

En étudiant la mitose, nous avons observé que le matériel génétique change d'aspect.

I. L'aspect de l'ADN au cours du cycle cellulaire.

Activité : les états de l'ADN dans la cellule/voir le polycopié

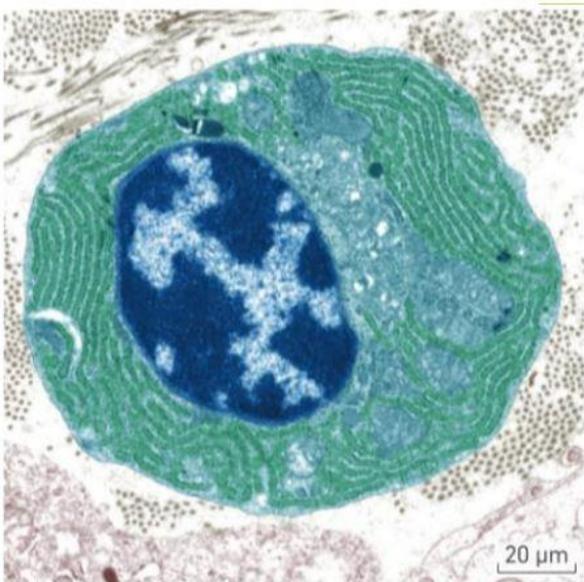
Les chromosomes sont visibles au microscope en mitose, ils semblent disparaître lors de l'interphase. Le programme génétique est pourtant tout le temps présent dans la cellule.

Problème : Expliquer les différents aspects du matériel génétique au cours d'un cycle cellulaire.

Question : En utilisant l'ensemble des documents **rédigez un texte** qui résume les modifications d'aspects du programme génétique au cours d'un cycle cellulaire (discuter de l'utilité de ces modifications).

Problématique identifiée : On se demande quelles sont les modifications de l'aspect du programme génétique au cours d'une cycle cellulaire ?

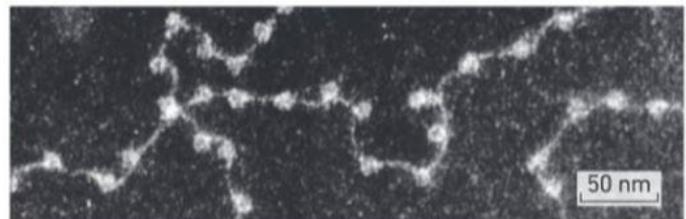
Doc. 1 – L'observation en microscopie électronique



A Une cellule humaine (observation au MET).

Dès 1885, Carl Rabl postule que les chromosomes sont toujours présents entre deux divisions dans le noyau cellulaire, même s'ils ne sont pas observables. Il émet l'hypothèse, sans jamais pouvoir la démontrer, que chaque chromosome occupe un territoire défini dans le noyau.

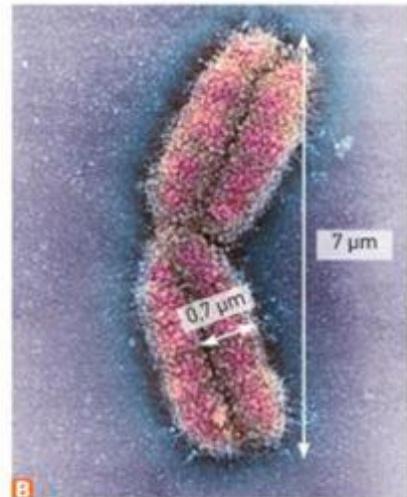
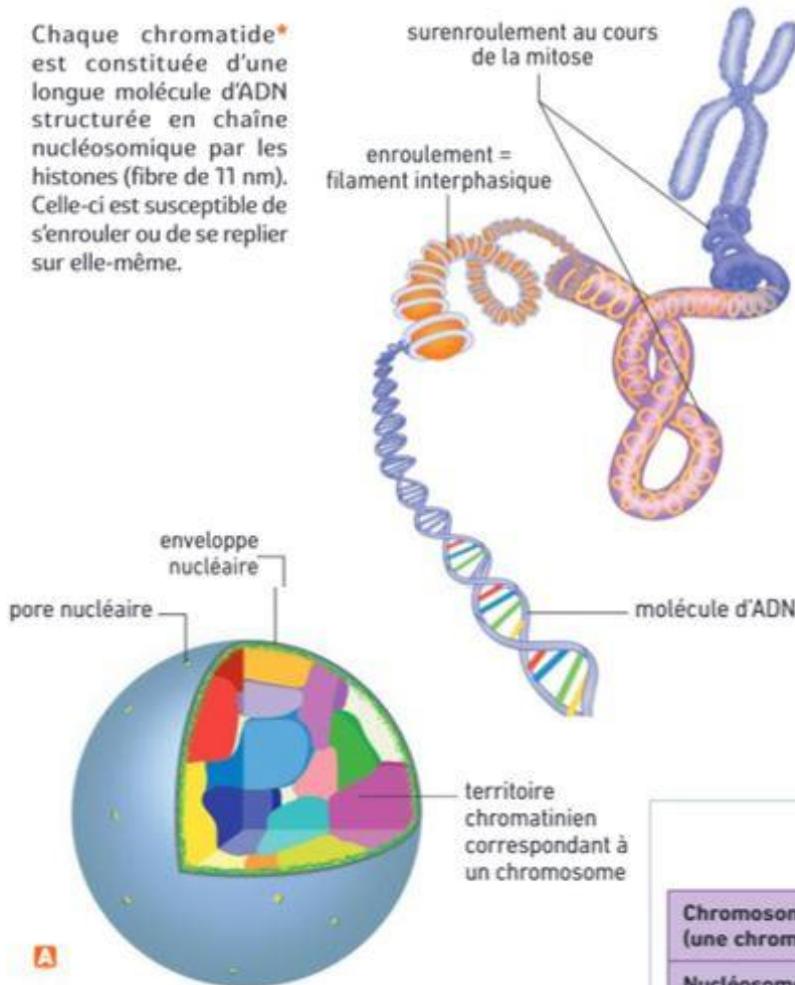
Dans les années 1960-1970, l'apport de la microscopie électronique s'avère décevant en ce qui concerne le noyau : l'ADN y apparaît sous forme d'amas denses indifférenciés, auxquels on donne le nom de **chromatine*** (A). Après dissociation de la chromatine et observation à haute résolution (grossissement $\times 500\ 000$), on distingue toutefois le filament d'ADN sous forme d'un « collier de perles » (B).



B Observation de la chromatine après dissociation (observation au MET).

Doc. 3 – Les différents états de condensation au cours du cycle cellulaire

Chaque chromatide* est constituée d'une longue molécule d'ADN structurée en chaîne nucléosomique par les histones (fibre de 11 nm). Celle-ci est susceptible de s'enrouler ou de se replier sur elle-même.



Au cours de la prophase d'une division cellulaire, le surenroulement en plusieurs niveaux successifs permet une condensation de la chaîne nucléosomique en une chromatide beaucoup plus courte et plus épaisse. Cet état de compaction facilite le processus de division.

En interphase, la chaîne nucléosomique est décondensée, ce qui facilite l'expression des gènes (voir chapitre 4). On pense que la chaîne nucléosomique est cependant en partie enroulée ou repliée en une fibre de 30 nm, mais cet état est aujourd'hui en discussion. Les techniques d'hybridation *in situ** avec sondes fluorescentes permettent de visualiser le matériel génétique spécifique de chaque chromosome, confirmant que chacun occupe dans le noyau interphasique un territoire bien défini.

	Nombre de paires de nucléotides
Chromosome 8 (une chromatide)	145×10^6
Nucléosome	147
Ensemble des chromosomes humains (génome haploïde)	3×10^9

- Distance entre deux nucléotides successifs : 0,34 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).
- Nombre de cellules d'un être humain de 70 kg (estimation) : 3×10^{13} (30 000 milliards).

■ Quelques données chiffrées.

Calculez :

- la longueur de l'ADN d'un chromosome,
- la longueur de l'ensemble de l'ADN d'une cellule,
- la longueur de l'ensemble de l'ADN des cellules d'un être humain.

En savoir plus : <https://leblogdelaprofdesvt.webnode.fr/news/a1-les-chromosomes-au-cours-du-cycle-cellulaire/>

Correction : Point méthode Type bac.

Introduction avec problématique identifiée : On se demande quelles sont les modifications de l'aspect du programme génétique / de l'ADN au cours d'une cycle cellulaire ?

J'utilise mes connaissances : Nous savons qu'un cycle cellulaire comporte 2 phases : l'interphase et la mitose.

Je fais le lien avec les infos prélevées dans les documents

1. L'aspect de l'ADN pendant l'interphase.

D'après le doc1 et 2, nous apprenons que l'ADN s'enroule deux fois autour de protéines : « les histones ». Il forme ainsi une sorte de collier de perles, la chaîne nucléosomique. C'est sous cet aspect que se trouvent les molécules d'ADN en interphase, formant dans le noyau des amas diffus : la chromatine.

2. L'aspect de l'ADN pendant la mitose.

Par ailleurs, au début d'une division cellulaire, la chaîne nucléosomique s'enroule ou se replie sur elle-même plusieurs fois. L'ADN est alors très condensé, ce qui se traduit par un raccourcissement et un épaississement. On peut alors observer les chromosomes visibles durant toute la mitose.

Les chromosomes formés sont composés de 2 chromatides (7micromètres de longueur et 0.7 micromètre d'épaisseur).

Conclusion Cette condensation a pour conséquence que chaque chromosome occupe un espace restreint mais est bien individualisé.

Ce mécanisme prépare la transmission du matériel génétique lors de la mitose.

2) Calculez :

a) la longueur de l'ADN d'un chromosome,

Distance entre deux nucléotides : 0,34 nm

Nombre de paires de nucléotides sur le chromosome 8 : 145×10^6

$0,34 \times 145 \times 10^6 = 49\,300\,000 \text{ nm} = 4,93 \text{ cm}$

La longueur moyenne d'un chromosome est de 4,93 cm.

b) la longueur de l'ensemble de l'ADN d'une cellule,

Le génome humain est constitué de 46 chromosomes, soit 46 molécules d'ADN.

1 cellule humaine = 46 chromosomes. Considérons que le chromosome 8 comprend un nombre moyen de paires de nucléotides.

$$4,93 \times 46 = 226,78 \text{ cm} = 2,2678 \text{ m}$$

La longueur de l'ensemble de l'ADN d'une cellule est de 2,278 mètres.

OU

Distance entre deux nucléotides : 0,34 nm

Nombre de paires de nucléotides dans l'ensemble des chromosomes humains (génome haploïde) : 3×10^9

$$0,34 \times 3 \times 10^9 = 1\,020\,000\,000 \text{ nm} = 102 \text{ cm} = 1,02 \text{ mètres}$$

Soit pour un génome diploïde : $2 \times 1,02 = 2,04 \text{ mètres}$

La longueur de l'ensemble de l'ADN d'une cellule est de 2,04 mètres.

c) la longueur de l'ensemble de l'ADN des cellules d'un être humain.

Nombre de cellules d'un être humain de 70 kg : 3×10^{13}

$$2,278 \times 3 \times 10^{13} = 68\,340\,000\,000\,000 \text{ m} = 68,34 \text{ Tm}$$

La longueur de l'ensemble de l'ADN des cellules d'un être humaine est de 68,34 Tm.

OU

Nombre de cellules d'un être humain de 70 kg : 3×10^{13}

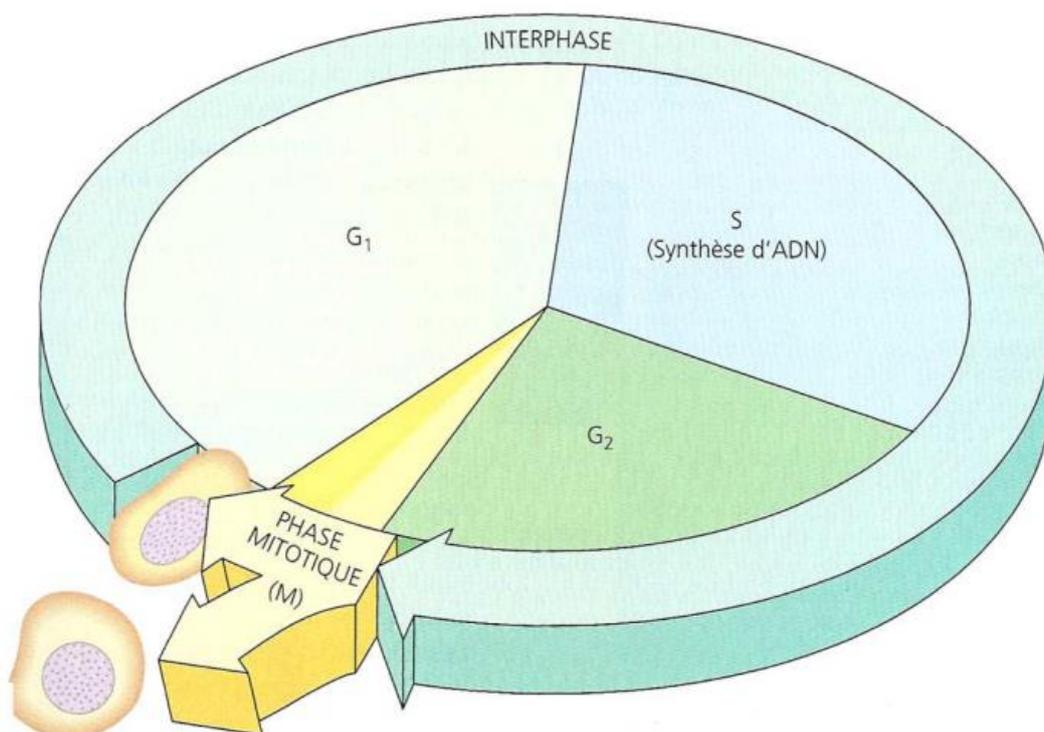
$$2,04 \times 3 \times 10^{13} = 61\,200\,000\,000\,000 \text{ m} = 61,2 \text{ Tm}$$

La longueur de l'ensemble de l'ADN des cellules d'un être humaine est de 61,2 Tm.

Revenons sur l'étude de la mitose.

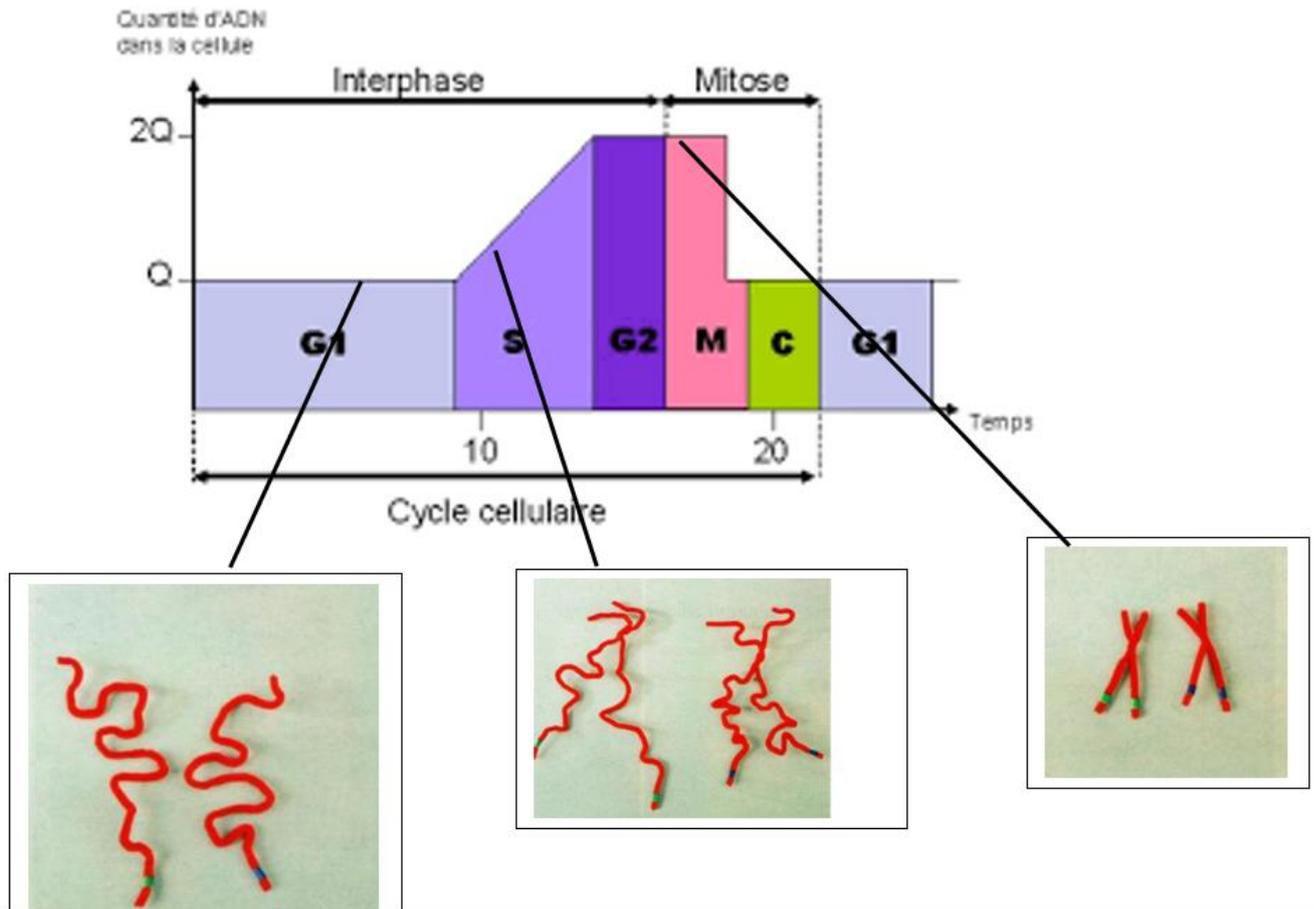
Comment la cellule prépare-elle la transmission du programme génétique ?

II. Etude des évènements cellulaires qui préparent la mitose.



▲ FIGURE 2. Le cycle cellulaire mitotique. D'après CAMPBELL & REECE (2004).

Evolution de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire



Lorsque la cellule ne se divise pas, on dit qu'elle est en **interphase**. Durant cet instant de vie de la cellule, l'ADN n'est pas condensé en chromosomes c'est donc de la **chromatine**.

L'interphase se découpe en trois **étapes G1, S et G2**.

-**G1** et **G2** sont deux phases de croissance (Growth=croissance), -

-**la phase S**: la cellule se prépare à la **duplication/réplication** des chromosomes (Synthèse d'ADN). Cette phase est nécessaire avant que la cellule entre de nouveau en mitose.

Après cette phase de synthèse d'ADN, la cellule se prépare à la mitose pendant la phase **G2**

Comment se déroule la mitose pour permettre la transmission du programme génétique de manière égale et équitable dans les cellules filles ?

III – La reproduction conforme de la cellule : la mitose

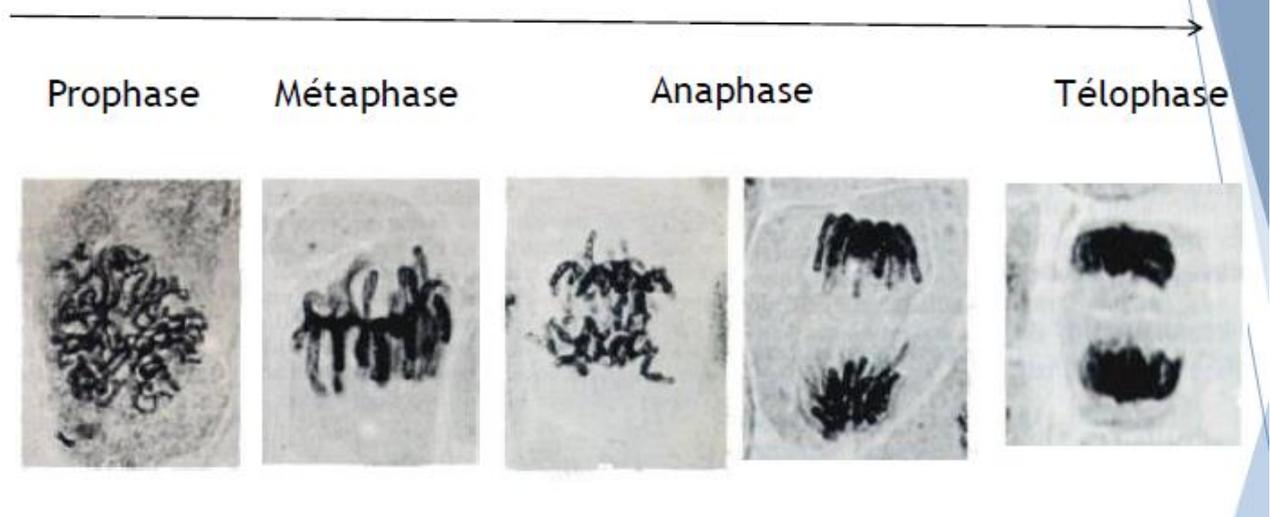
TP 1 : La reproduction cellulaire et correction.

Lorsque nous comptons les chromosomes présents chez une cellule mère et chez une cellule fille, nous trouvons le même nombre grâce à **la mitose**.

La mitose comporte plusieurs étapes : voir le doc du TP+DOCUMENT ANNEXE 1 : [description des phases du cycle cellulaire](#)

- ▶ La mitose consiste en une suite de plusieurs étapes :
Prophase, métaphase, anaphase et télophase.

Les étapes de la mitose



- **Mitose** : L'enveloppe nucléaire a disparu et les chromosomes sont visibles. Elle est composée de 4 phases :

➤ **Prophase :**

Les limites du noyau cellulaire sont nettes. Les chromosomes se condensent mais on ne peut pas encore les distinguer individuellement au microscope.

Cette étape s'achève par la disparition de l'enveloppe nucléaire.

➤ **Métaphase :**

Les chromosomes fortement condensés se rassemblent au centre, à l'équateur, de la cellule. Les centromères des chromosomes donnent alors l'impression d'être alignés sur un plan, appelé plaque équatoriale.

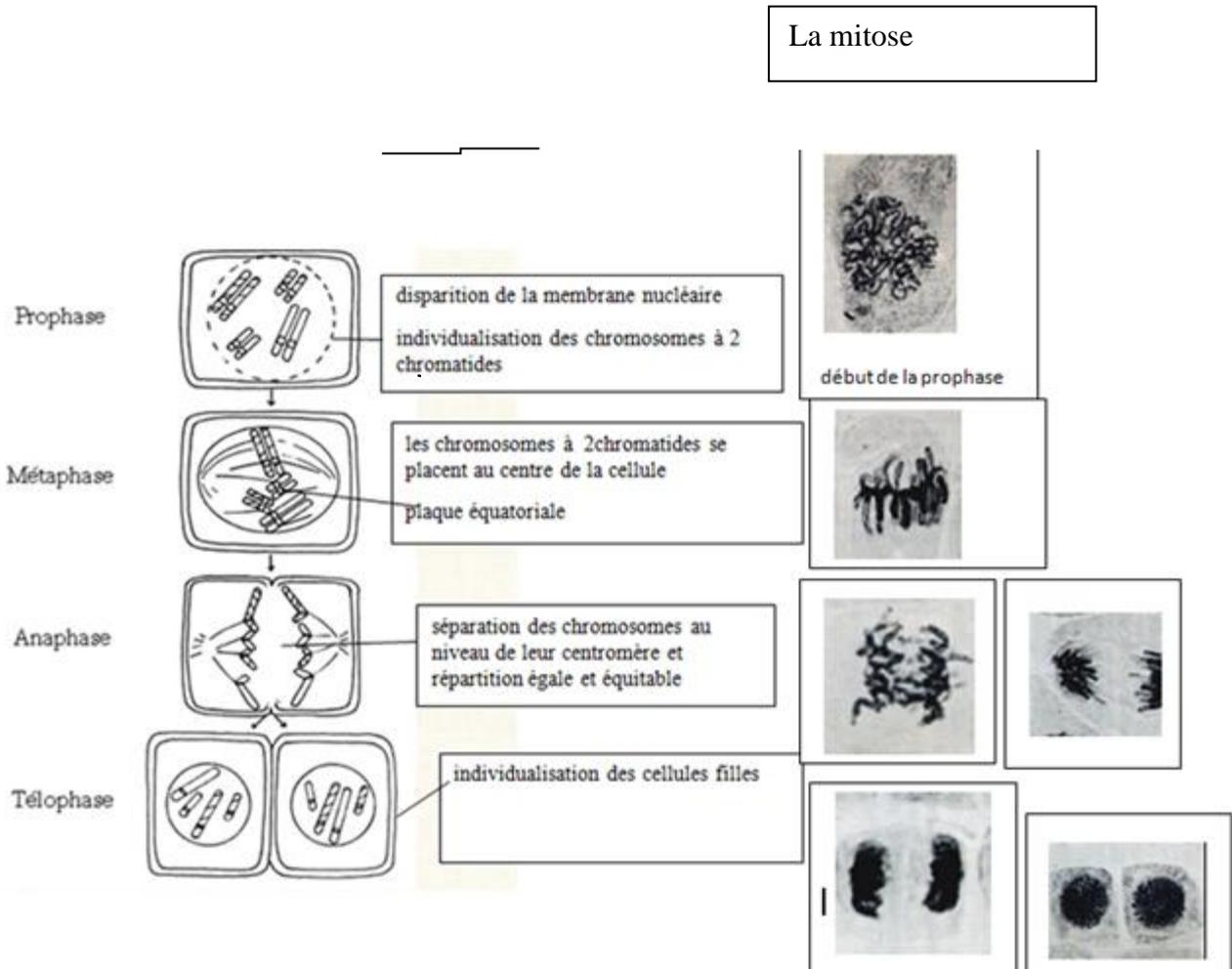
➤ **Anaphase :**

Les chromosomes se séparent chacun en deux (séparation des chromatides au niveau des centromères) de façon synchrone. Chaque chromosome individuel (= chromatide) migre vers l'un des pôles de la cellule.

➤ **Télophase :**

Les chromosomes, regroupés en deux lots distincts aux deux pôles de la cellule, se décondensent.

Une nouvelle enveloppe nucléaire se forme autour de chaque lot de chromosomes. Cette étape se termine par une division cytoplasmique.



Au cours de la mitose, il y a une répartition égale et identique du programme génétique, ainsi la cellule mère possédant des chromosomes à deux chromatides, donne deux cellules filles avec des chromosomes à une chromatide. (voir le schéma final du TP)