

Chap1A1 : Les divisions cellulaires des eucaryotes

TP1A-1 : Les chromosomes au cours du cycle cellulaire

Compétences :

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale scientifique pour résoudre un problème
- Communiquer sous forme graphique (schéma, graphique)
- Utiliser un logiciel de visualisation de molécules avec sa fiche technique

- Utiliser un logiciel tableur à l'aide de sa fiche technique

Matériel :

- Logiciel Rastop ou Libmol et sa fiche technique
- Fichier ADNhistone.pdb

Toutes les cellules d'un individu proviennent des divisions successives de la cellule-œuf. Elles sont de 2 types :

- les cellules non reproductrices (**somatiques**) ;
- les cellules reproductrices (**germinales**).

Elles possèdent toutes initialement la même information génétique portée par la molécule d'ADN contenue dans les chromosomes. Le **cycle cellulaire** est l'ensemble des événements du début d'une division cellulaire au suivant. On nomme **interphase** la phase qui sépare 2 divisions cellulaires. **Quels sont les événements qui se produisent au cours du cycle cellulaire ?**

Activité 1 : Comparer la ploïdie des cellules

1. A partir des documents 1 et 2 p.18 et du document A ci-contre :
 - a. **définir le mot « caryotype »**
 - b. **Comparer les caryotypes des cellules somatiques et germinales**, et indiquer leur **ploïdie** sous la forme abrégée $n = ___$ ou $2n = ___$ avec le nombre de chromosomes dans une cellule humaine ;
2. Sur le schéma ci-dessous du développement humain, **indiquer** :
 - dans les **cercles** : la **ploïdie** et le **nombre de chromosomes des cellules**
 - dans les **rectangles** : les **événements** (mitose, méiose, fécondation).

La **ploïdie** désigne le nombre de lots de chromosomes homologues (= chromosomes d'une même paire) d'une cellule. Une cellule peut être :

- **diploïde** si elle contient un nombre paire de chromosomes qui peuvent être associés 2 à 2 : ce sont des chromosomes homologues, ils portent les mêmes gènes mais pas forcément les mêmes allèles ; elle possède alors 2 lot ou 2 jeux de chromosomes. Son nombre de chromosomes est alors noté **2n**.
- **haploïde** si elle ne possède qu'un seul jeu de chromosomes. Son nombre de chromosomes est alors noté **n**.

Les **divisions cellulaires** sont de deux types :

- la **mitose** divise une cellule non reproductrice en deux cellules-filles de façon conforme, c'est-à-dire en conservant le nombre de chromosome et l'information génétique ;
- la **méiose** divise une cellule-souche diploïde de la lignée germinale en 4 cellules filles qui formeront les gamètes haploïdes. La diploïdie sera rétablie par la fécondation.

Document A : La ploïdie des cellules.

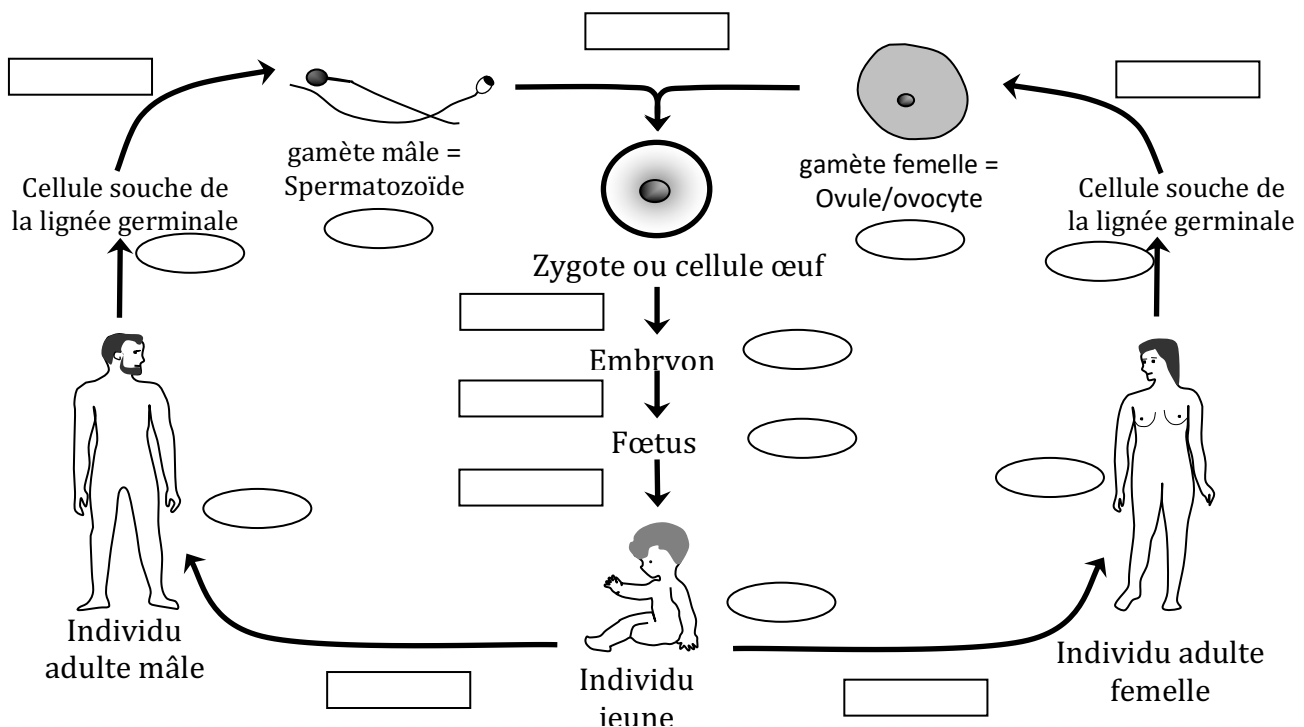


Schéma du cycle de développement de l'être humain

Chap1A1 : Les divisions cellulaires des eucaryotes

Activité 2 : Les différents états de l'ADN dans la cellule

Les chromosomes ne sont visibles que pendant la division des cellules. On cherche à expliquer ce qu'ils deviennent en dehors de la division cellulaire, pendant l'interphase.

3. Calculer :

- la longueur d'une molécule d'ADN dans le chromosome 1, puis la longueur du génome (ensemble de l'ADN) d'une cellule humaine, sachant que :

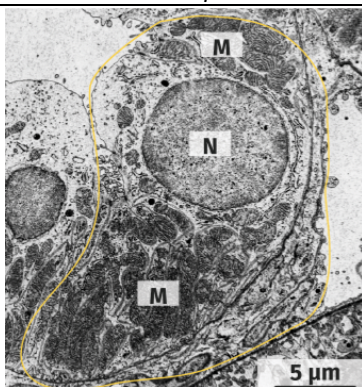
Un tour d'hélice d'ADN contient 10,5 pb (paires de bases = de nucléotides) et mesure 3,4 nm de longueur. Le chromosome 1, le plus long du caryotype humain, comporte 245 522 847pb (paires de bases = nucléotides). Le génome humain comporte 3,2 milliards pb.

- la longueur d'un chromosome, et le diamètre du noyau d'une cellule eucaryote (document B1 et B2 ci-dessous : produit en croix, ou logiciel Mesurim)

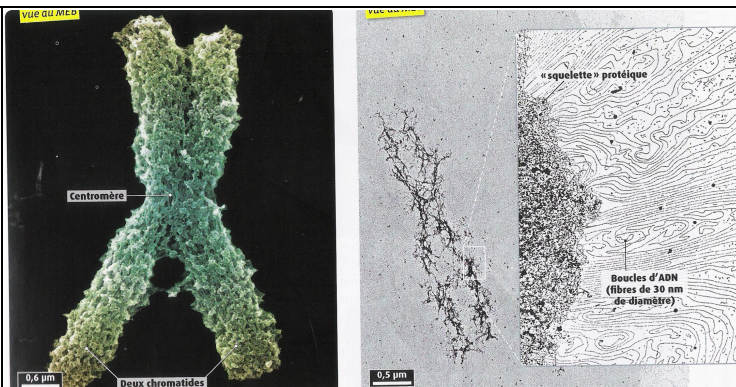
4. Comparer ces valeurs et expliquer ce que deviennent les chromosomes pendant l'interphase et comment les molécules d'ADN « rentrent » dans le noyau à l'aide des documents .

- Mettre en évidence avec le logiciel Rastop ou Libmol et sa fiche technique l'enroulement de l'ADN autour des histones (fichier ADNhistones.pdb). Légèrer l'image obtenue dans un fichier texte ou la schématiser sur votre copie. En déduire le rôle des protéines histones à l'aide du doc D3.

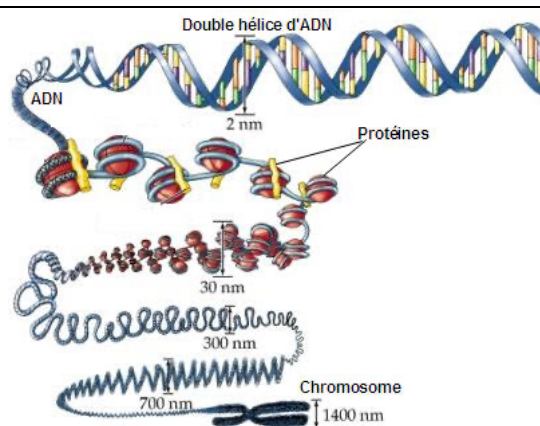
Aide pour Rastop: ouvrir le fichier ADNhistone.pdb avec le logiciel Rastop. Colorer les chaînes dans le menu Atomes > Colorer par > Chaînes pour visualiser les différentes chaînes. Sélectionner chaque chaîne et changer l'apparence (couleur, forme) pour afficher différemment l'ADN et les protéines histones.



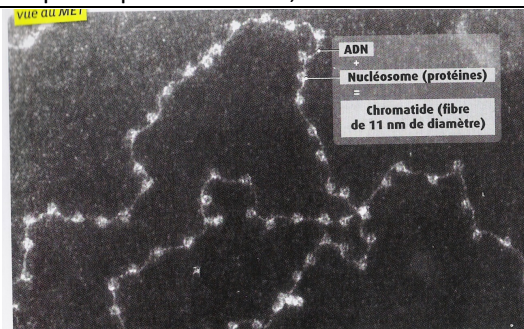
Document B1 : Une cellule de tubule rénal observée au microscope électronique à transmission (MET). On distingue dans le cytoplasme le noyau (N) et les mitochondries (M) qui produisent de l'énergie.



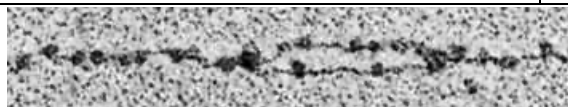
Document B2 : Le chromosome est nettement visible pendant la division cellulaire. Il est constitué de 2 brins identiques (*chromatides sœurs*), réunies au niveau du centromère. Lorsqu'on dissout chimiquement les protéines, on voit apparaître un « fantôme protéique » au centre, entouré de filaments d'ADN décondensés.



Document B3 : La condensation de l'ADN dans la cellule. L'ADN complètement condensé forme un chromosome. Chaque chromatide est constituée d'une seule molécule d'ADN en double hélice.



Document B4 : L'ADN en « collier de perles » en phase G1 (MET). En dehors des divisions cellulaires, les chromosomes sont à l'état « décondensé », sous forme de filament de **chromatine** formée de protéines, les histones, autour desquelles s'enroule un filament d'ADN. L'ensemble donne à l'ADN un aspect de collier de perle. L'ADN a le même aspect en phase G2, mais il est constitué de deux molécules d'ADN reliées au niveau du centromère. L'ADN décondensé est nommé **chromatine**.



Document B5 : Un « œil de réplication » dans le filament d'ADN (collier de perle) au cours de la phase S (MET).

Chap1A1 : Les divisions cellulaires des eucaryotes

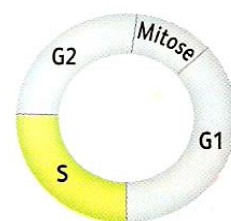
Activité 3 : L'évolution des chromosomes au cours d'un cycle cellulaire

6. En utilisant les informations des docs B et C, **construire un graphique titré du cycle cellulaire** :
- **Doc C** : représenter graphiquement la quantité d'ADN en fonction du temps au cours d'un cycle cellulaire.
 - **Doc B** : représenter schématiquement au-dessus du graphe l'état de l'ADN (condensé/ décondensé/ en cours de synthèse) et des chromosomes s'ils sont visibles (1 chromatide/ 2 chromatides), et les légender.
7. **Bilan** : Expliquer et schématiser les étapes et les événements principaux du cycle cellulaire en les plaçant sur un cercle.

Document C : Les étapes du cycle cellulaire

L'**interphase** est la phase pendant laquelle la molécule d'ADN est déroulée et les chromosomes non visibles. Elle est subdivisée en 3 parties successives dont les initiales viennent de l'anglais :

- **phase G1** (G pour *Growth*= croissance ou *Gap* = intervalle)
- **phase S** (*S* pour *Synthesis* = synthèse)
- **phase G2** (*idem* G1)



La **phase M de division cellulaire** (*ici : mitose*) correspond à la condensation de l'ADN en chromosomes. La plupart des cellules d'un organisme adulte sont en interphase.

On réalise une culture de cellules humaines non reproductrices dont le cycle cellulaire est synchrone. Leur temps de génération de 24h se répartit ainsi : G1 = 12h ; S = 6h ; G2 = 5h ; Mitose = 1h.

Une fraction de cette culture est régulièrement prélevée au cours d'un cycle cellulaire complet, puis les cellules sont marquées à l'iodure de propidium (un marqueur fluorescent de l'ADN). La fluorescence moyenne des cellules est alors quantifiée.

temps (en heure)	0	8	12	14	16	18	23	24
fluorescence moyenne (en unités arbitraires)	200	202	201	263	335	403	401	202

Tableau : Résultats expérimentaux du marquage à l'iodure de propidium d'une culture de cellules synchrones.