

# Le noyau interphasique

**Faculté des sciences et de la technologie**  
**1ère année sciences de la nature et de la vie**  
**Responsable de la matière : Dr. DJELLOULI Mustapha**

## 1. Généralités

L'intervalle de temps qui sépare deux divisions cellulaires (mitoses) successives est appelé **interphase**. Durant cette période, le noyau est dit interphasique. L'interphase est longue chez les organismes adultes, où les divisions sont rares. Par contre, chez l'embryon, l'interphase est courte, puisque les divisions se succèdent à un rythme rapide.

On dit que le noyau interphasique est un noyau au repos. Or ceci n'est pas totalement vrai, car c'est au cours de l'interphase que l'activité du noyau est la plus élevée, puisqu'il contrôle toute l'activité de la cellule.

## 2. Caractères généraux

### a. Nombre de noyau

La majorité des cellules possèdent un seul noyau centré. Cependant, il existe des cellules binucléées (à 2 noyaux comme les hépatocytes), et d'autres multinucléées comme les cellules musculaires (jusqu'à 100 noyaux).

### b. Formes du noyau

Le noyau est généralement centré et de forme sphérique, mais il existe des noyaux aux formes irrégulières. Il peut être plurilobé (chez certains globules blancs comme les *polynucléaires*) ou *macronucléé* (en chapelet) chez certains Protozoaires (comme le Stentor).

### c. La taille du noyau

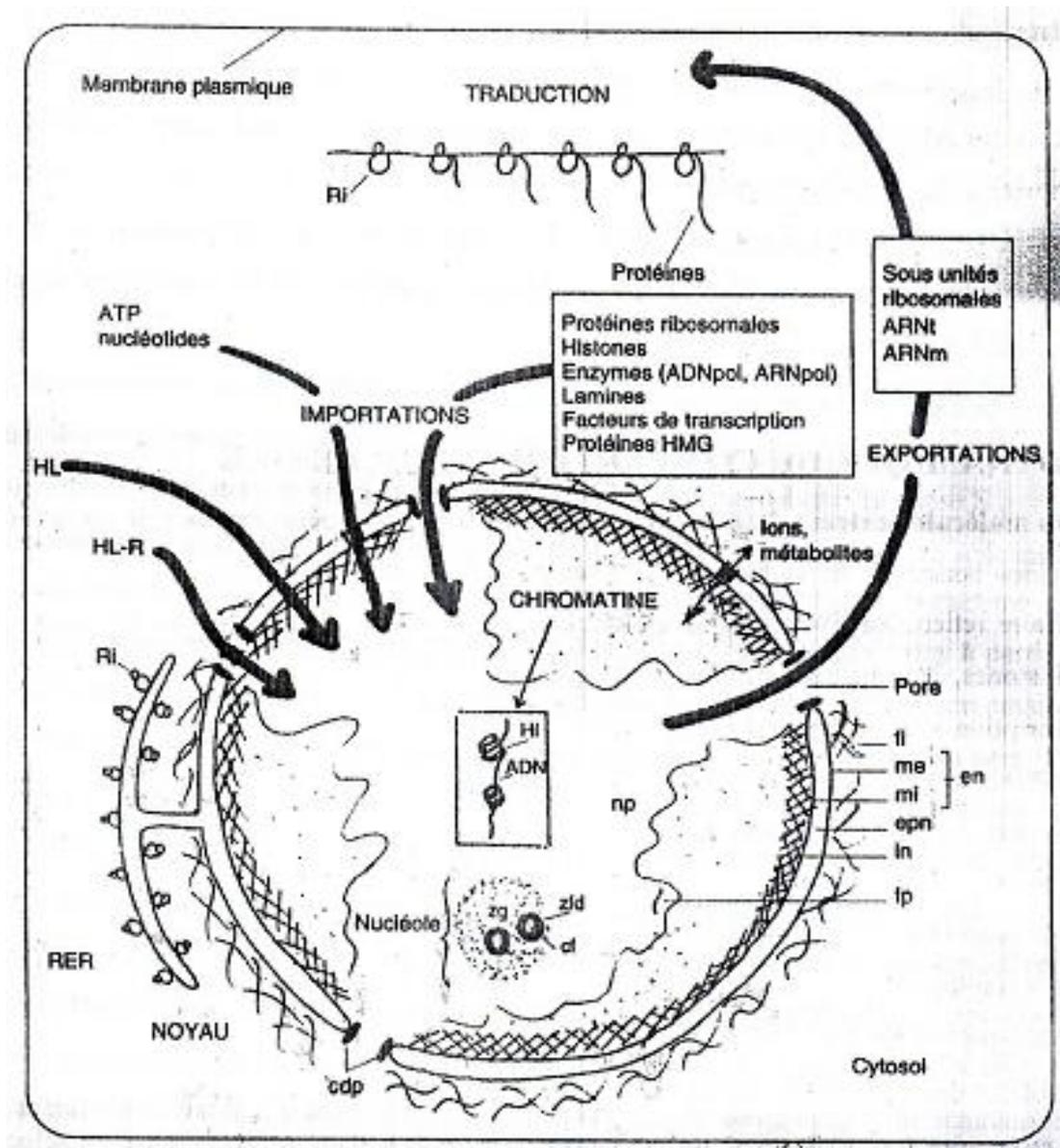
La taille du noyau interphasique est proportionnelle à la taille de la cellule. De grosses cellules comme les ovocytes (cellules reproductrices femelles) ont un noyau volumineux. Il existe donc un rapport entre la masse cytoplasmique et la masse nucléaire totale. Quand le volume cytoplasmique augmente, le noyau ne peut plus contrôler l'activité cellulaire, c'est pourquoi la cellule se divise.

### d. Position

- **Centrale** : les lymphocytes, fibroblastes, cellules des glandes endocrines.
- **Refoulé à la base de la cellule** : cellules muqueuses, cellules des glandes exocrines.
- **Périphérique** : cellules musculaires, adipocytes.

### 3. Structure du noyau

Dans toutes les cellules, sauf les cellules procaryotes, le noyau est séparé du cytoplasme par une enveloppe nucléaire, qui est en réalité une différenciation du réticulum endoplasmique. Le noyau est constitué d'un nucléoplasme d'aspect homogène dans lequel baignent un ou plusieurs nucléoles. Dans le nucléoplasme, on distingue des masses plus denses : la **chromatine**, et apparaît sous forme de filaments reliant entre elle des masse plus dense.



**Figure 1 :** Caractéristique structurale et dynamique du compartiment nucléaire.

cdp : complexe du pore ; cf : centre fibrillaire ; en : enveloppe nucléaire ; epn : espace périnucléaire ; fi : filament intermédiaire ; fp : fibre protéique ; Hi : histone ; HL : hormone liposoluble ; Ln : lamina nucléaire ; me : membrane nucléaire externe ; mi : membrane nucléaire interne ; np : nucléoplasme ; RER : réticulum endoplasmique rugueux ; Ri : ribosomes ; zfd : zone fibrillaire dense ; zg : zone granulaire.

### 3.1. Enveloppe nucléaire

Le noyau est entouré par une double membrane appelée l'enveloppe nucléaire. La membrane externe et interne de cette enveloppe fusionne à intervalles réguliers, formant les pores nucléaires. Ces derniers permettent les échanges nucléoplasmiques dans les deux sens. Ainsi, l'enveloppe nucléaire régule et facilite le transport entre le noyau et le cytoplasme, tout en séparant les réactions qui se déroulent dans le cytoplasme de celles qui se déroulent à l'intérieur du noyau.

#### ➤ La membrane externe :

peut être en continuité avec le REG (réticulum endoplasmique granuleux) et peut être comme ce dernier parsemée de ribosomes sur sa face cytoplasmique. L'espace entre les deux membranes appelé : l'espace périnucléaire est en continuité avec la lumière (espace interne) du REG. Quant à la membrane interne, elle est recouverte par la lamina sur sa face nucléoplasmique. La lamina est un réseau de protéine (environ 2000 types de protéines) qui joue un rôle de soutien et participerait selon des recherches récentes à l'organisation des mouvements de la chromatine pendant les différentes phases du cycle cellulaire.

#### ➤ Le complexe du pore nucléaire :

##### a. Structure

Les pores nucléaires possèdent une structure complexe en «panier de basket» ils sont constitués de 3 anneaux parallèles à la membrane nucléaire :

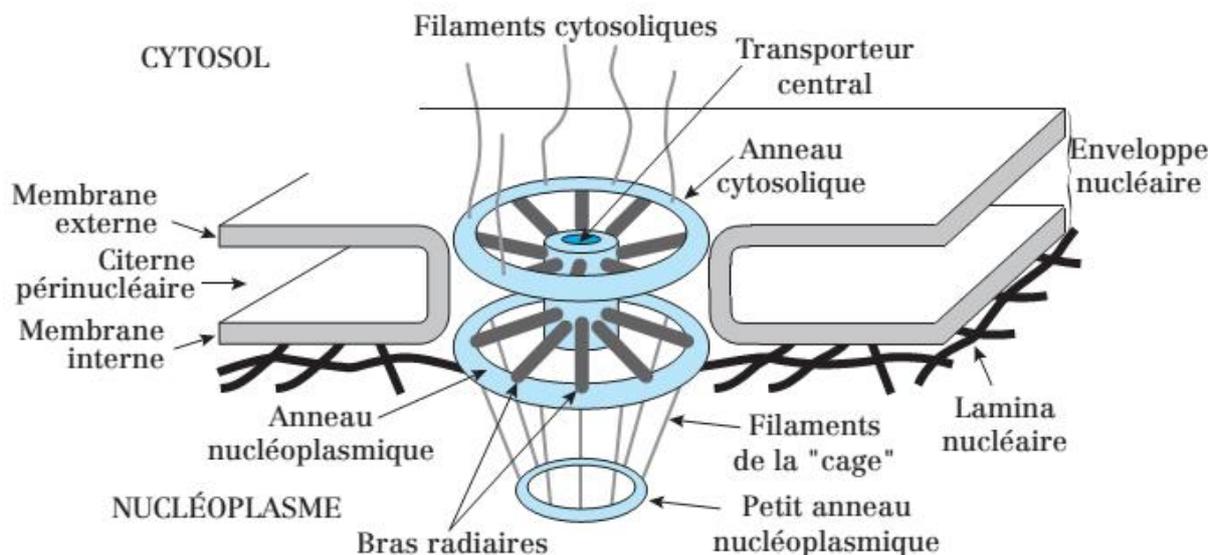


Figure 2 : Un pore nucléaire vue de profil

- L'anneau cytosolique : situé au niveau de l'enveloppe nucléaire externe.
- L'anneau nucléoplasmique : situé au niveau de l'enveloppe interne.
- Petit anneau nucléoplasmique : situé dans le noyau au niveau du réseau sous membranaire et relié à l'anneau nucléoplasmique par des filaments. Perpendiculairement au 3 anneaux, dans l'axe du canal du pore se trouve le transporteur central du pore.

### b. Constitution

- Il existe de 400 à 2000 pores par cellule leur nombre étant dépendant de l'activité cellulaire.
- Les pores sont des complexes de 100nm de diamètre, leur canal ne fait que 10 nm de diamètre au repos, mais lors de transports actifs il peut changer de conformation et atteindre un diamètre de 25nm.
- Le complexe du pore : les nucléoporines sont des protéines glycosylées qui forment le complexe du pore. Il existe de 50 à 100 différent qui obstruent partiellement le pore et jouent un rôle dans le transport noyau-cytoplasme.

### c. Rôle

Il régule le trafic de molécules entre le cytoplasme et le noyau.

- **Entrent dans le noyau :**
  - ✓ toutes les protéines nucléaires constitutive
  - ✓ les protéines régulant la transcription des genes
  - ✓ les enzymes (synthétisant l'ADN et les ARN)
- **Sortent du noyau :**
  - ✓ les ARN

## 3.2. La chromatine

### a. Composition

La chromatine est une substance fibrillaire constituée par une double hélice d'ADN fortement liée à une masse égale de protéines appelées histones (exclusivement présentes chez les eucaryotes). Les histones sont organisées en un octamère formé de 2 molécules de chacun des 4 types suivants: H2A, H2B, H3, H4. La double hélice d'ADN (146 paires de nucléotides) s'enroule 2 fois autour de l'octamère. Cette structure est appelée le nucléosome (11nm de diamètre).

La portion d'ADN linéaire entre 2 nucléosomes constitue le lien internucléosomique. La 5ème histone est extranucléosomique. C'est l'histone H1 dont la fonction est le maintien de l'empilement des nucléosomes adjacents assurant ainsi la superspiralisation des molécules d'ADN.

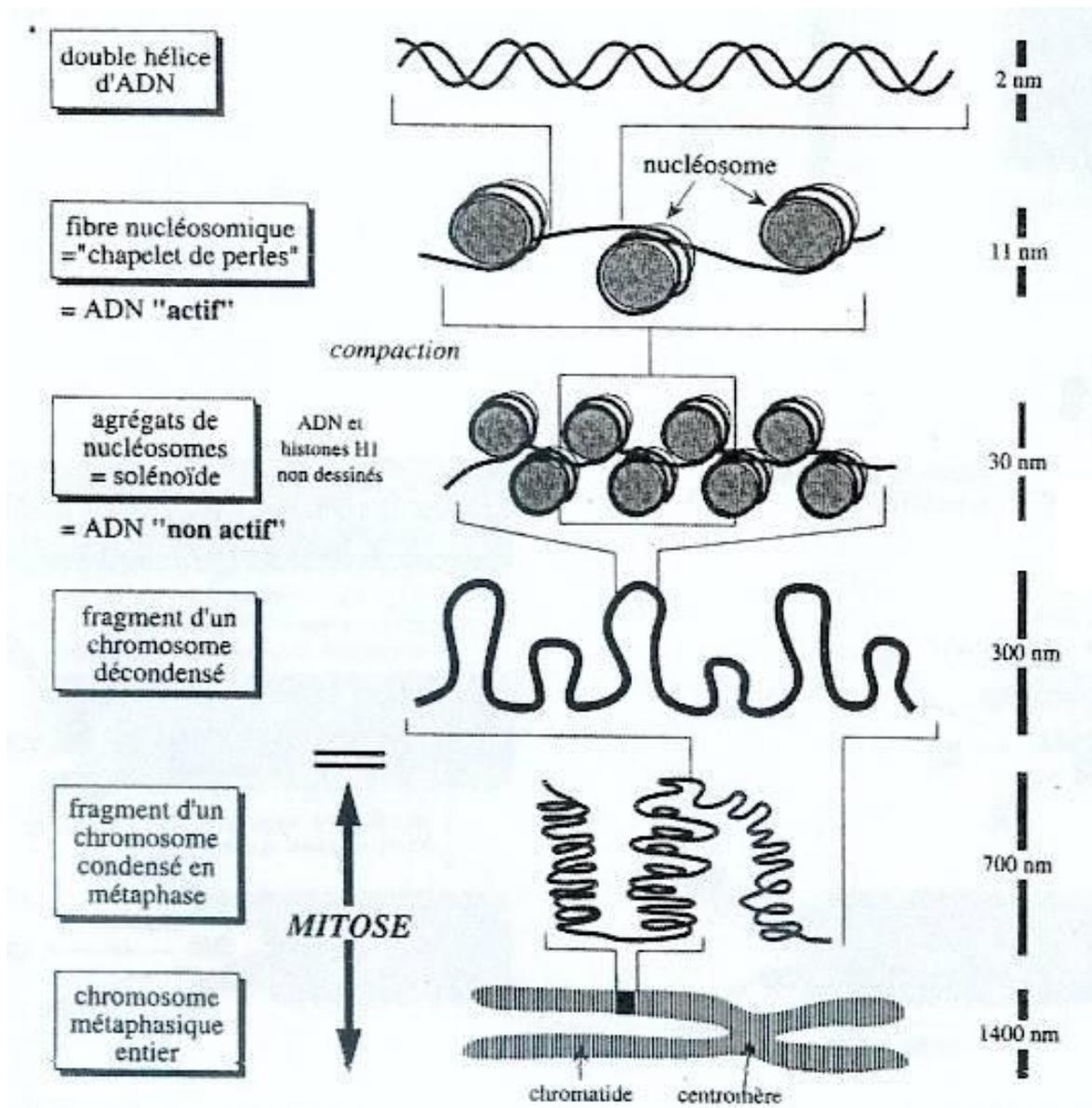
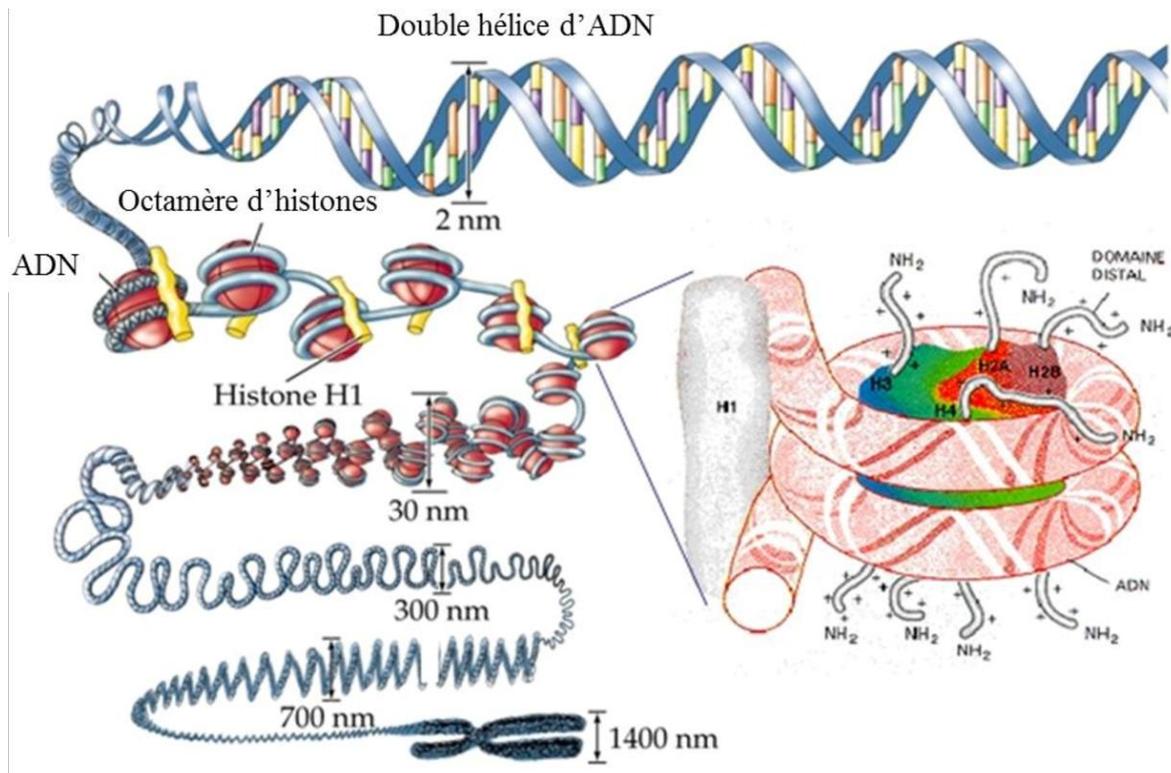


Figure 3 : État du chromosome au cours du cycle cellulaire



**Figure 4** : les différents degrés de compaction de l'AND nucléaire

## b. Structure

### ➤ Pendant l'interphase (période séparant 2 mitoses successives) :

La chromatine a par endroit une structure en collier de perles, la double hélice d'ADN s'enroulant régulièrement comme un solénoïde autour de chaque nucléosome et se prolongeant jusqu'au nucléosome suivant. Certaines régions de l'ADN dépourvues de nucléosomes sont sensibles aux nucléases. Elles sont localisées dans des sites de régulation de gènes et contiennent des protéines de liaison à l'ADN, spécifiques de la régulation d'un gène donné.

Généralement, la fibre de chromatine s'enroule sur elle-même en une super hélice d'enveloppe (30nm de diamètre). Cette fibre chromatinienne, après supersprialisation constitue des nucléofilaments qui se spiralisent eux aussi pour constituer des nucléofilaments plus épais. Suivant l'état de spiralisation, on distingue :

- **l'euchromatine (au centre)** : est la forme *la moins compacte* de l'ADN, très déspiralisée. Elle correspond à des molécules d'ADN en cours de transcription.
- **l'hétérochromatine (à la périphérie)** : au contraire, l'ADN est *assez compact* ; les régions qui la constituent soit qu'ils contiennent *des gènes qui ne sont pas exprimés par la cellule* (ce type d'hétérochromatine est connu en tant que hétérochromatine facultative) ou

bien *fabriquent les télomères et centromères des chromosomes* (ce type de d'hétérochromatine est connu en tant que hétérochromatine constitutive).

➤ **pendant la mitose :**

Les fibres de chromatine se condensent progressivement en chromosomes, avec le stade de condensation maximal à la métaphase avec phosphorylation des histones H1.

Pendant la métaphase, la condensation de la chromatine en chromosome est maximale. Deux (2) molécules d'ADN individuellement condensées appelées chromatidessoeurs sont rattachées au niveau du centromère.

### 3.3. Le nucléole

En général unique dans les cellules, sans membrane ; c'est le centre de synthèse des ARN ribosomiaux et d'assemblage des sous-unités ribosomiales. Ce nucléole est dynamique, il disparaît avant la division cellulaire et réapparaît juste après. C'est une structure de quelque um de diamètre et qui contient de l'ADN, des protéines et des ARN.

En microscope électronique, il comporte deux zones :

- une zone périphérique granulaire : ARN
- une zone centrale fibrillaire : ADN ribosomal (siège de l'allongement des ARN pré-ribosomique).

Les 2 zones contiennent des protéines.

### 3.4. le nucléoplasme

C'est une matrice gélatineuse contenant des ions, des protéines, des enzymes et des nucléotides.

## 4. Composition chimique du noyau

L'analyse du noyau montre les composants suivants :

### a. L'ADN

C'est l'acide désoxyribose. C'est un polymère formé de 2 chaînes de désoxyribonucléotides, torsadée en une double hélice. Du point de vue moléculaire, l'ADN se présente lié aux protéines basiques : les histones, contrairement à l'AND cytoplasmique. Ce sont les histones qui imposent à la molécule d'ADN un repliement sur elle-même pour former la double hélice.

**b. L'ARN**

Ou acide ribonucléique. Ce sont des macromolécules de haut poids moléculaire, ou bien sont de petite taille sous forme de molécule solubles.

**c. Les protéines**

Elles représentent un groupe hétérogène :

**➤ Les protéines basiques :**

Elles sont riches en acide aminé : arginine et lysine. Elles diffèrent par leurs poids moléculaire et leur teneur en arginine et lysine.

**➤ Les protéines non histoniques :**

Elles représentent le reste des protéines nucléaires. Elles sont à caractère enzymatique, comme l'ADN-polymérase, l'ARN-polymérase et les nucléases.

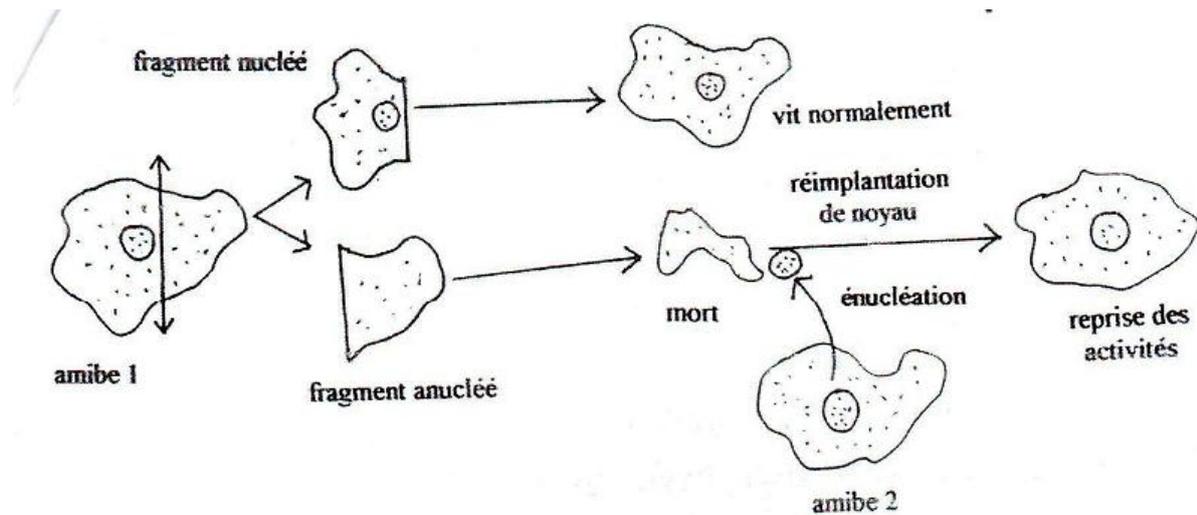
**d. Les lipides**

Ce sont principalement des lipides d'origine membranaire.

**e. Les nucleotides****f. Les sels minéraux ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Fe}^{++}$ )****5. Rôles physiologiques****5.1. Maintien de la vie cellulaire**

Expérience de la mérotomie.

- Par section, on sépare une amibe en 2 fragments: un fragment nucléé et un fragment anucléé.
- Le fragment nucléé vit normalement, se développe et se divise.
- Le fragment anucléé survit pendant un certain temps, puis il meurt.
- Si on réimplante dans le fragment anucléé le noyau d'une autre amibe, il recommence à se déplacer normalement et à se nourrir.
- Cette expérience montre bien le rôle essentiel du noyau dans le maintien de la vie cellulaire.



**Figure 5 :** Expérience de mérotomie

## 5.2. Synthèse de l'ARN

On peut le démontrer grâce à l'expérience de Goldeintin et Plant.

- une amibe est placée dans un milieu d'incubation contenant de la cytidine triciée (marqueur radiatif).
- Après 2heures d'incubation, on remarque que la radioactivité est incorporée dans l'ARN nucléaire.
- Le noyau de l'amibe dont l'ARN est radioactif, est alors greffé dans une amibe anucléée dont les synthèses protéiques sont bloquées (absence du noyau).
- Quelques heures après, on voit que la radioactivité a diminué dans le noyau et qu'elle est passée dans le cytoplasme. L'arrivé de l'ARN dans le cytoplasme provoque la reprise des synthèses protéiques.

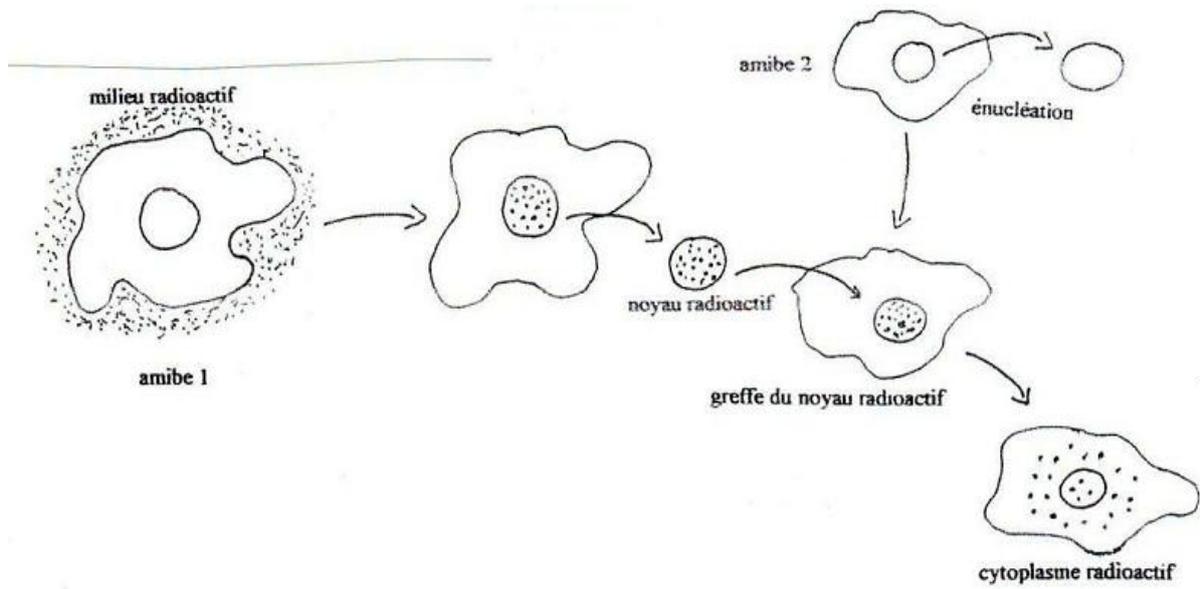


Figure 6 : Expérience de Goldeistein et Plant