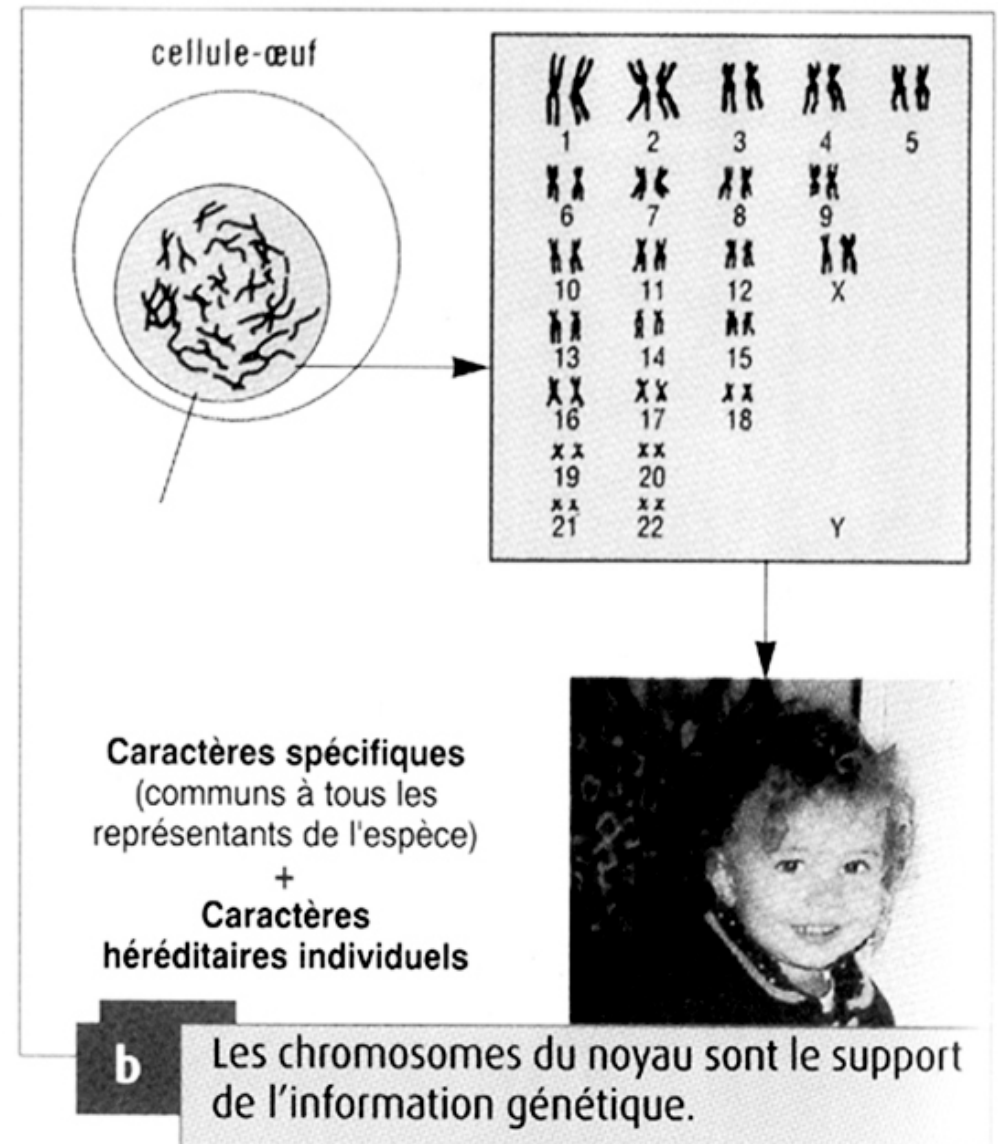
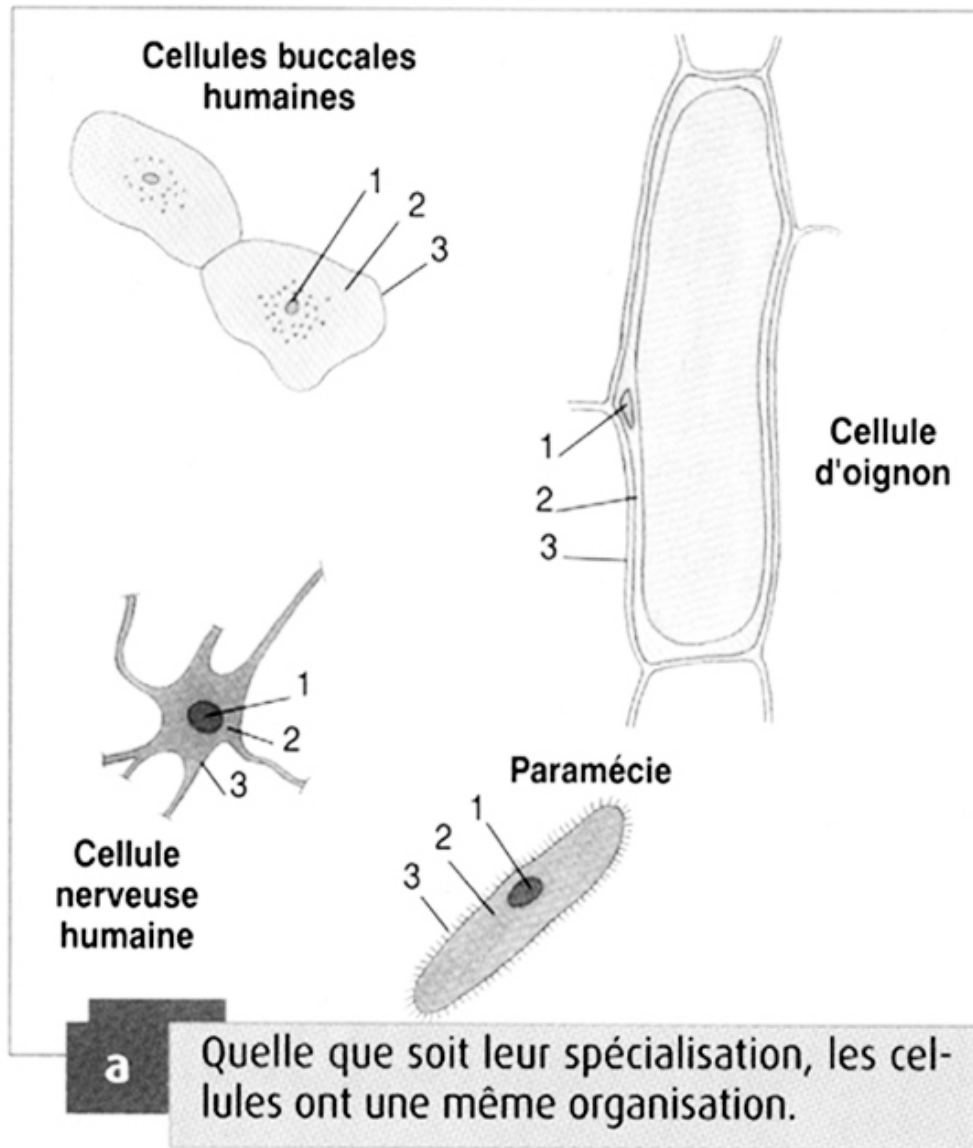


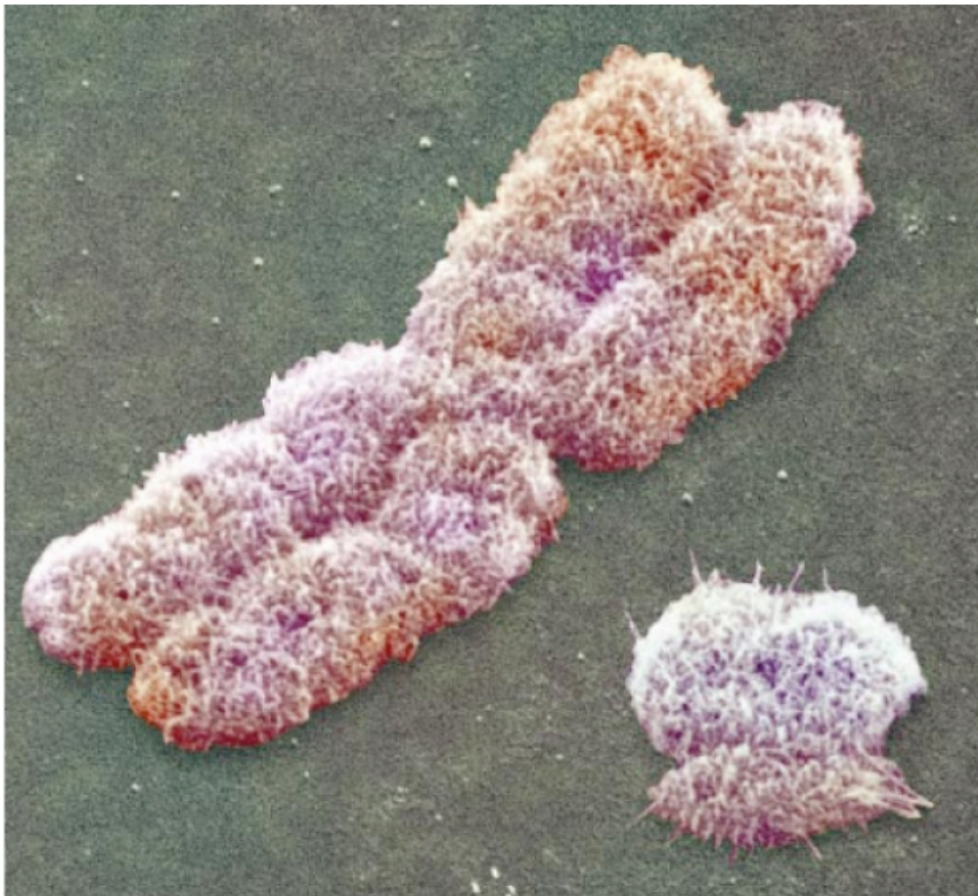
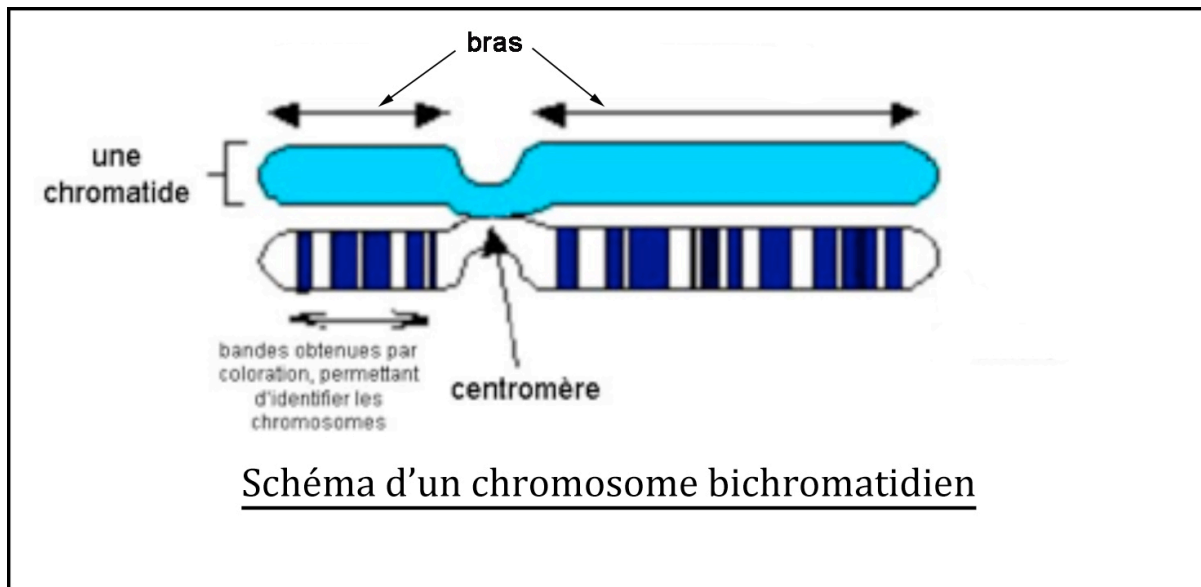
Thème A : Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

Chapitre A1 :
La transmission du patrimoine génétique
chez les Eucaryotes

Rappels

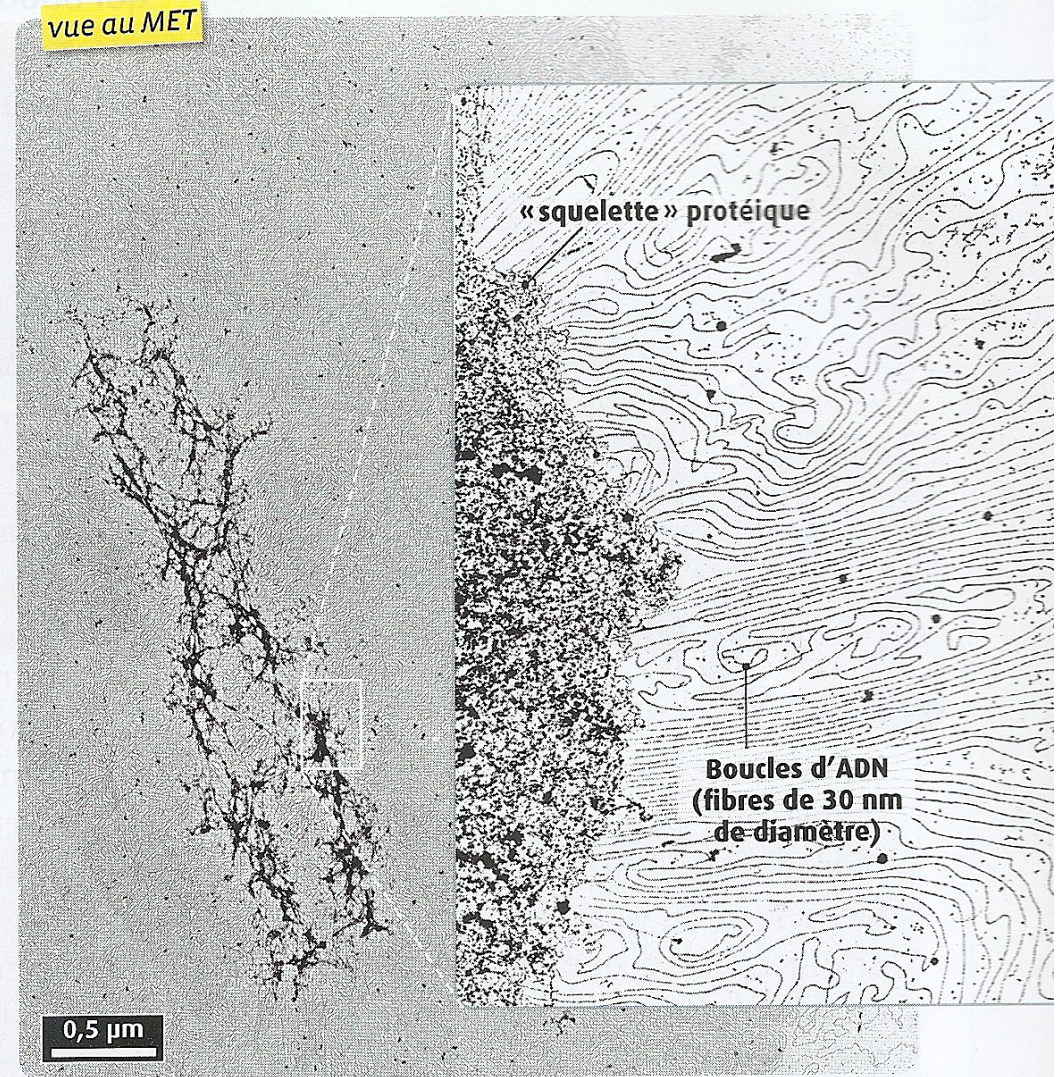
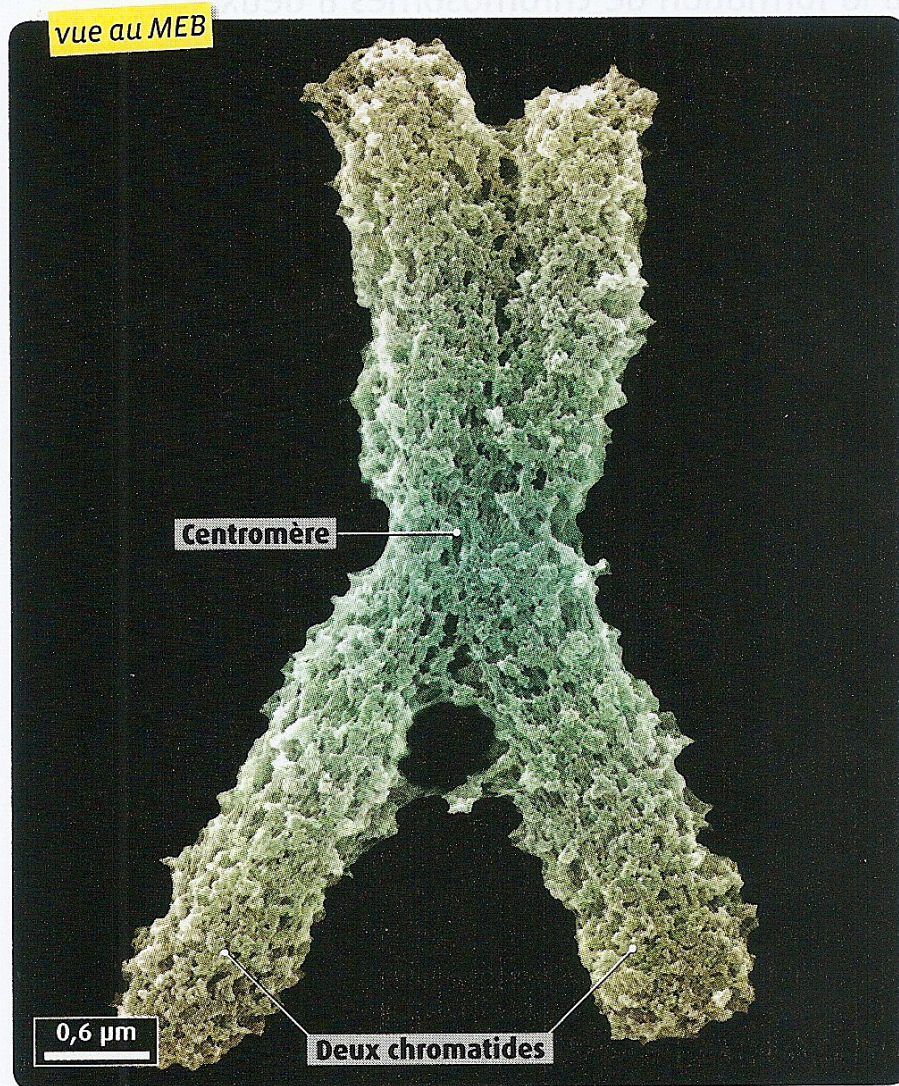
Localisation des chromosomes





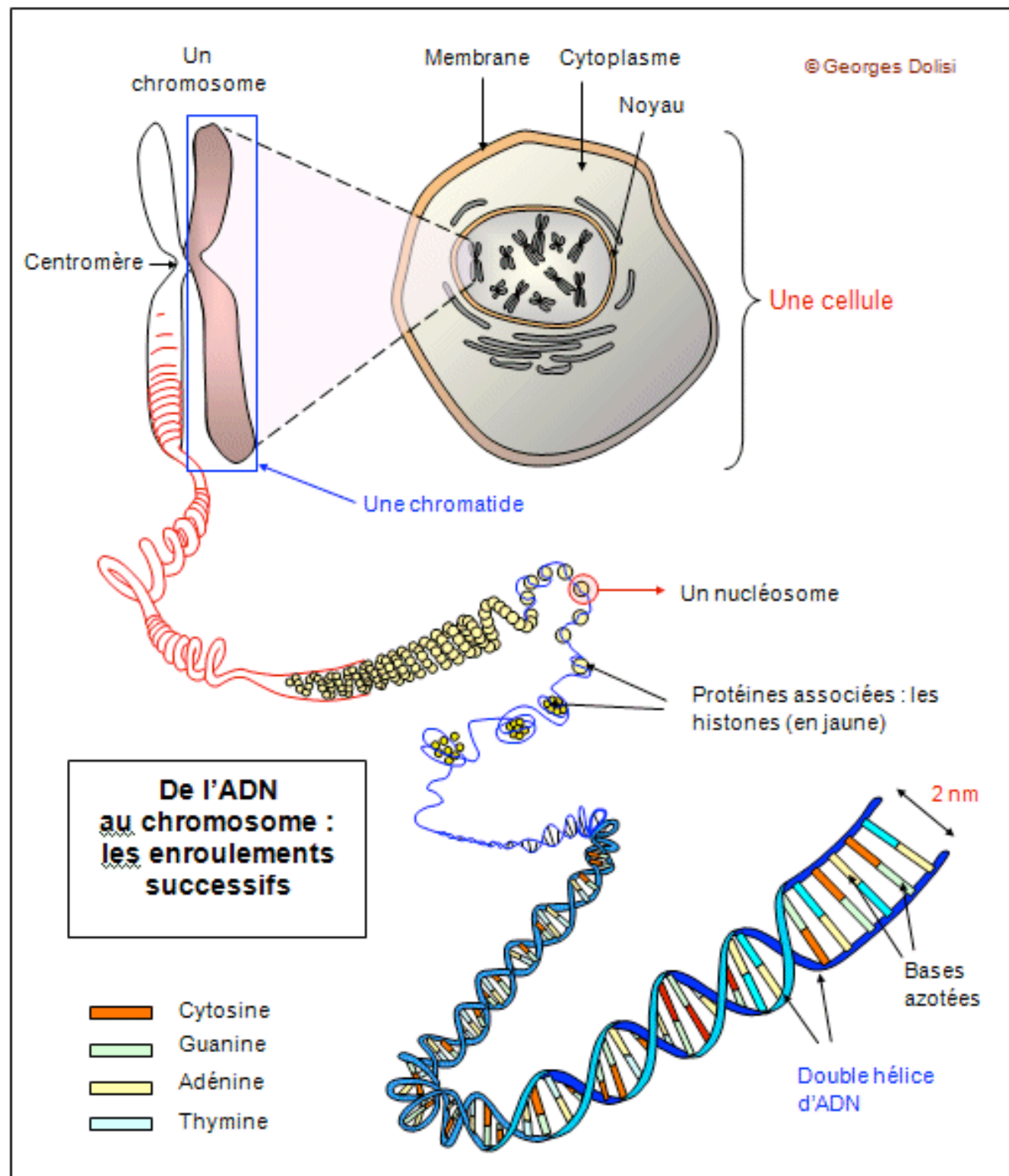
Chromosomes humains X et Y observés au microscope électronique à balayage x 12 000

La composition d'un chromosome

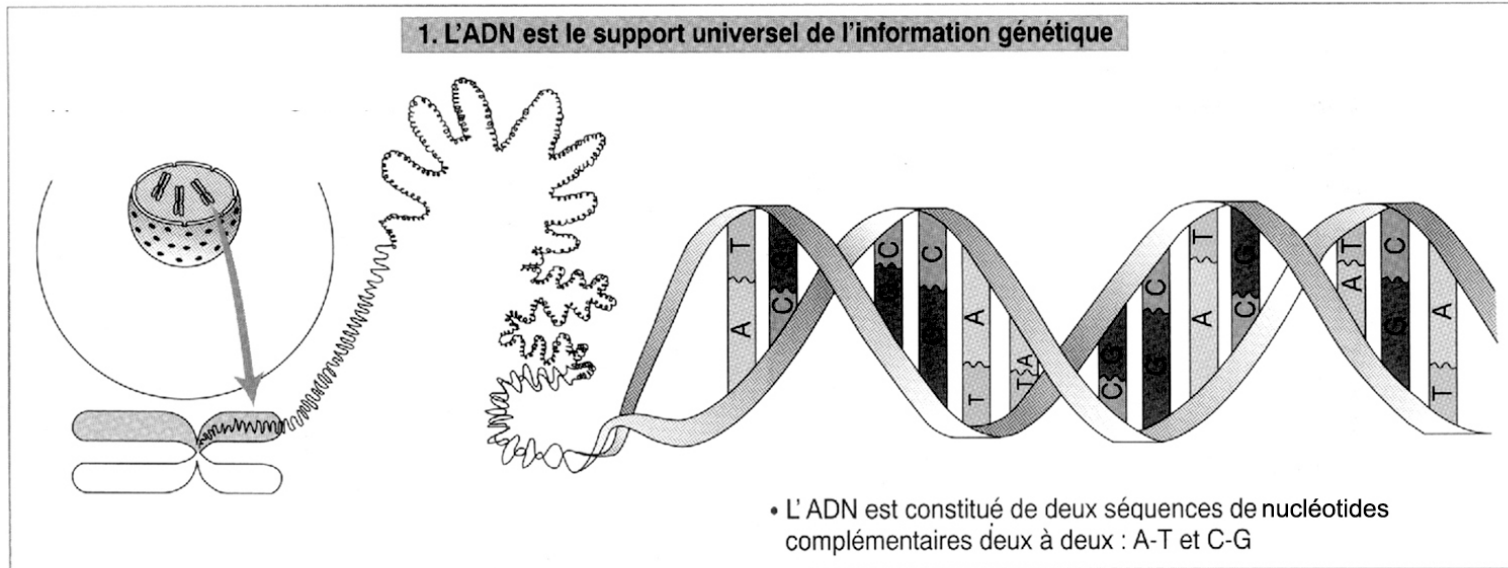


4 La structure d'un chromosome à deux chromatides lors de la métaphase de la mitose. Chaque chromatide est constituée d'une unique molécule d'ADN compactée sous la forme de nombreuses boucles. Ces boucles apparaissent « débobinées » sur le cliché de droite, où le chromosome est observé après un traitement spécifique.

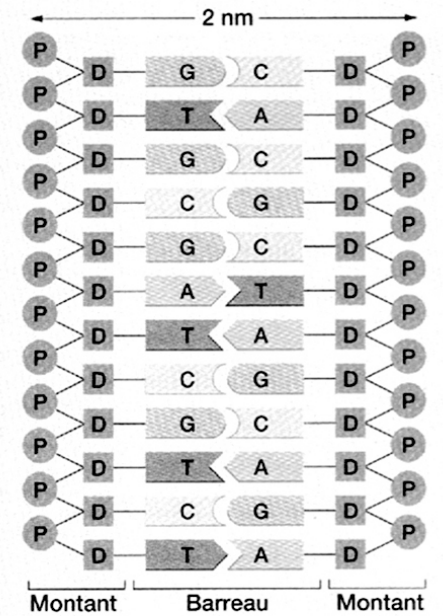
Du chromosome à l'ADN



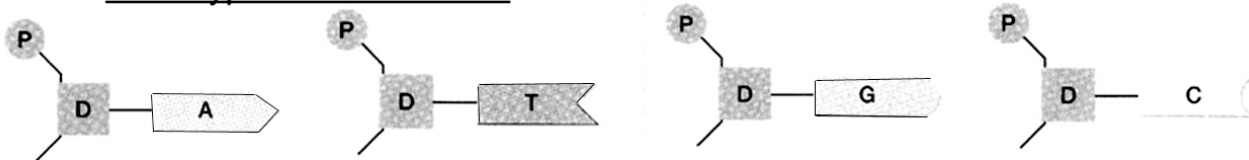
Les nucléotides de la molécule d'ADN



Molécule d'ADN déroulée

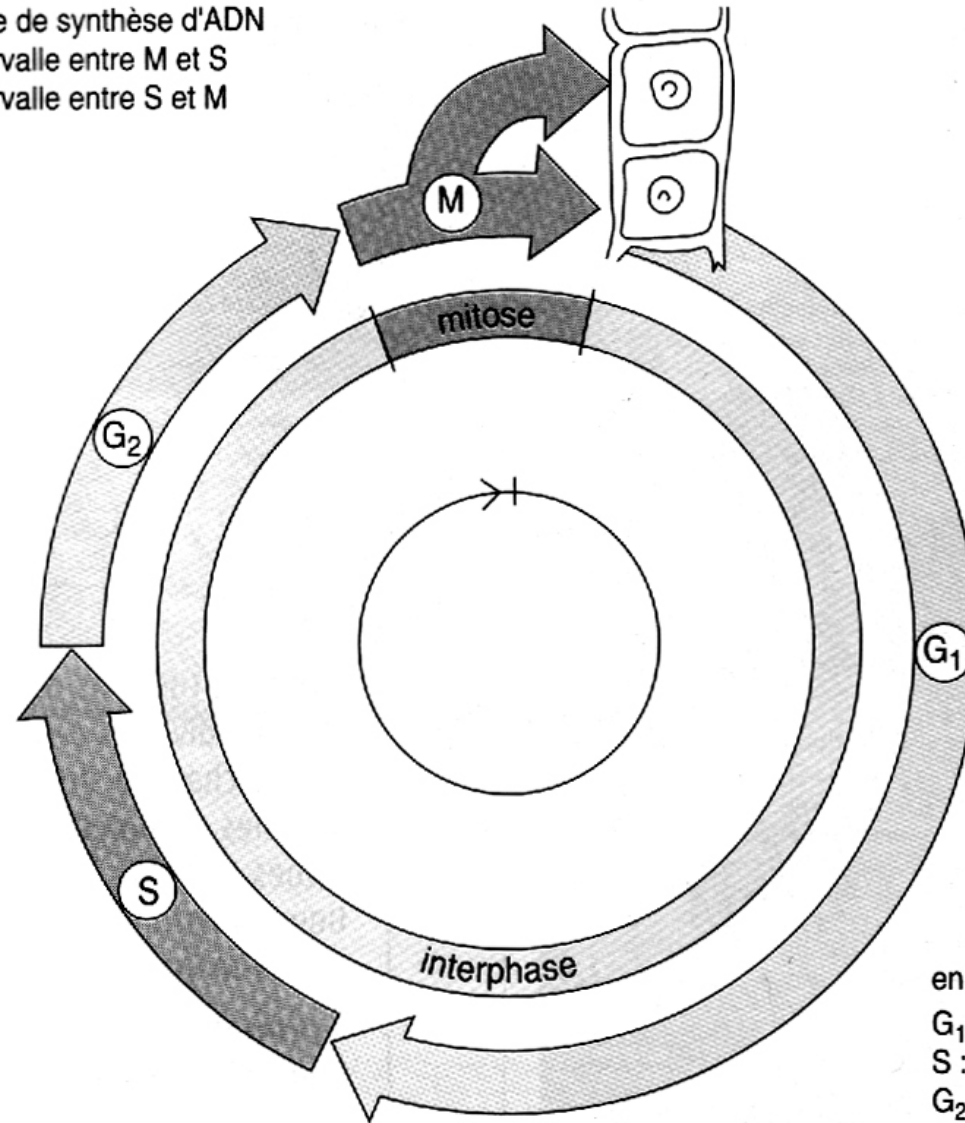


Les 4 types de nucléotides

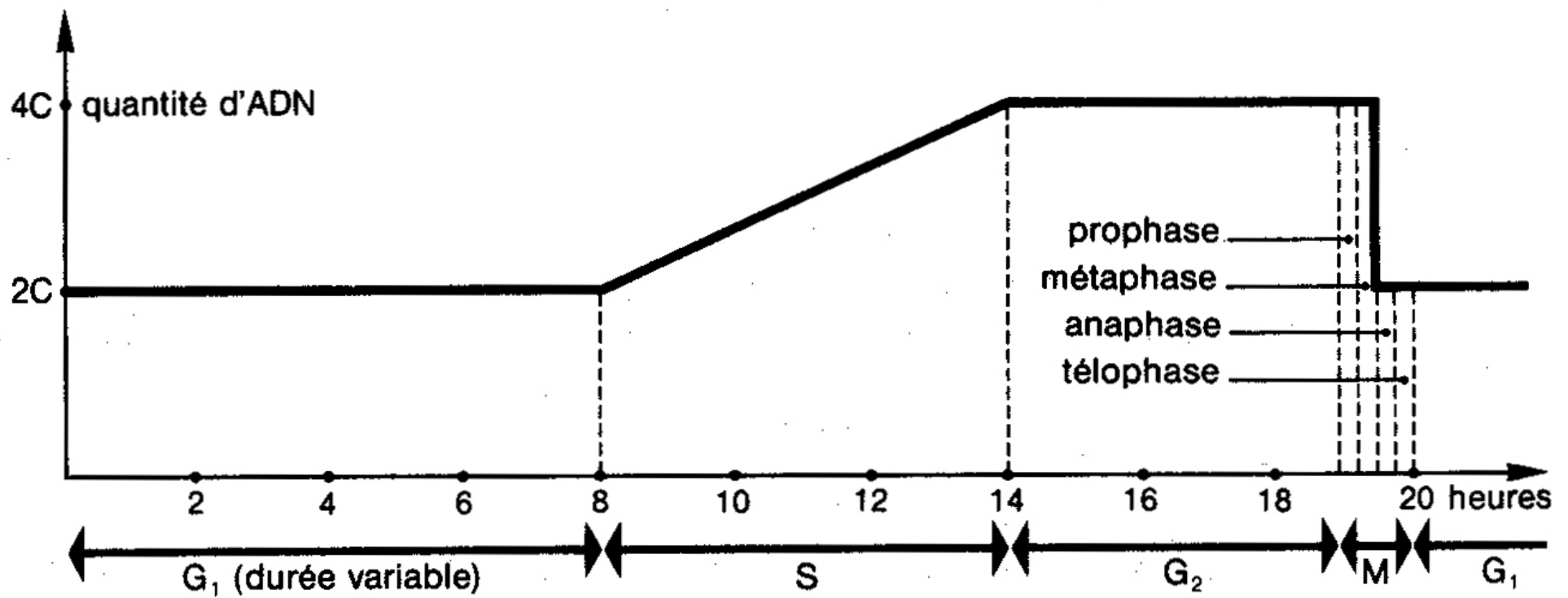


I. La mitose

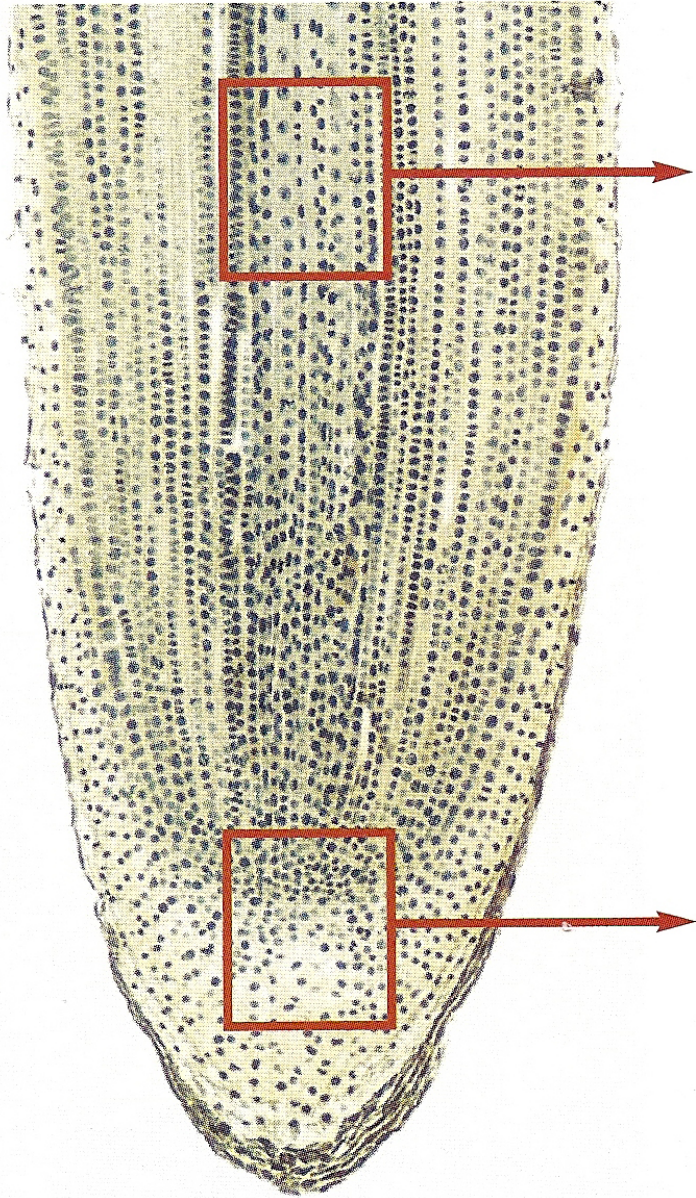
M : mitose
S : phase de synthèse d'ADN
G₁ : intervalle entre M et S
G₂ : intervalle entre S et M



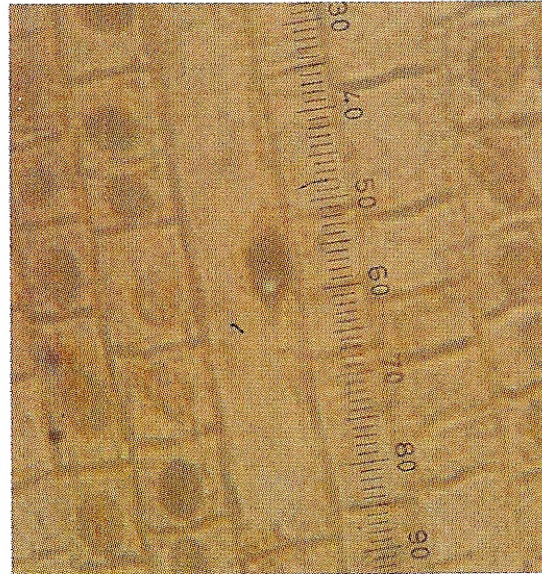
3 Le cycle cellulaire d'une cellule eucaryote comprend plusieurs étapes.



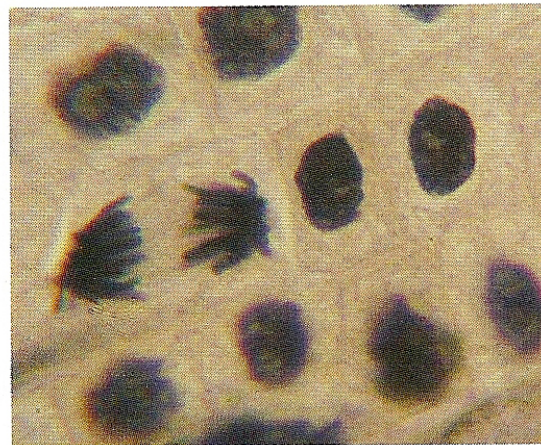
Variations de la quantité d'ADN pendant les phases d'un cycle cellulaire



> **Doc. 3** Coupe longitudinale d'une racine d'ail observée au MO (x 10).



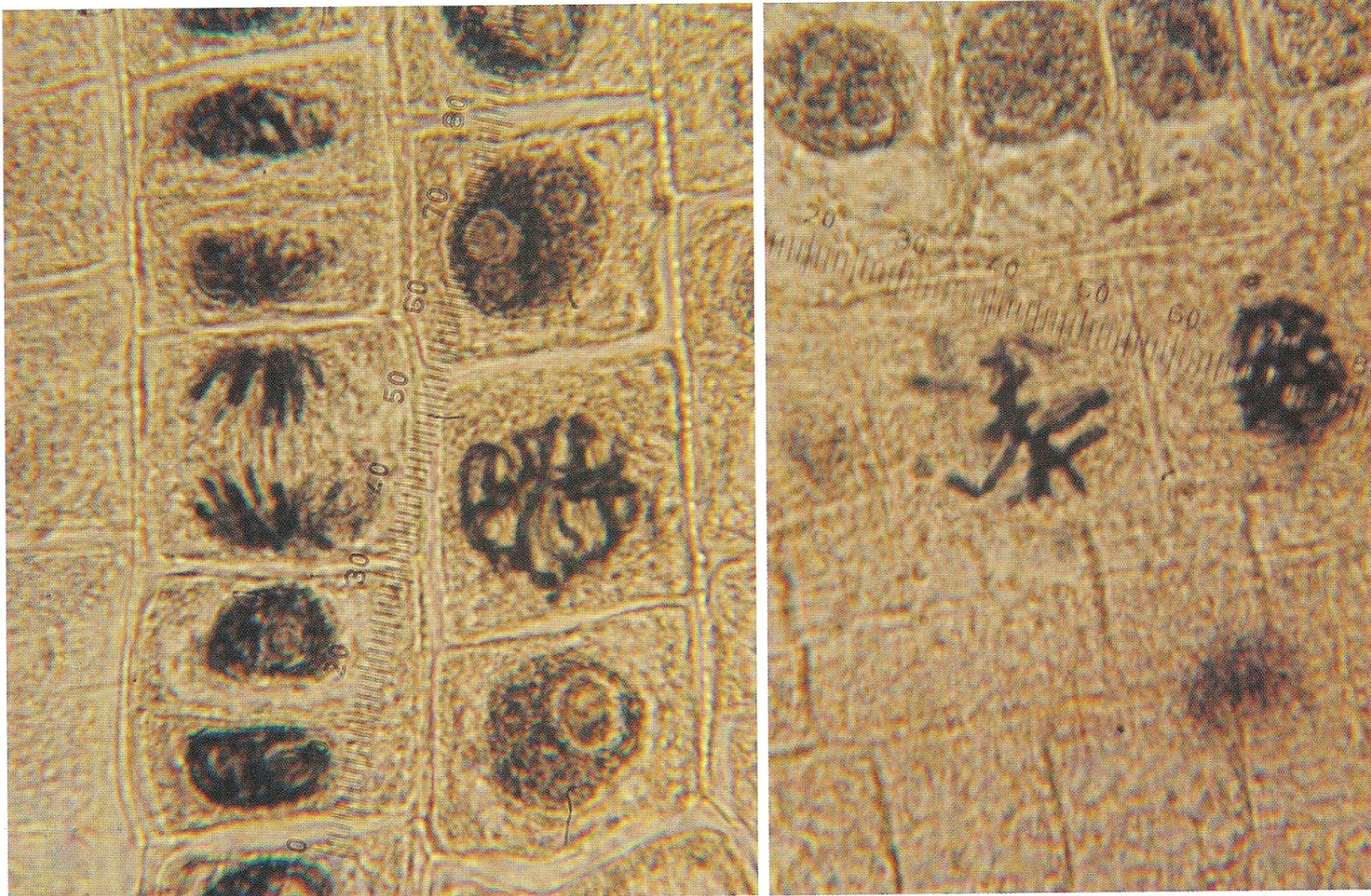
> **Doc. 4** Cellules de la zone d'élongation, observées au MO (x 40).



> **Doc. 6** Cellules de la zone de multiplication, observées au MO (x 40).

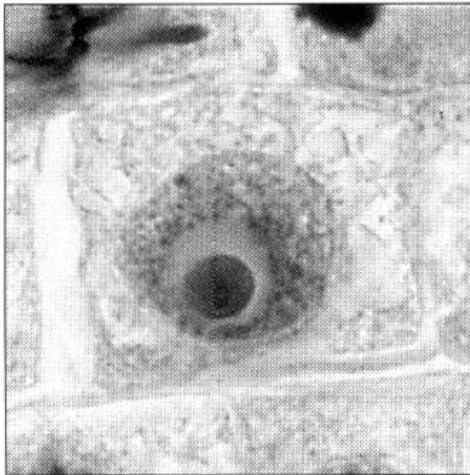
Observation de
cellules en
mitose dans une
racine d'ail

Observation microscopique de cellules à différents stades de la mitose

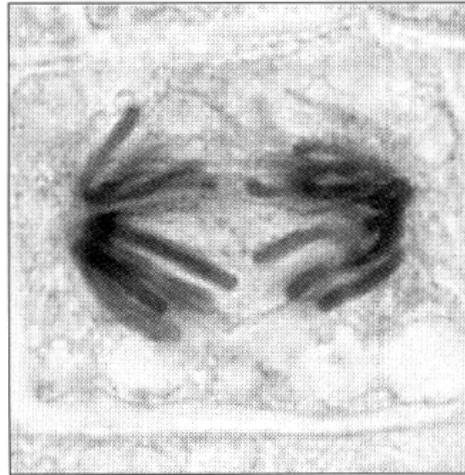


> **Doc. 2** Cellules de racine d'ail à différentes phases de la mitose, observées au MO (x 40).

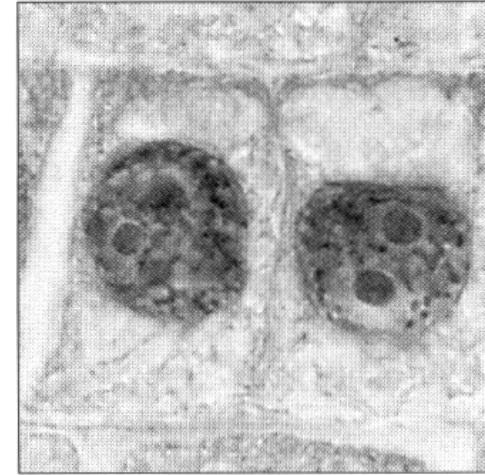
Observation microscopique de cellules à différents stades de la mitose



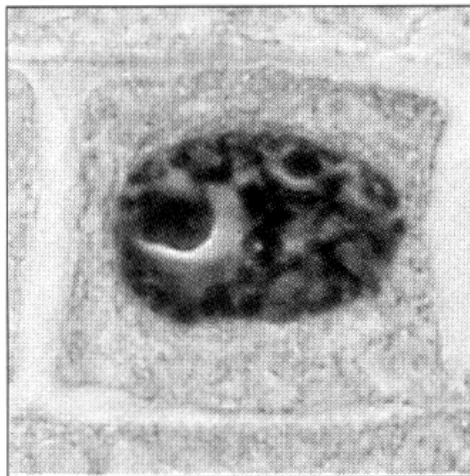
Document 1



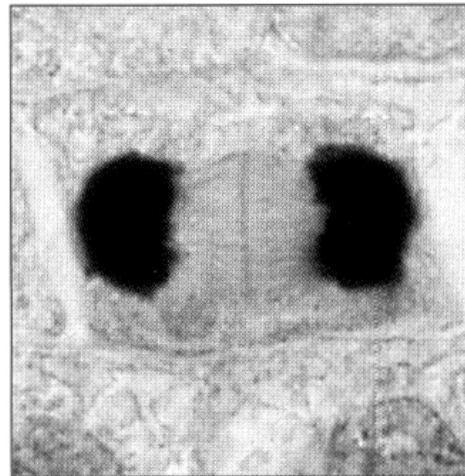
Document 2



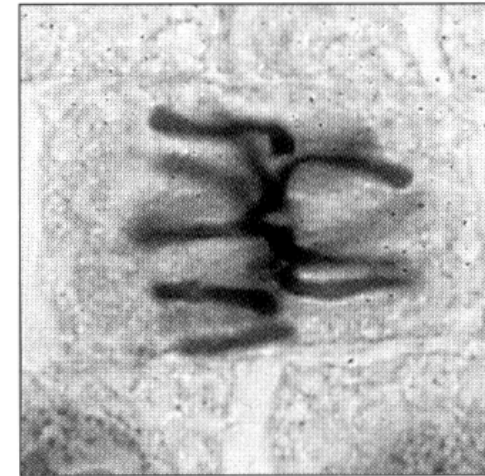
Document 3



Document 4



Document 5



Document 6

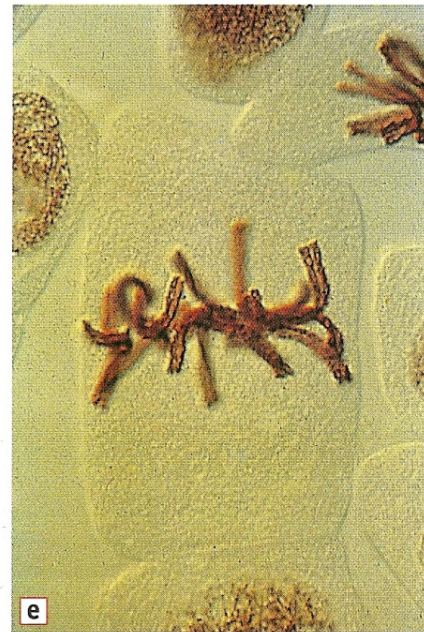
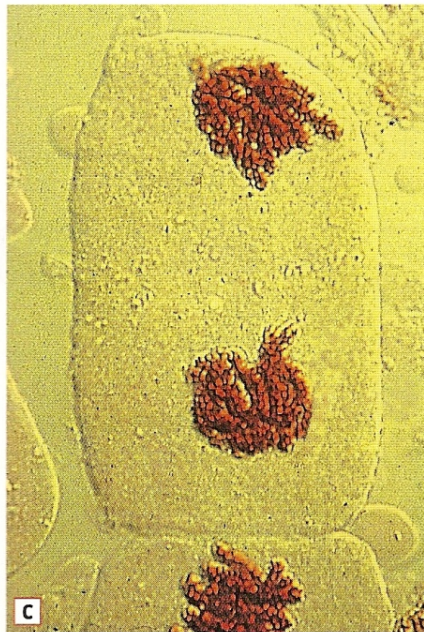
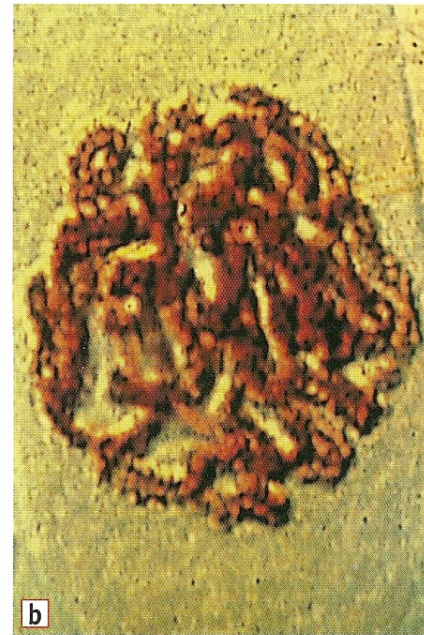
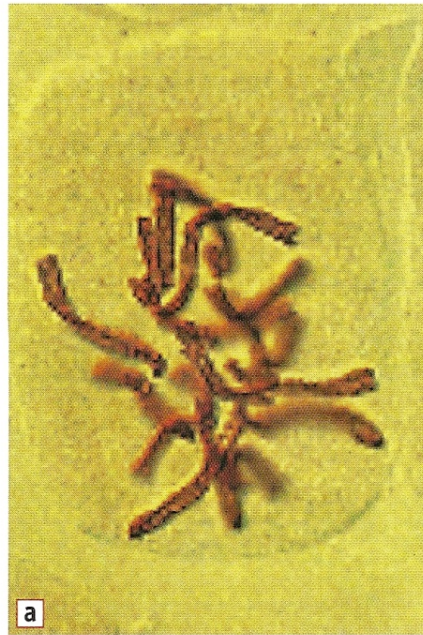
B Des observations plus détaillées permettent d'identifier quatre phases

Ce document présente, pêle-mêle, diverses observations de cellules en mitose.

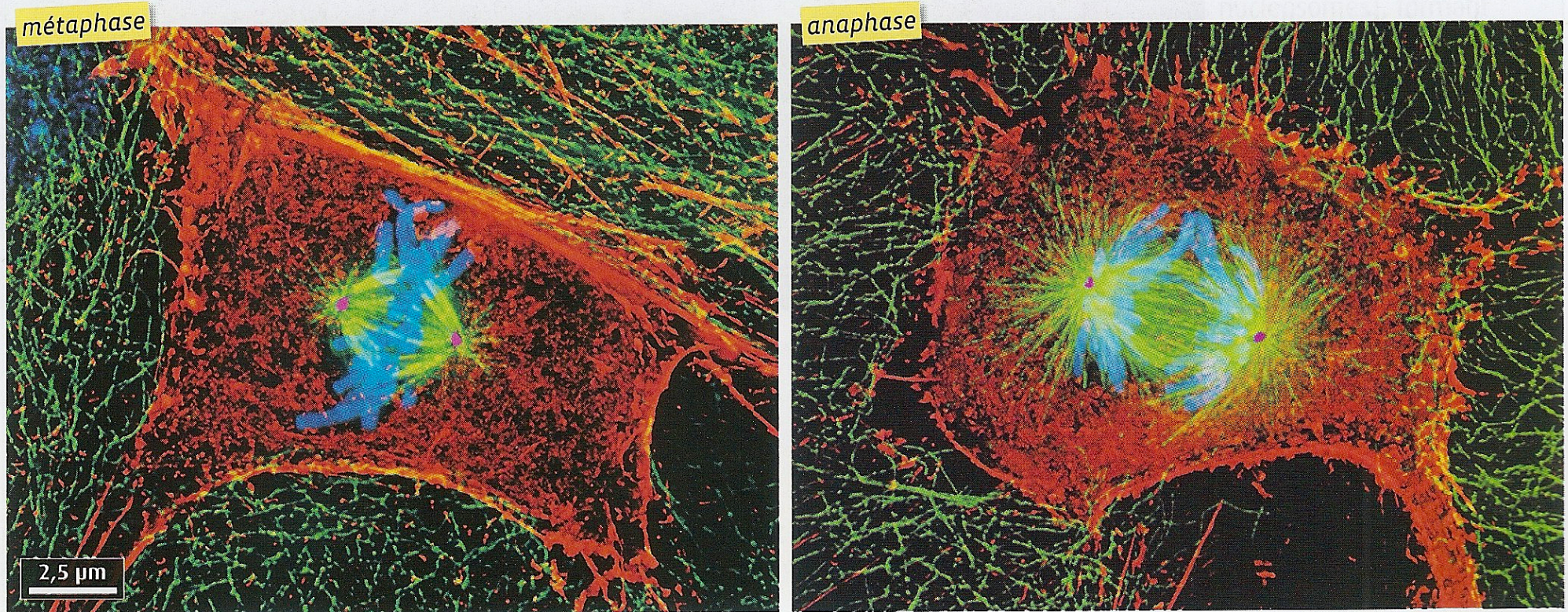
On distingue classiquement dans la mitose quatre phases successives :

- la prophase ;
- la métaphase ;
- l'anaphase ;
- la télophase.

Chacune se caractérise par des modifications dans le comportement des chromosomes : leur degré de condensation change, et ils se déplacent à l'intérieur de la cellule.



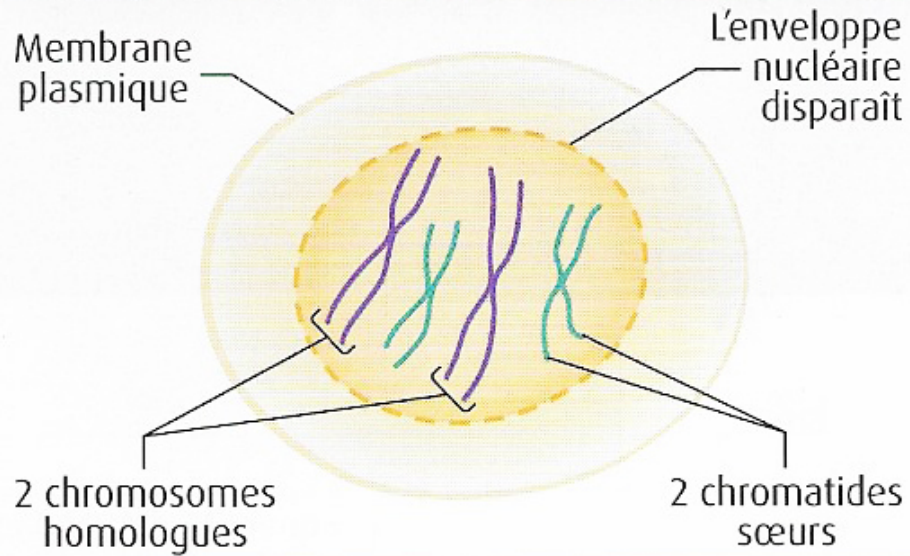
Observation des fibres du fuseau mitotique dans une cellule en mitose



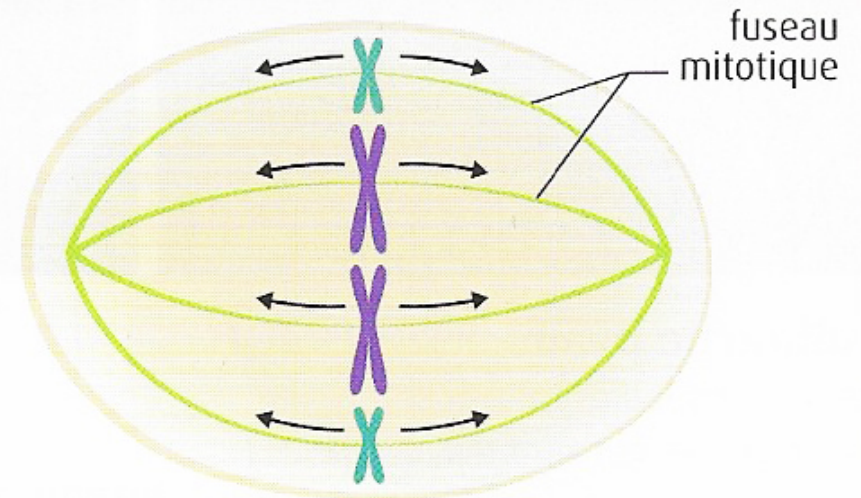
3 Une vue de détail des chromosomes lors de la métaphase et de l'anaphase. Grâce à des molécules fluorescentes, on a marqué en bleu les chromosomes, en rouge le cytoplasme et en vert des protéines appelées tubulines. Ces dernières forment des câbles qui sont capables de séparer puis de tirer les chromatides d'un chromosome double.

Schéma des étapes de la mitose (cellule contenant 2 paires de chromosomes : $2n=4$)

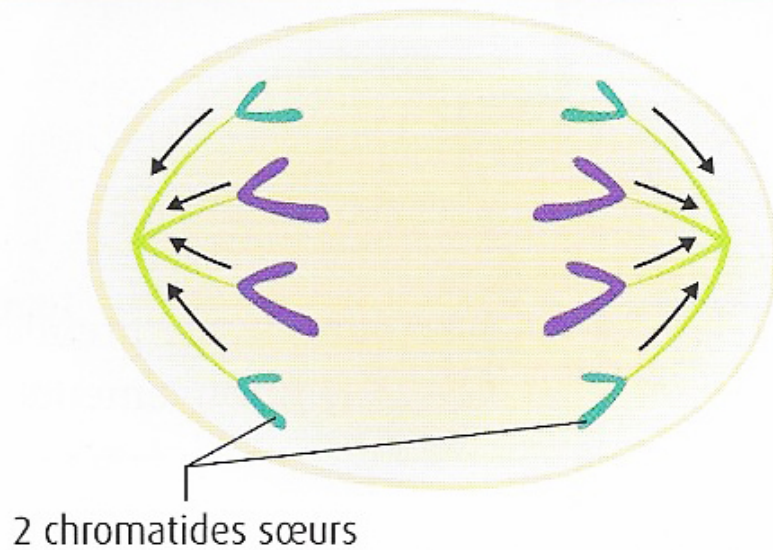
Prophase



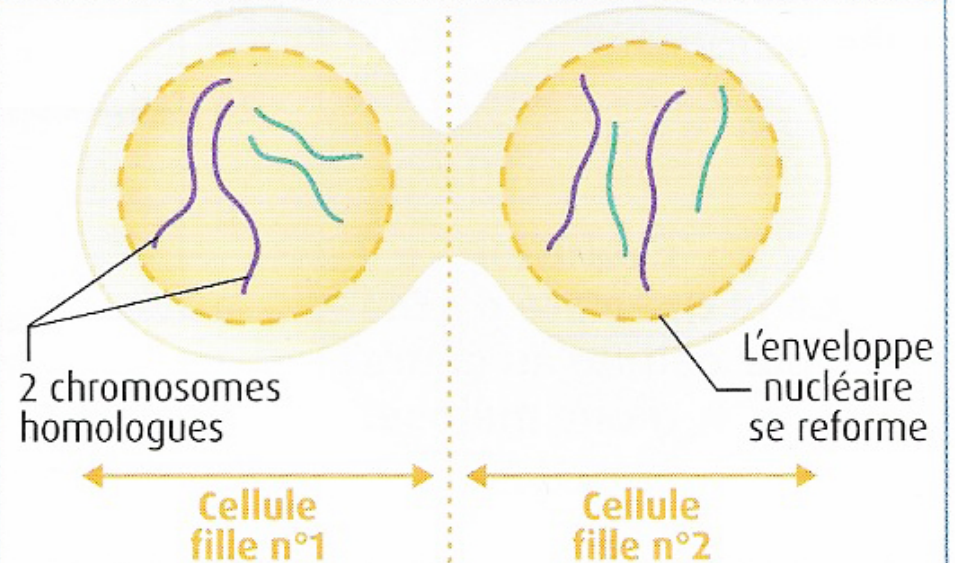
Métaphase



Anaphase



Télophase



La condensation des chromosomes

Chromosome dupliqué (phase G2)

Chromosome en début de mitose (prophase)

condensation →

condensation →

centromère

2 chromatides identiques

Un chromosome condensé observé au M.E.B.

- **Chromatide** : lorsque le chromosome est dupliqué, il est formé de deux chromatides « sœurs », identiques, contenant chacune une molécule d'ADN.
- **Centromère** : zone au niveau de laquelle les deux chromatides sœurs restent accrochées l'une à l'autre.

Pendant l'interphase les chromosomes ne sont pas visibles. Ils sont pourtant présents dans le noyau, mais ils sont décondensés : l'ADN et les protéines qui lui sont associées sont sous une forme lâche, déroulée. L'enchevêtrement de filaments extrêmement fins ne permet donc pas de distinguer les chromosomes, du moins au microscope optique. Dès le début de la mitose, ces filaments s'enroulent sur eux-mêmes et autour de grosses protéines. La longueur de

chaque chromosome diminue fortement, tandis que son épaisseur augmente : on peut alors observer les chromosomes en microscopie optique. Sur la photo ci-dessus (prise au microscope électronique à balayage), on remarque de nombreuses boucles recouvrant la surface des chromatides. Il s'agit d'ADN, très fortement enroulé sur lui-même et autour de protéines. Chaque chromatide d'un chromosome contient une seule molécule d'ADN.

II. La réplication de l'ADN

Expérience historique de Meselson et Stahl en 1958

M. Meselson

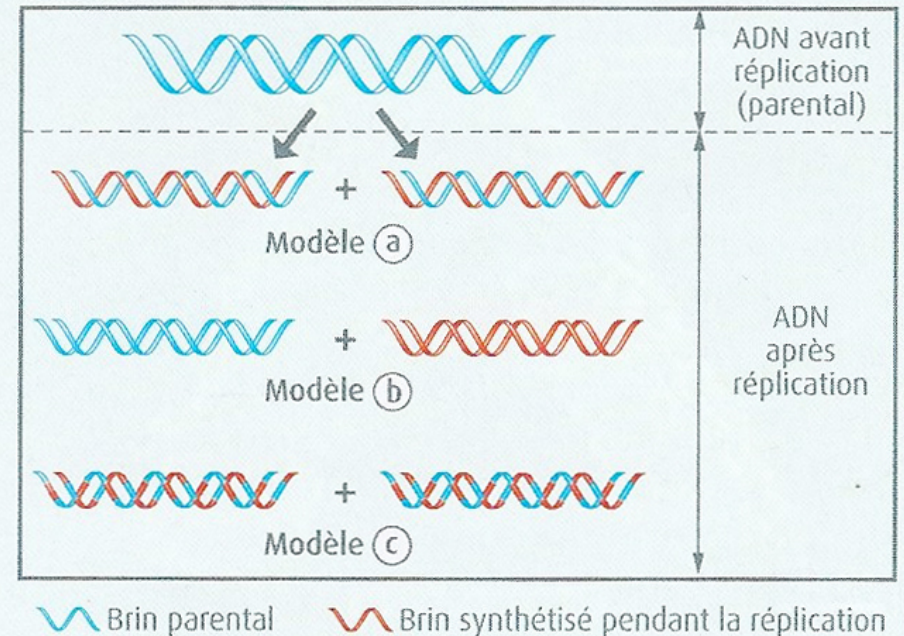


F. Stahl



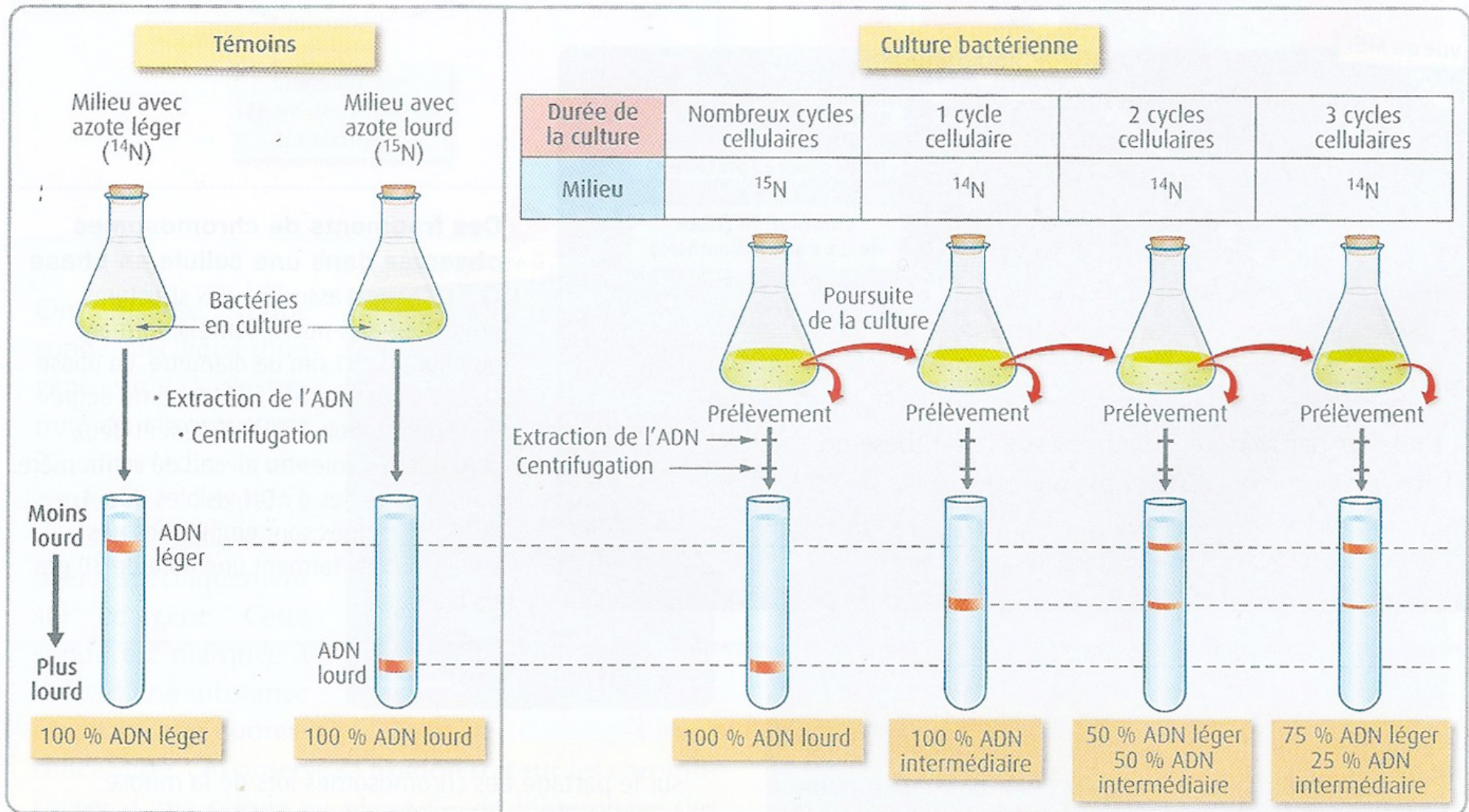
« Nous avons cherché à savoir si l'ADN se réplique de façon **semi-conservative**, de façon dispersive ou de façon conservative. Autrement dit, à chaque division,

est-ce que les deux brins se séparent, restent sous la forme simple brin pendant un certain temps puis se trouvent chacun associés à un brin nouvellement synthétisé? Ou bien est-ce qu'ils se disloquent et sont ensuite dispersés? Ou bien est-ce que les deux brins restent indéfiniment accolés et permettent la synthèse, à côté d'eux, d'une molécule dont les deux brins sont nouvellement synthétisés? »



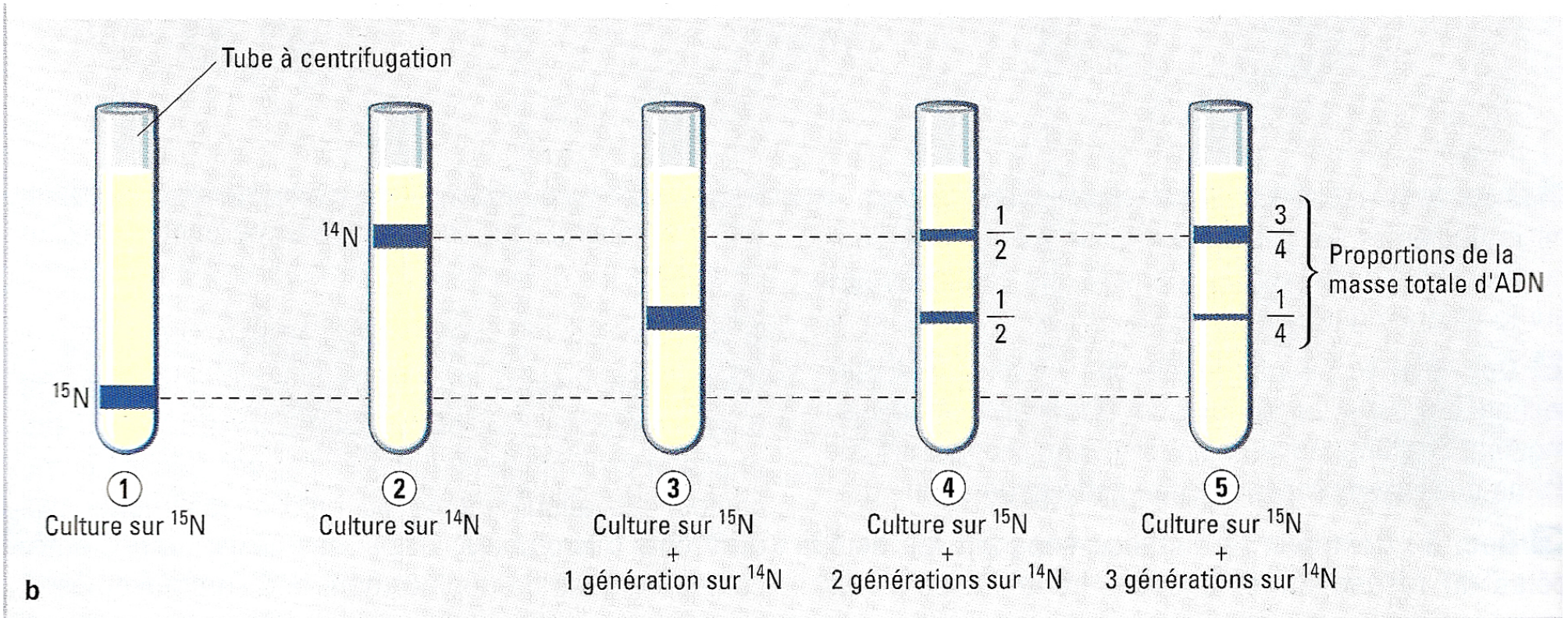
1 L'objectif de l'expérience raconté par ses auteurs : M. Meselson et F. Stahl (1958).

Expérience et résultats de Meselson et Stahl



2 Principe et résultats de l'expérience. Les bactéries sont cultivées pendant de nombreux cycles dans un milieu enrichi en azote lourd (^{15}N) puis transférées dans un milieu enrichi en azote léger (^{14}N). À chaque réplication, l'azote, qu'il soit lourd ou léger, s'incorpore à l'ADN bactérien. Un échantillon de chaque culture est prélevé, puis l'ADN bactérien est extrait, placé dans un tube et centrifugé. Cela permet d'évaluer la proportion d'ADN «lourd» (avec ^{15}N), «léger» (avec ^{14}N) ou «mixte» (avec ^{14}N et ^{15}N): sous l'effet de la centrifugation, l'ADN forme une bande qui est localisée d'autant plus près du fond du tube que la molécule est lourde.

Résultats de l'expérience de Meselson et Stahl



L'expérience de Taylor, 1957

- En 1957, quatre ans après la découverte de l'ADN, Taylor met en culture de jeunes plantules dans un milieu nutritif contenant un « précurseur marqué » de l'ADN. Ce précurseur est le **nucléotide T** de l'ADN dans lequel certains atomes d'hydrogène ont été remplacés par l'isotope **radioactif** de cet élément, le tritium (^3H). Lorsque les cellules répliquent leurs molécules d'ADN, elles incorporent ce précurseur et l'ADN formé devient radioactif. Cette molécule est alors détectable par la technique d'**autoradiographie** : les cellules en culture sont écrasées et mises en contact avec un film photographique. Le rayonnement émis par les molécules radioactives impressionne le film, formant ainsi une tache noire qui révèle la position de ces molécules dans la cellule.

- Les plantules sont cultivées pendant la durée d'un **cycle cellulaire** sur ce milieu radioactif. Taylor prélève alors des racines et réalise une première autoradiographie (**a**). Les plantules sont ensuite transférées dans un second milieu, non radioactif. Une seconde autoradiographie (**b**) est réalisée après un second cycle cellulaire.

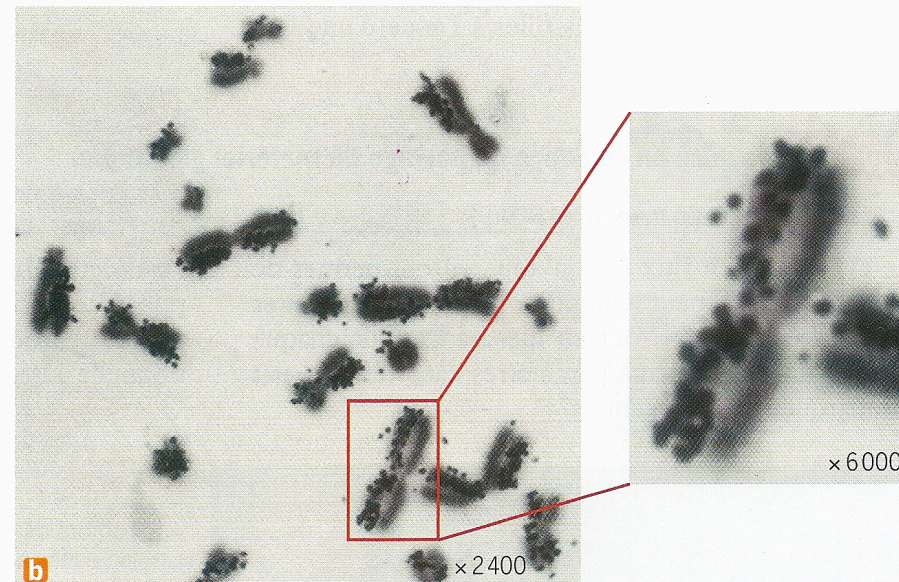
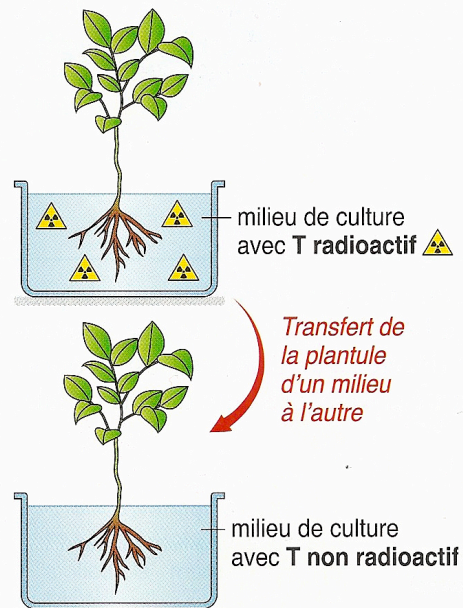
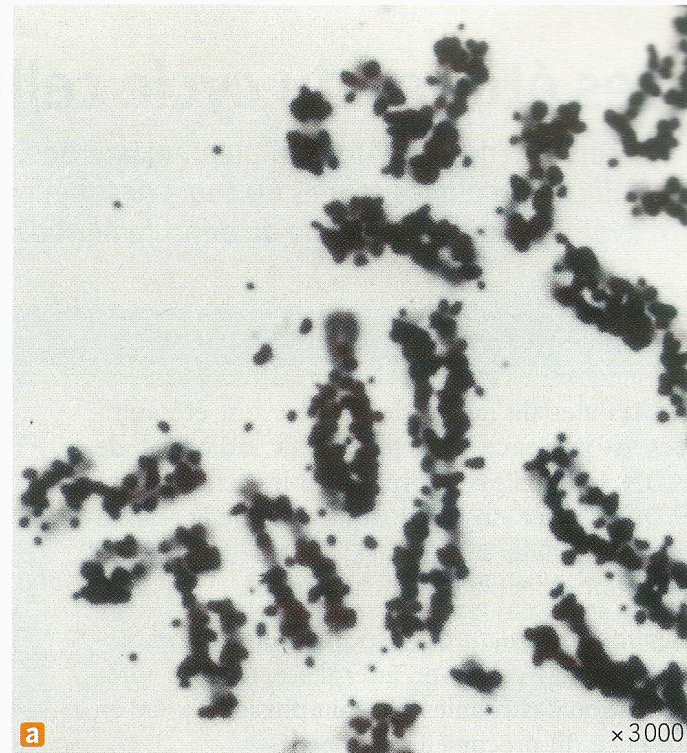


Schéma de la réplication de l'ADN

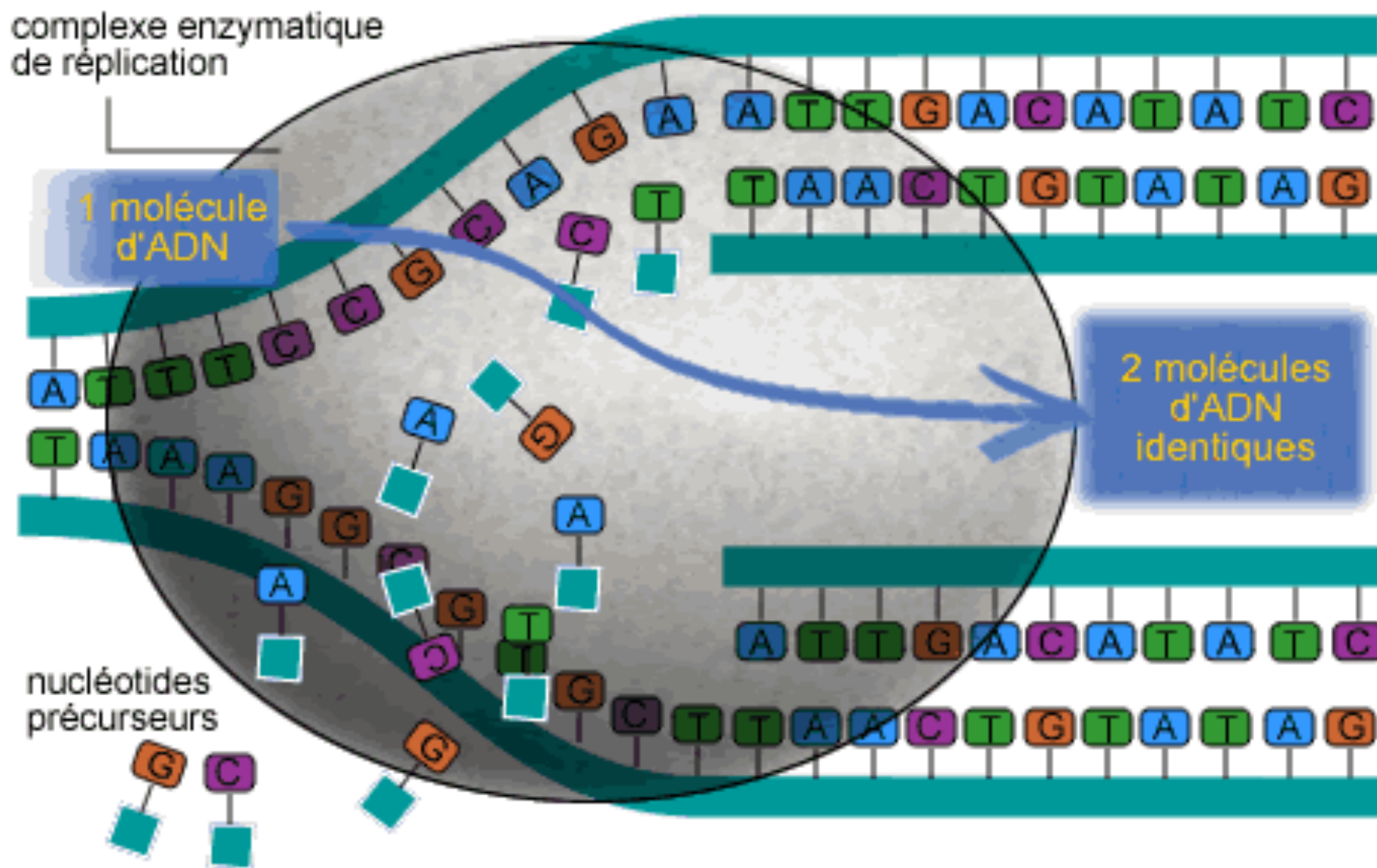
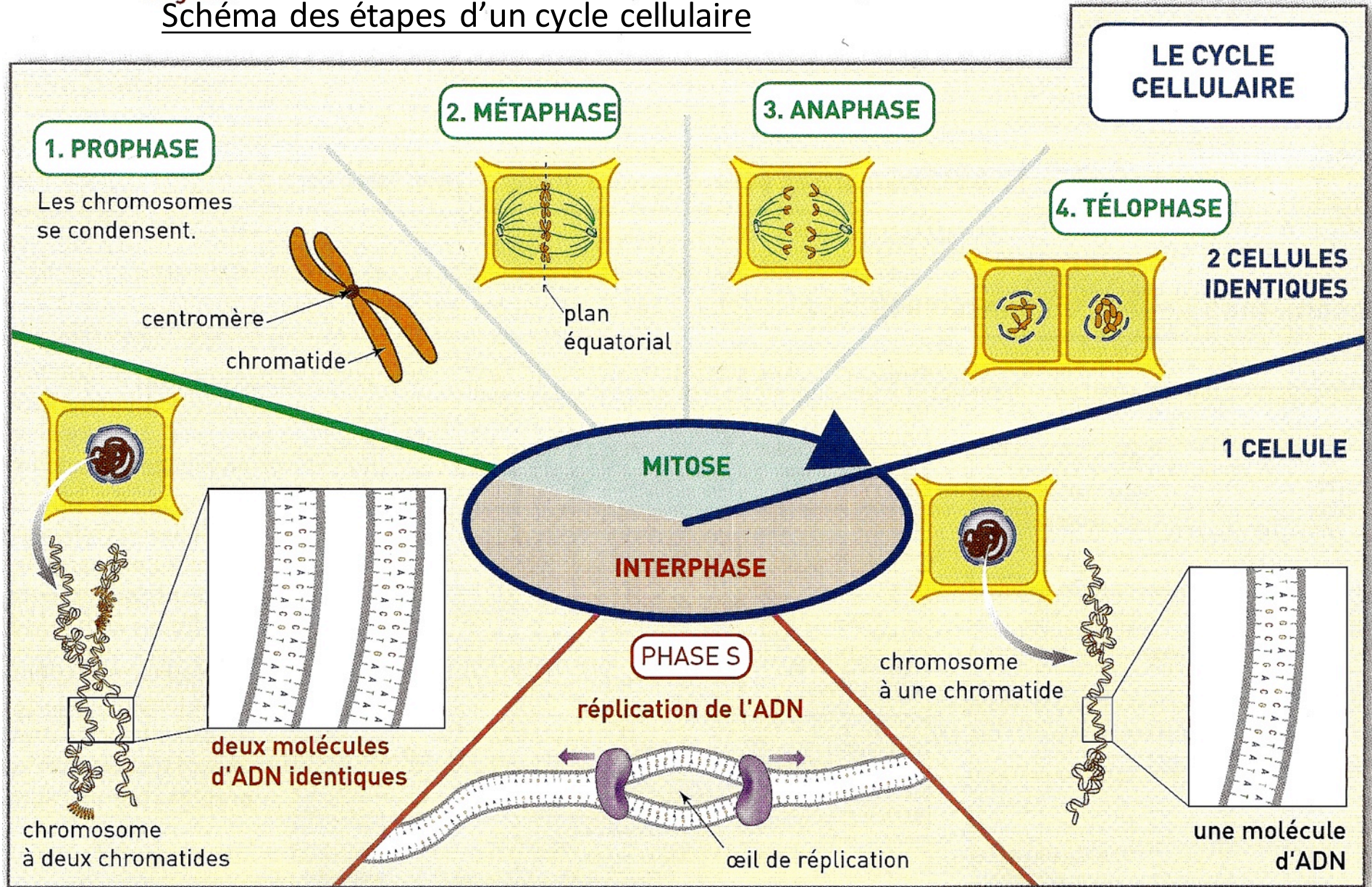
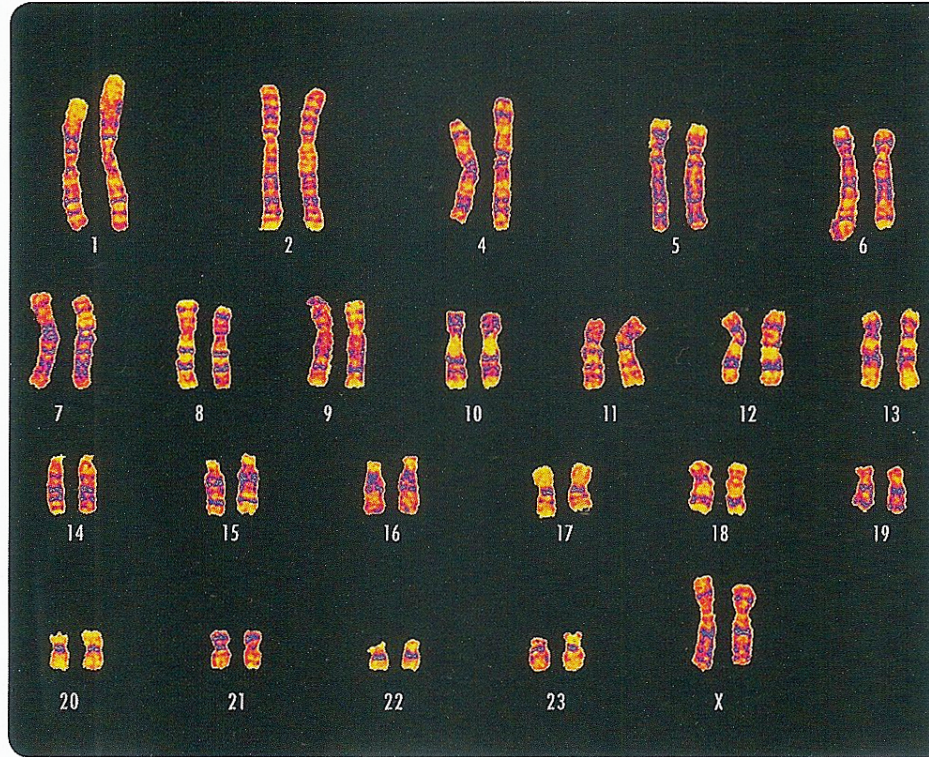


Schéma des étapes d'un cycle cellulaire

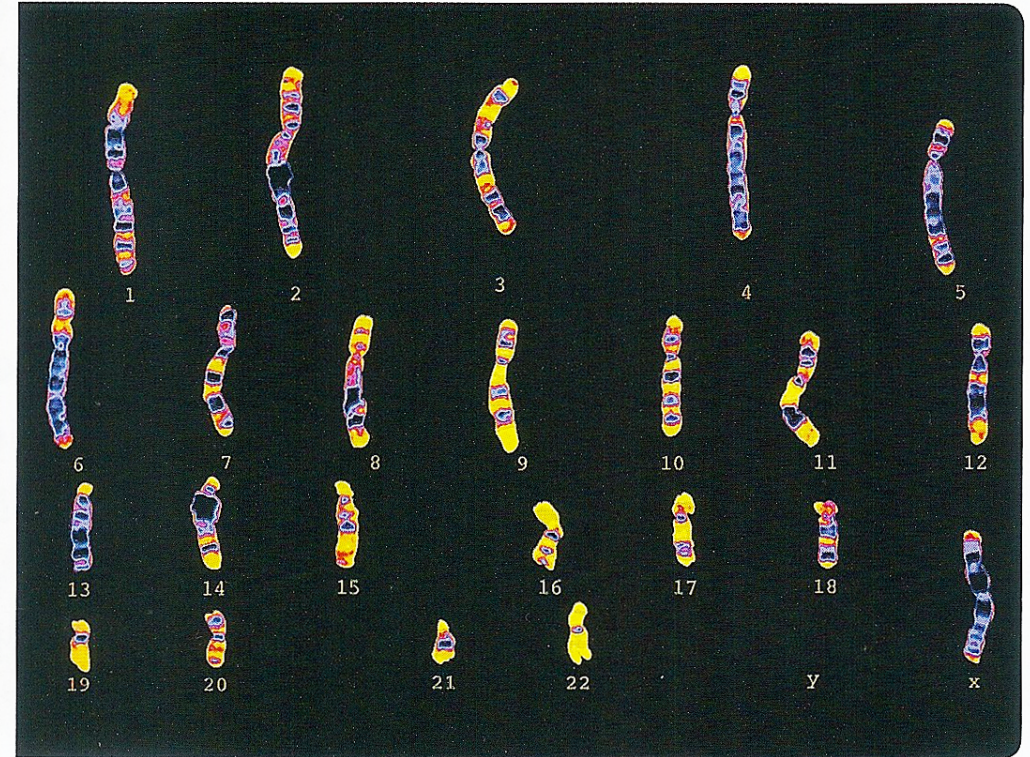


III. La méiose

Caryotype d'une cellule de peau humaine

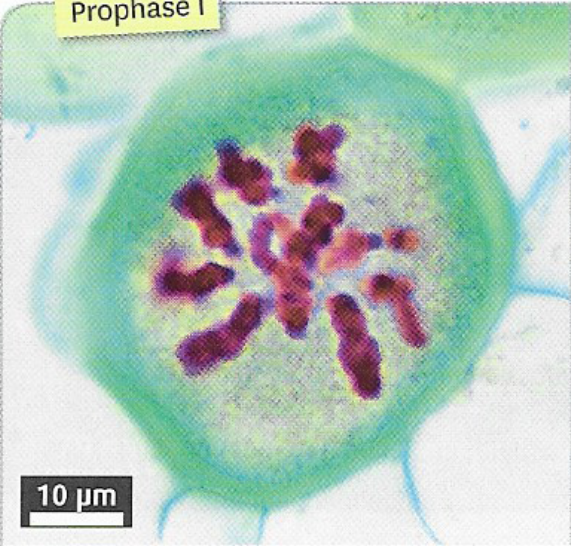
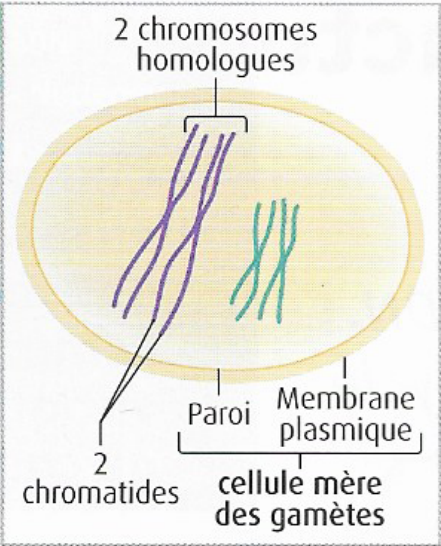
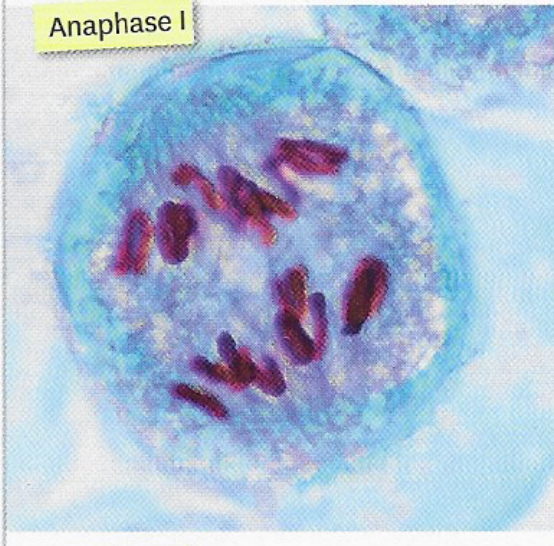
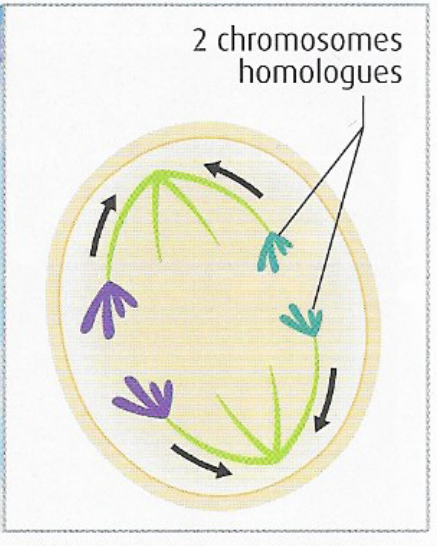
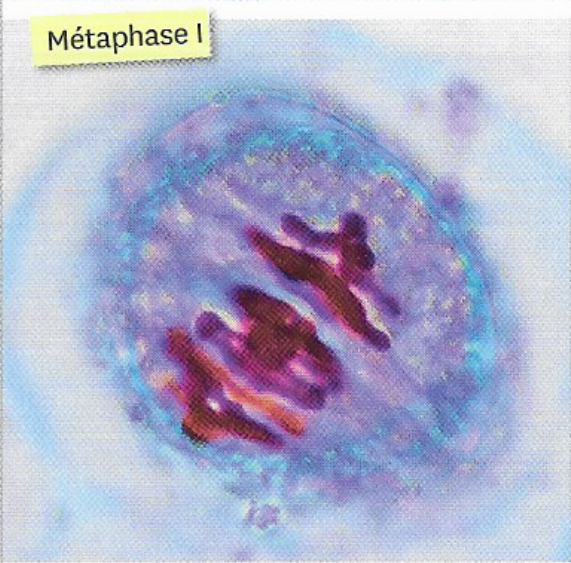
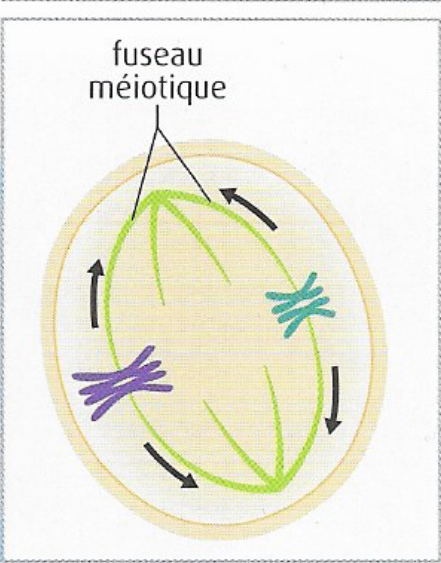
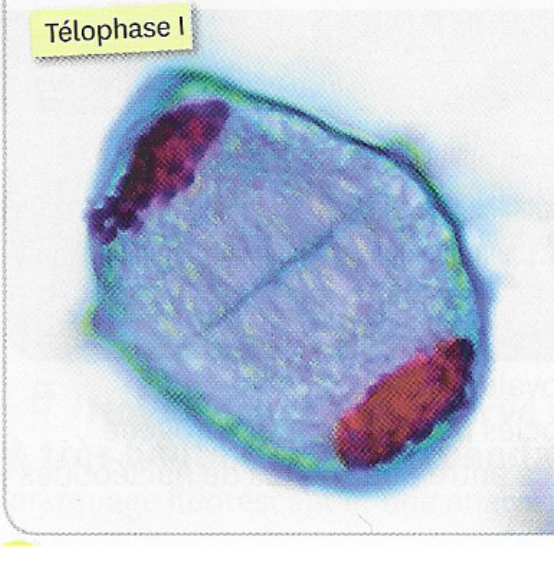
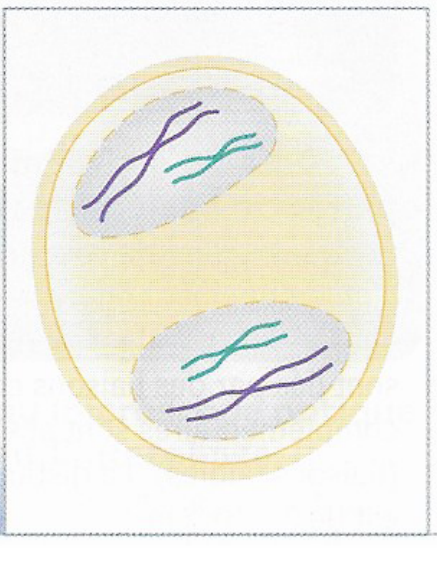


Caryotype d'un ovule humain



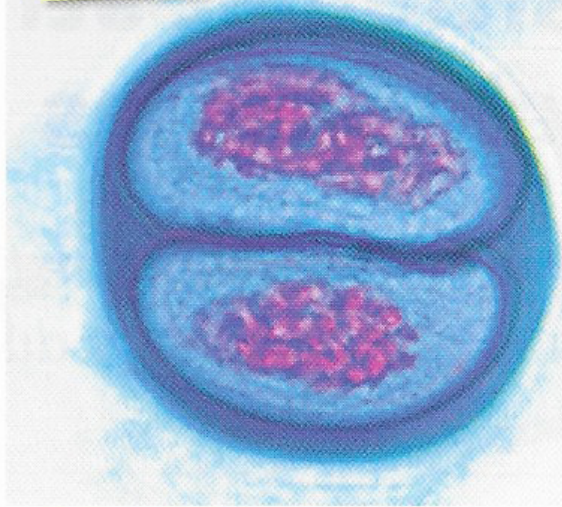
1 **Caryotype d'une cellule de peau humaine et d'un gamète humain (ovocyte).** La ploïdie d'une cellule caractérise le nombre de lots de chromosomes qu'elle contient: une cellule possédant un seul lot est **haploïde** (nombre de chromosomes: n); une cellule possédant deux lots de chromosomes homologues est **diploïde** (nombre de chromosomes: $2n$).

Méiose : Première division (exemple de cellules de lys à 24 paires de chromosomes)

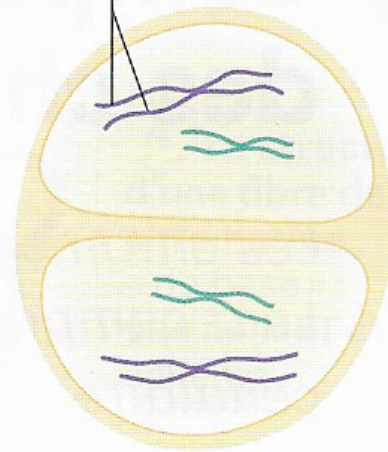
| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>Prophase I</p>  <p>10 μm</p> | <p>2 chromosomes homologues</p>  <p>2 chromatides</p> <p>Paroi Membrane plasmique</p> <p>cellule mère des gamètes</p> | <p>Anaphase I</p>  | <p>2 chromosomes homologues</p>  |
| <p>Métaphase I</p>  | <p>fuseau méiotique</p>  | <p>Télophase I</p>  |  |

Méiose : Deuxième division (exemple de cellules de lys à 24 paires de chromosomes)

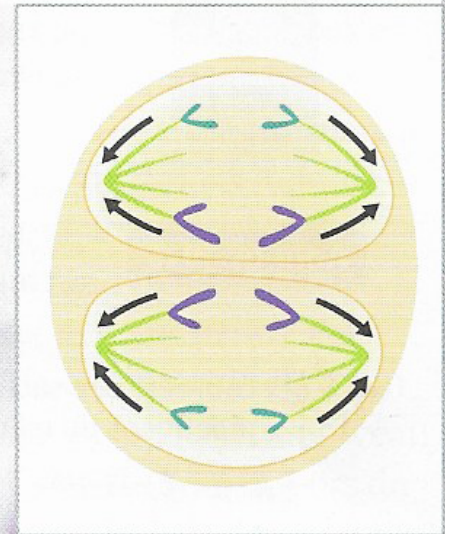
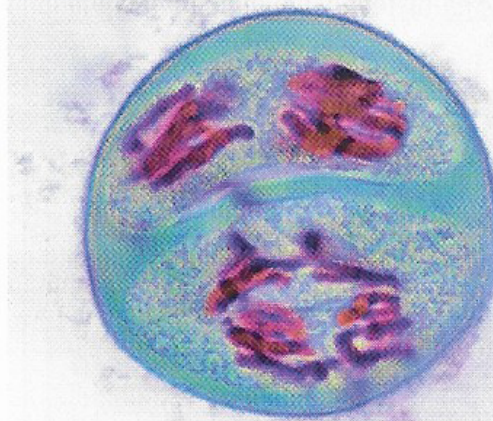
Prophase II



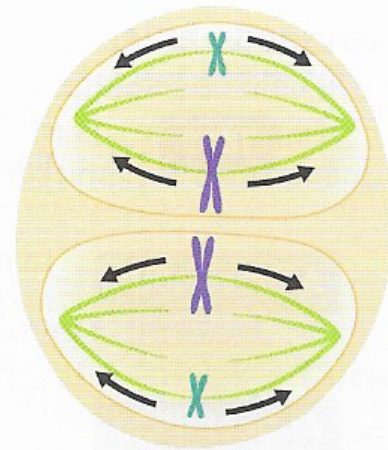
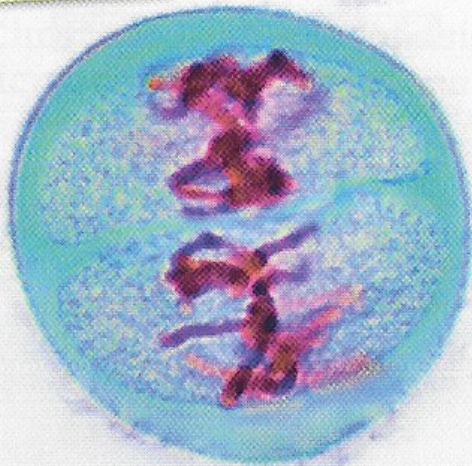
2 chromatides



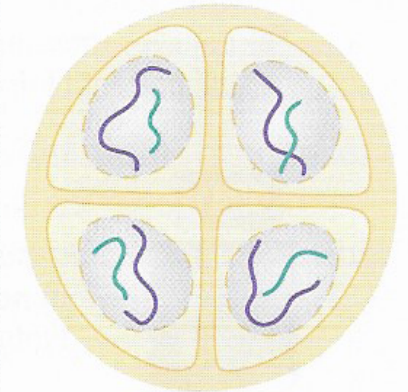
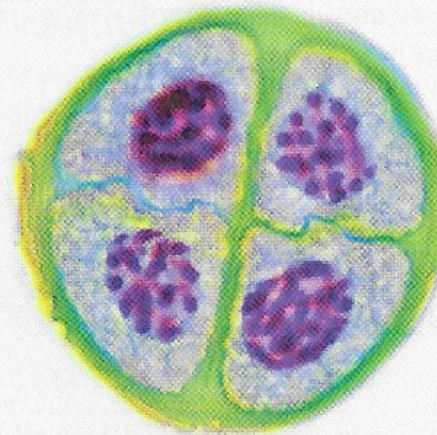
Anaphase II



Métaphase II

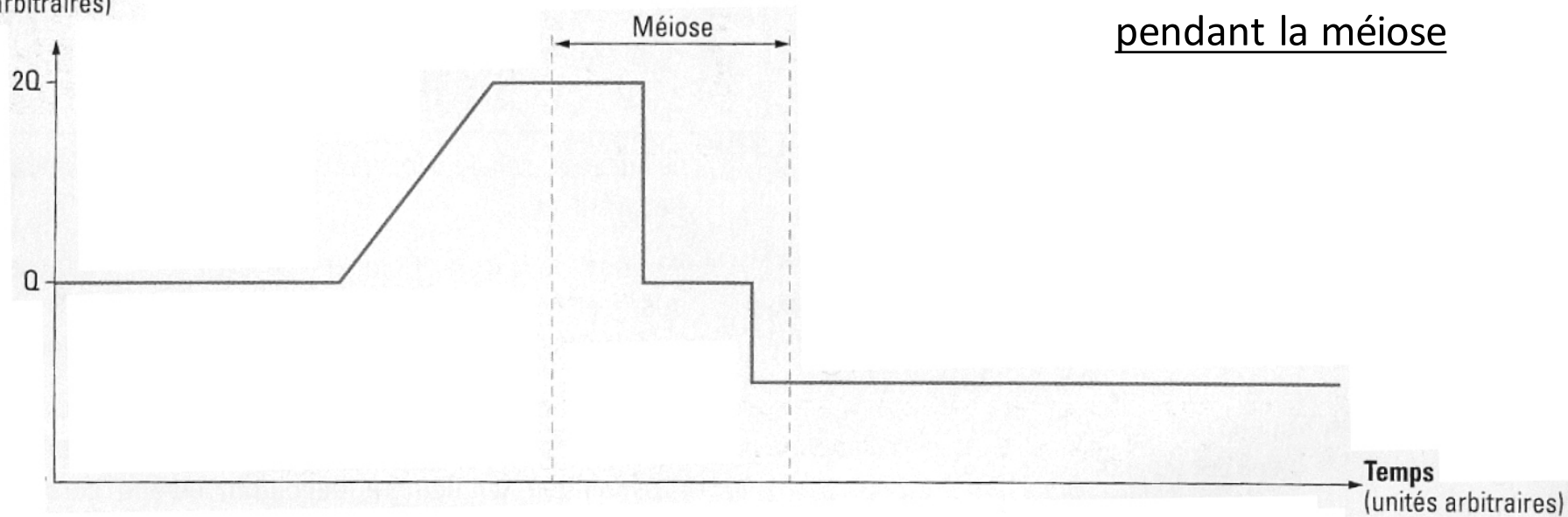


Télophase II

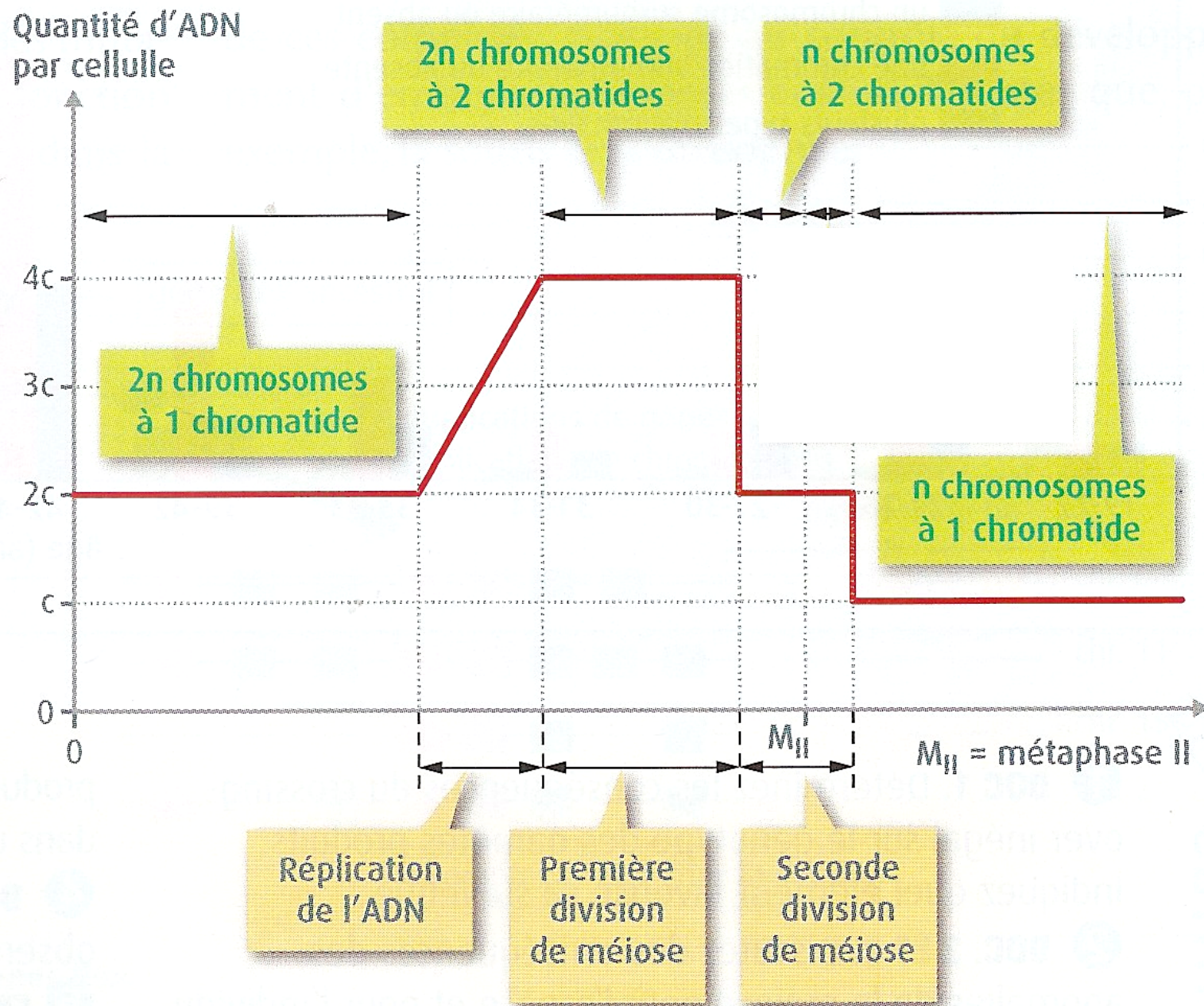


4 cellules filles
= 4 gamètes

Quantité d'ADN par cellule
(en unités arbitraires)



Quantité d'ADN
dans une cellule
pendant la méiose



Évolution de la quantité d'ADN et des caractéristiques des chromosomes dans une cellule au cours de la méiose.