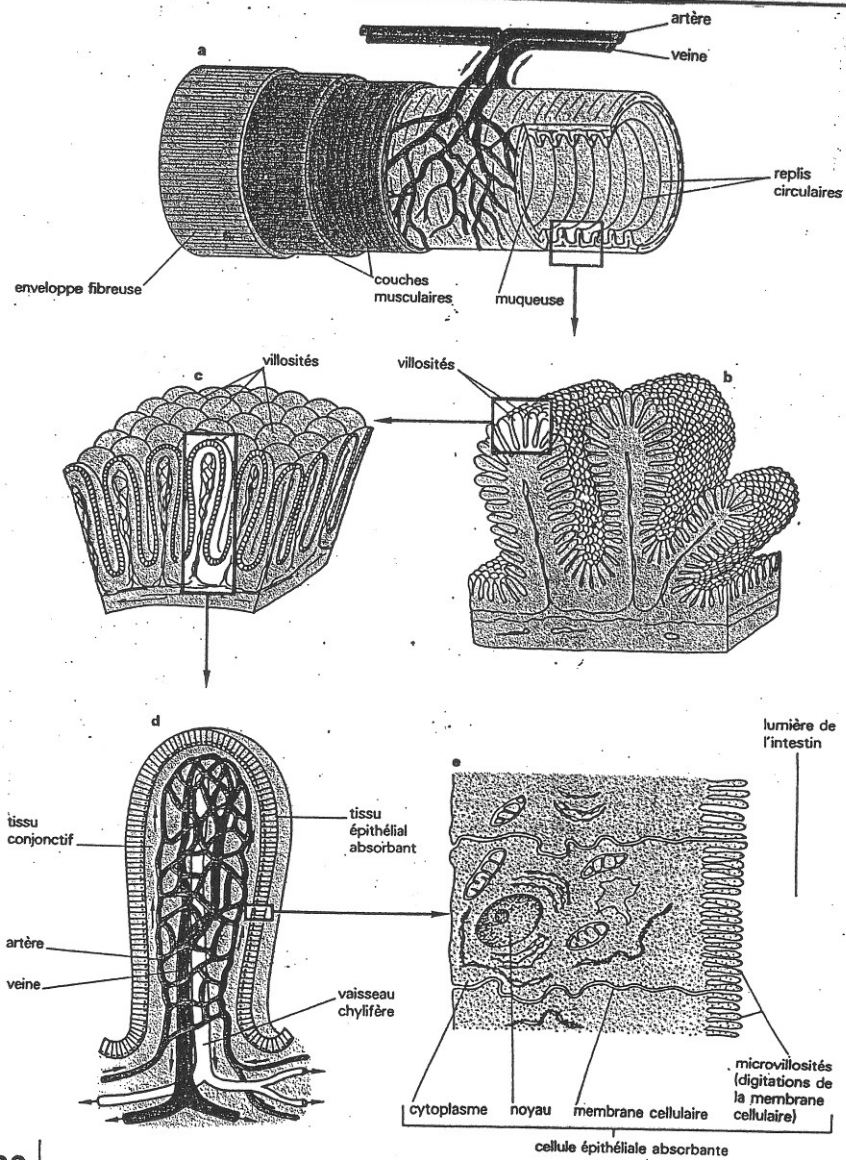
Document 22

• La température du milieu a une influence sur la vitesse de la réaction enzymatique.

Aliments	Glucides			Lipides triglycérides	Protides	
	saccharose	lactose	amidon		caséinogène	autres protéines
<b>Salive :</b> Amylase			maltose			
<b>Suc gastrique :</b> Présure Pepsine (+ HCl)					caséine	polypeptides
<b>Suc pancréatique</b> Trypsine et chymotrypsine Carboxypeptidase Amylase Lipase (+ sels biliaires)			maltose	monoglycérides + glycérol + ac. gras		polypeptides acides aminés
<b>Suc intestinal</b> Amino-peptidase et dipeptidase Maltase Saccharase  Lactase	glucose + fructose		glucose			acides aminés
<b>Nutriments</b>		hexoses		monoglycérides + glycérol + ac. gras		acides aminés

Document 23





**Document 26**

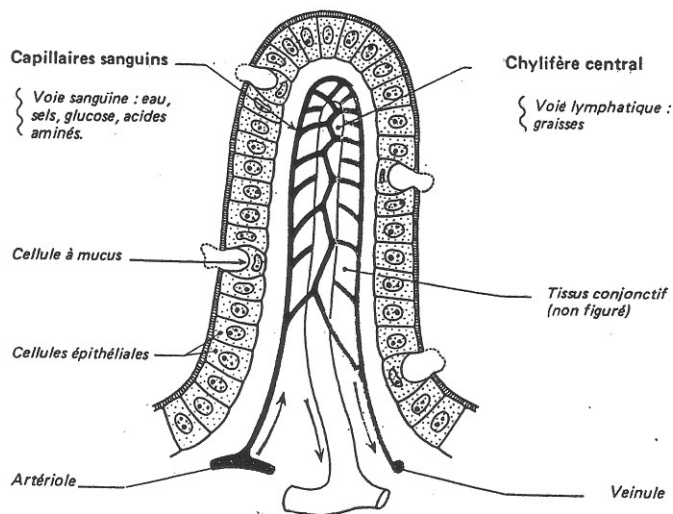


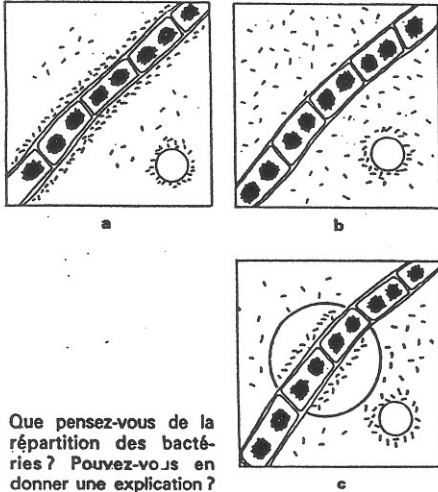
Schéma d'une villosité intestinale, avec indication des deux voies de l'absorption.

## EXERCICE I

Une algue verte filamenteuse est montée entre lame et lamelle dans une goutte d'eau. Dans cette préparation figurent aussi une bulle d'air et de très nombreuses bactéries.

La préparation est observée au microscope dans différentes conditions :

- préparation entièrement éclairée en lumière vive,
- observation en lumière très atténuée.
- observation en lumière très atténuée mais avec un petit cercle lumineux projeté sur une partie de la préparation.



Que pensez-vous de la répartition des bactéries ? Pouvez-vous en donner une explication ?

## EXERCICE II

La figure 15 indique l'intensité de la photosynthèse chez le Blé en fonction du taux de  $CO_2$  (en p.p.m. : parties par million) pour divers éclairagements (exprimés en  $W.m^{-2}$ ).

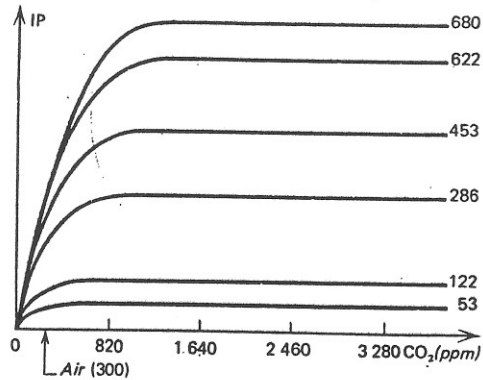
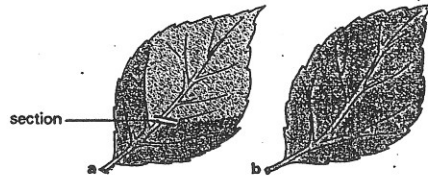


FIG. 15.

L'éclairage solaire direct étant de l'ordre de  $540 W.m^{-2}$ , évaluer approximativement à partir de quelle valeur, pour cet éclairage, le taux de  $CO_2$  cesse d'être facteur limitant (inspiré de R. Heller).

## EXERCICE III

Comment pouvez-vous interpréter l'expérience suivante pratiquée sur des feuilles de pommier ?



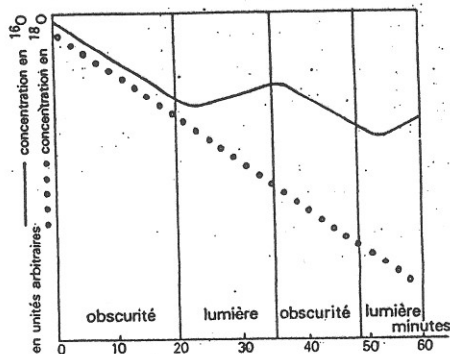
Après une journée ensoleillée, une section de la nervure centrale est pratiquée sur certaines feuilles (a), les autres (b) sont laissées intactes.

Le lendemain matin on prélève les deux types de feuilles et, après décoloration dans l'alcool bouillant, on les met en présence d'eau iodée. Le résultat pour chaque type de feuille est indiqué par le schéma ci-dessus.

## EXERCICE IV

Dans une culture d'algues unicellulaires (chlorelles), les expérimentateurs font arriver de l'air contenant un mélange d'oxygène ordinaire  $^{16}O$  et de l'isotope radioactif de l'oxygène  $^{18}O$ . Puis l'arrivée du mélange gazeux est stoppée à l'instant zéro ; on mesure alors l'évolution de la concentration des deux isotopes de l'oxygène dans l'eau, la culture étant alternativement placée à l'obscurité et à la lumière.

Analysez le document ci-contre. Que peut-on en conclure ?



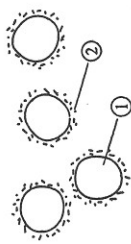
## EXERCICE V

10-15 min

Le document 1 présente une observation microscopique de bactéries avides en oxygène, placées dans une goutte d'eau contenant des bulles d'air.

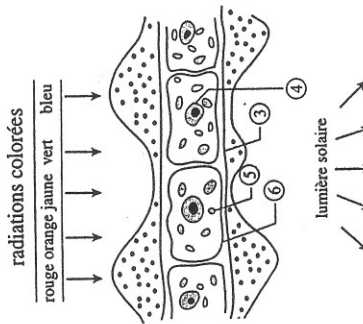
- Comment-expliquez vous la répartition des bactéries dans la préparation microscopique du document 1.
- Une expérience réalisée en 1894 montre la préparation microscopique suivante : une algue verte filamenteuse est placée dans une goutte d'eau et éclairée avec le spectre de la lumière solaire (document 2 a). Un prisme est utilisé pour séparer les différentes radiations (document 2 b). On introduit alors des bactéries avides en dioxygène dans la solution et le résultat est observé au microscope

Document 1

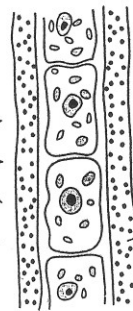


- ① bulles d'air
- ② Bacterium termo
- ③ filament de l'algue
- ④ noyau d'une cellule de l'algue
- ⑤ chloroplaste
- ⑥ paroi cellulaire

Document 2 a



Document 2 b



Sachant que les pigments photosynthétiques de ces algues sont proches de ceux des plantes vertes, déduire du document 2 les propriétés de ces algues vis à vis des radiations lumineuses.

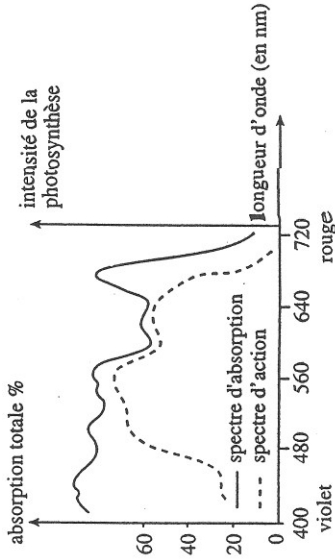
## EXERCICE VI

10 min

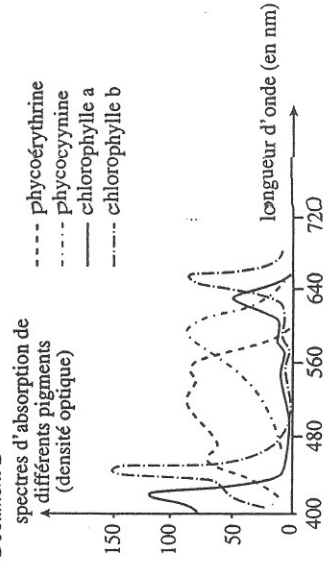
Chez une algue rouge (genre Porphyra), des mesures précises de la production de dioxygène ont permis d'obtenir le spectre d'action photosynthétique pour différentes longueurs d'ondes allant du violet au rouge (et réglées de telle manière que l'énergie reçue soit identique quelle que soit la longueur d'onde testée). Est également mesuré le spectre d'absorption, c'est à dire le pourcentage de lumière absorbé pour chaque longueur d'onde, par l'algue entière (document A), ou par ses pigments extraits de ces chloroplastes (document B).

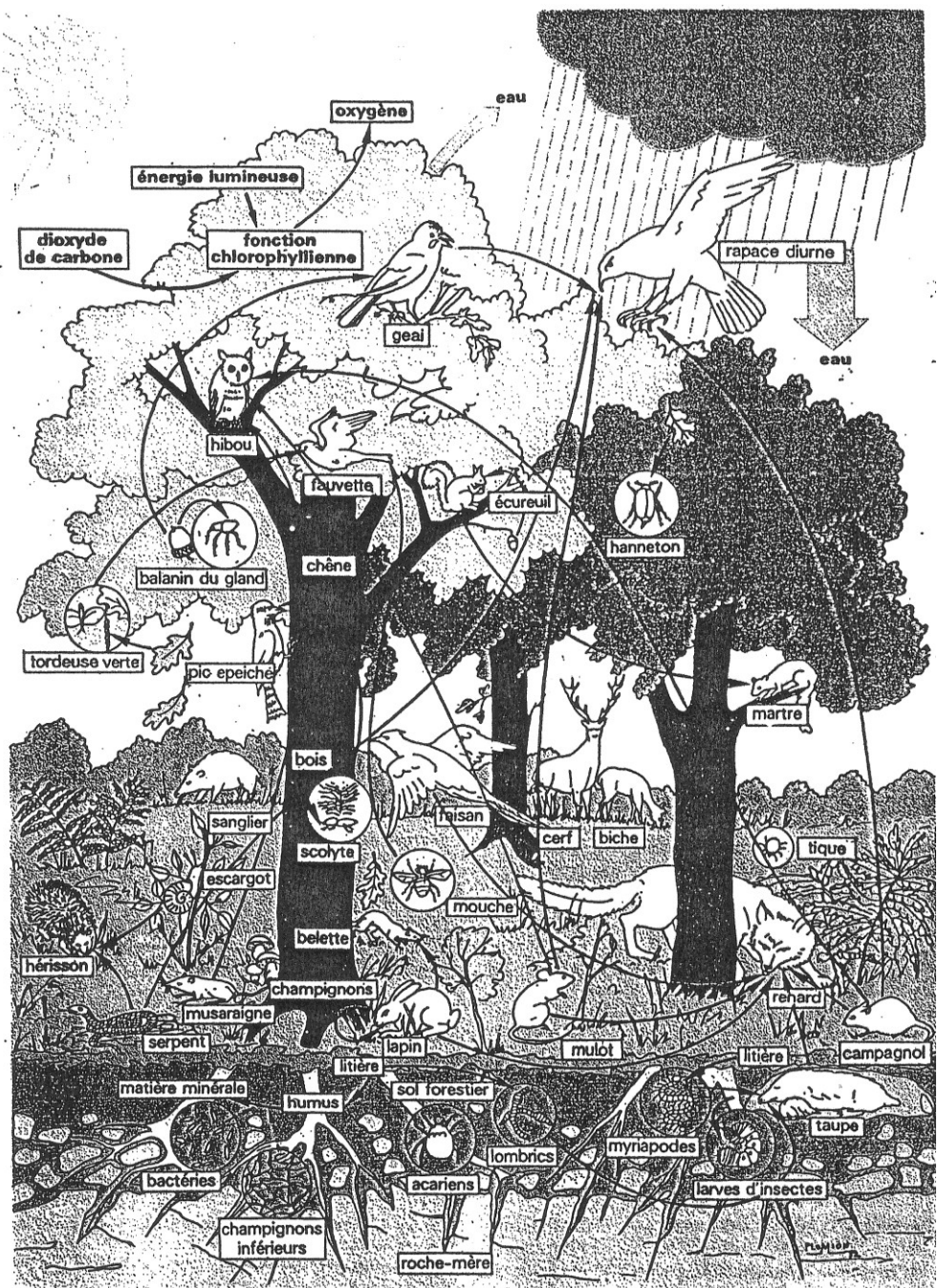
- Déterminer le rôle des pigments de cette algue.
- Les Porphyra peuvent vivre à des profondeurs de plusieurs mètres. Sachant qu'à cette profondeur ne parviennent principalement que les radiations de courtes longueurs d'onde, les autres étant absorbées par l'eau de mer, expliquer la répartition de ce type d'algue.

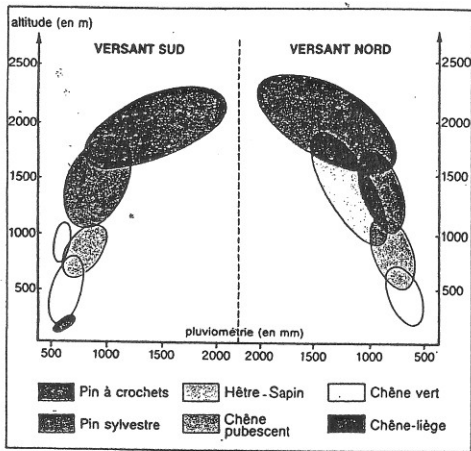
Document A



Document B

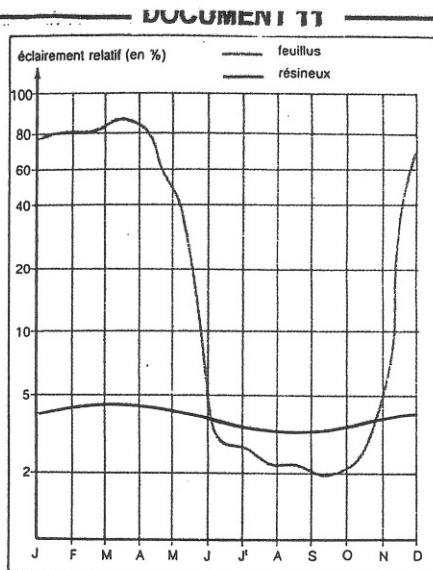




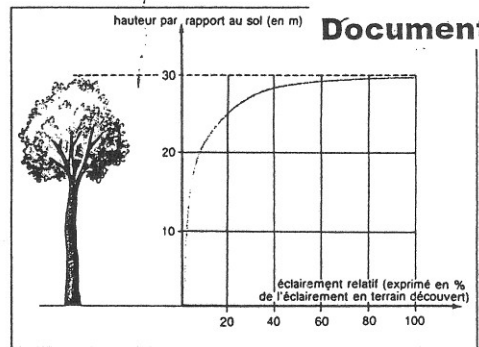


Répartition des forêts en fonction de l'humidité et de la température.

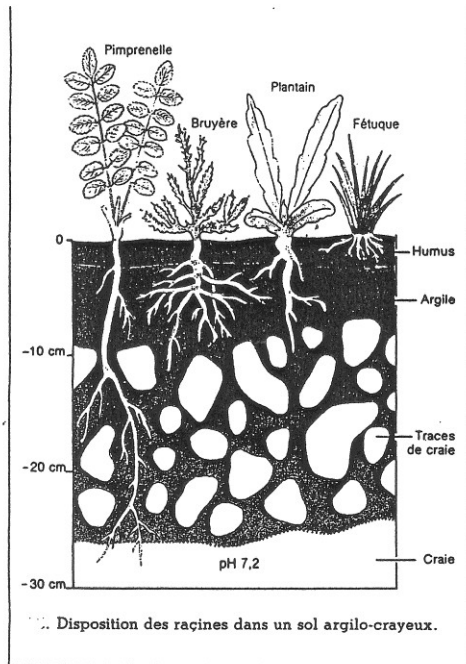
**Document 1**



Variations annuelles de l'éclaircement dans une forêt de feuillus et dans une forêt de résineux.

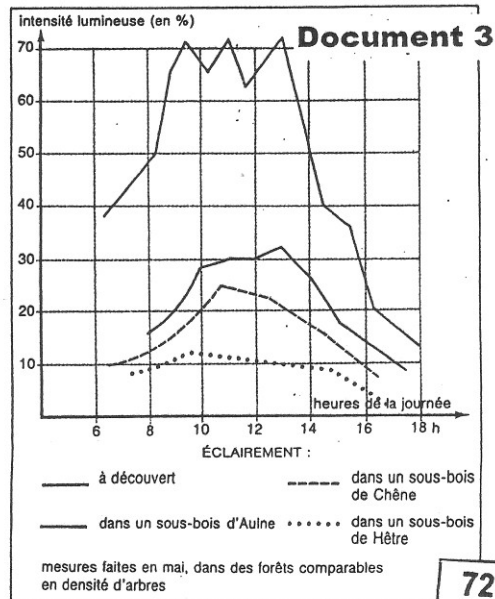


68. Éclaircement relatif aux différents niveaux d'une forêt.

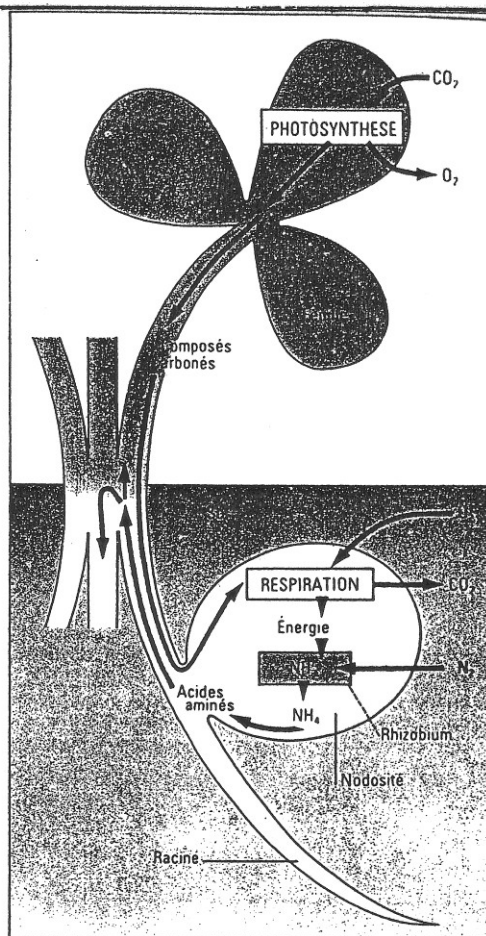


Disposition des racines dans un sol argilo-crayeux.

**Document 4**



Éclaircement, aux mêmes moments, dans différents types de sous-bois.



## La symbiose Légumineuse-Rhizobium

## Document 5

— Étude réalisée par des élèves le 24 septembre 1977 à 10 heures, dans la forêt de Rillieux, proche de Lyon.  
Météo : temps nuageux, brouillard.

	Relevé (100 m <sup>2</sup> ) n°	1	2	3	4	5	6	7	Nombre de relevés contenant l'espèce	Fréquence de l'espèce		Total des individus	Total pour la strate	Dominance en %	Secabilité	
										%	Indice					
Strate arbo- res- cente	Chêne pédonculé	8	12	22	5	17	11	22	7	100	V	97	130	74,6	I	
	Érable	—	2	—	2	—	—	11	3	42,8	III	15		11,5	1	
	Charme	—	2	1	—	—	—	9	6	57,1	III	18		13,8	1	
Strate arbus- tive	Ronce (o)	9	2	2	2	60	44	—	6	85,7	V	119	381	31,2	2	
	Aubépine	6	3	9	2	24	1	8	7	100	V	53		13,9	1	
	Églantier	—	—	—	—	—	—	1	6	28,5	II	7		1,8	3	
	Petit Houx	8	—	—	3	35	53	—	4	57,1	III	99		25,9	3	
	Fusain	—	—	25	—	—	40	17	3	42,8	III	82		21,5	2	
	Genêt	—	—	—	1	3	—	—	2	28,5	II	4		1	1	
	Cornouiller	—	2	4	—	—	1	10	4	57,1	III	17		4,4	1	
Strate her- bacée	Euphorbe des bois	—	—	—	—	—	—	5	1	14,2	I	5	101506	0,0	1	
	Verge d'or	—	1	—	3	—	—	10	3	42,8	III	14		0,0	2	
	Fraisier (o)	—	3	33	—	—	—	105	4	57,1	III	167		0,1	3	
	Géranium	—	—	—	—	—	—	—	4	14,2	I	4		0,0	2	
	Ficaire	—	—	—	1	—	98	6	3	42,8	III	105		0,1	4	
	Arum	—	—	—	—	—	—	—	2	14,2	I	2		0,0	1	
	Sceau-de-Salomon	1	—	—	—	2	1	—	3	42,8	III	4		0,0	1	
	Labiées	3	1	—	—	—	—	—	2	28,5	II	4		0,0	1	
	Graminées(o)	22000	10000	4700	30000	30000	2800	—	6	85,7	V	100000		99,1	5	
	Lierre (o)	—	—	4	10	250	110	30	5	71,4	IV	404		0,4	4	
	Semis	Chêne	—	2	51	6	60	32	14	6	85,7	V		165	0,1	1
		Érable	—	—	—	—	—	5	—	1	14,2	I		5	0,0	1
		Charme	—	—	—	—	—	22	4	2	28,5	II		26	0,0	1

N.B. : Le symbole (o) indique que les nombres donnés correspondent à des estimations, et non à des comptages réels :  
— pour la Ronce : 1 pied/m<sup>2</sup> — pour les Graminées : 1 pied/cm<sup>2</sup> — pour le Lierre : 5 pieds/m<sup>2</sup> — pour le Fraisier : 1 pied/100 cm<sup>2</sup>

73

## Document 6