

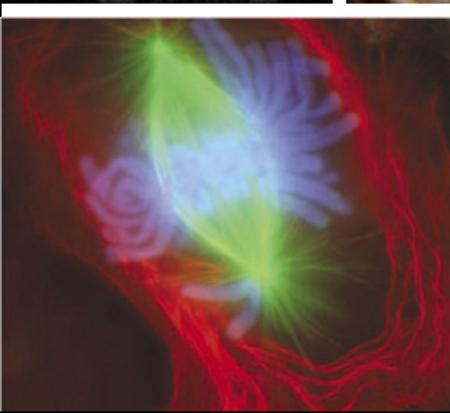
Cours de sciences
de quatrième année :
Biologie

Yves Delhaye

22 février 2010



BIOLOGIE



Copyright (c) 2009-2010 Yves Delhayé

Ce document est sous licence Creative Common CC BY-SA

Paternité-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France

- Vous êtes libres :
 - de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public,
 - de modifier cette création.
- Selon les conditions suivantes :
 - Paternité : Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'oeuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'oeuvre).
 - Partage des Conditions Initiales à l'Identique : Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.
- voir <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/legalcode>

Sommaire

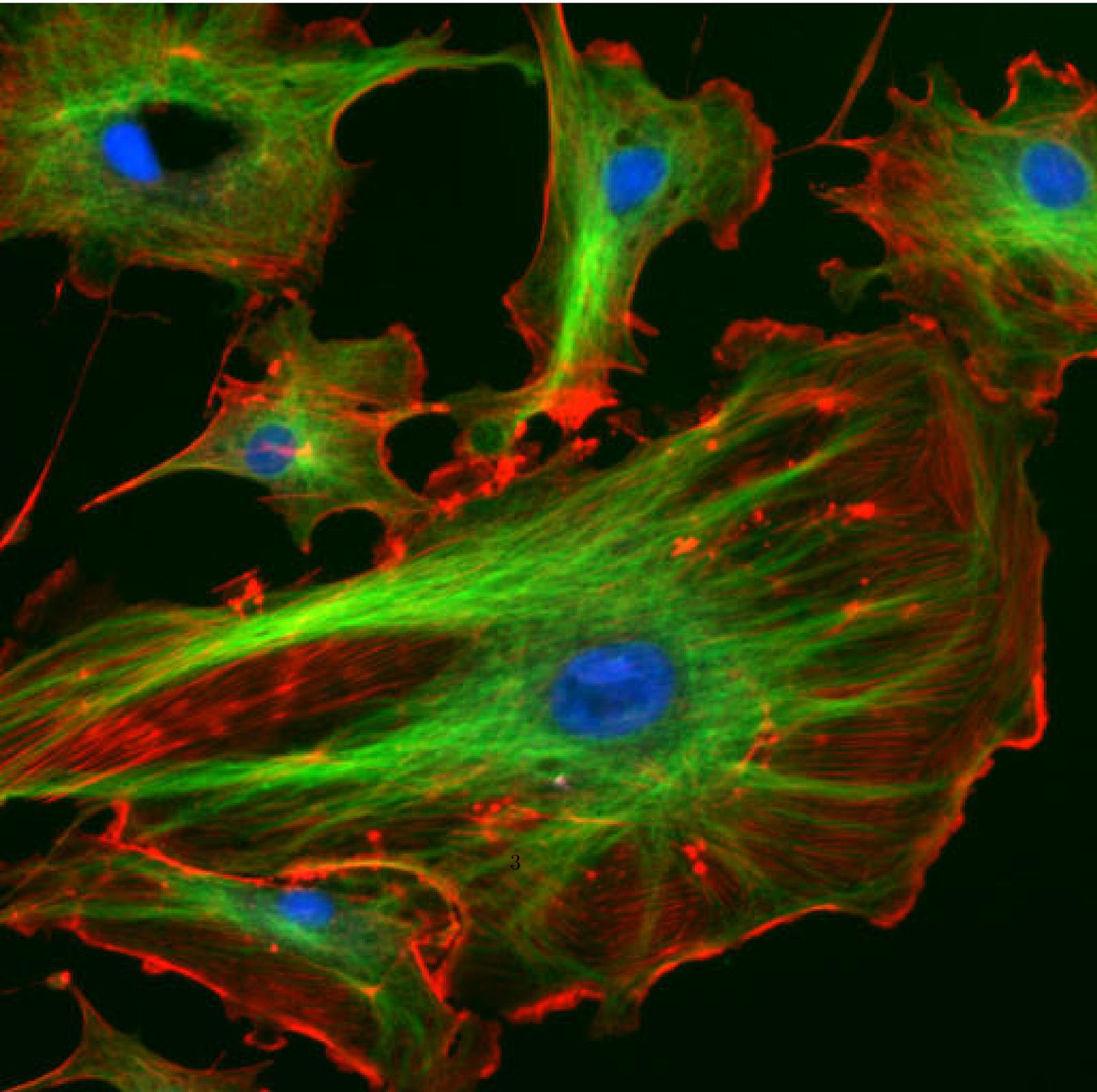
I	La cellule	1
1	La cellule : unité de base du vivant	3
2	Structure de la cellule	7
3	Mécanismes de transport dans la cellule	11
4	La synthèse des protéines	15
II	La reproduction cellulaire	17
5	Mitose	19
6	Méiose	23
III	Annexes	25
	Liste des tableaux	27
	Table des figures	29
	Bibliographie	31
	Table des matières	33

Première partie

La cellule

Chapitre 1

La cellule : unité de base du vivant



d'après [1, wikipedia]

1.1 Introduction

1.1.1 Historique de la découverte

Matthias Jakob Schleiden et une année après par Theodor Schwann que va être énoncé la première fois le terme de cellules vivantes. Leurs observations du matériel vivant vont les amener à énoncer que « tous les organismes sont faits de petites unités : les cellules ».

C'est le premier axiome de la théorie cellulaire. En 1855, Virchow, un médecin allemand, suggère que toute cellule provient d'une autre cellule. C'est le second axiome de la théorie cellulaire.

En 1861, Pasteur, en démontrant que la théorie de la génération spontanée est erronée, va dans ce sens et c'est par la suite en s'intéressant à la maladie du charbon et à la rage qu'il finalisera la vaccination, dont il s'est souvent attribué la découverte, en omettant de citer les recherches de ses prédécesseurs (Bert, Toussin,...).

1.1.2 Définition

- Tous les êtres vivants sont faits d'une ou plusieurs cellules, cette définition exclut a priori les virus du monde du vivant ;
- Toute cellule provient d'une autre cellule, c'est le principe de la division cellulaire ;
- La cellule est une unité vivante et l'unité de base du vivant, c'est à dire qu'une cellule est une entité autonome capable de réaliser un certain nombre de fonctions nécessaires et suffisantes à sa vie ; il est possible par exemple de cultiver des cellules in vitro en leur apportant les nutriments et le milieu convenable ;
- Il y a individualité cellulaire grâce à la membrane plasmique qui règle les échanges entre la cellule et son environnement ;
- La cellule renferme l'information sous forme d'ADN nécessaire à son fonctionnement et à sa reproduction. L'ADN peut être sous forme libre (procaryotes) ou stocké (eucaryotes) dans une structure particulière : les chromosomes réunis dans le noyau.

Ces quatre points peuvent être résumés comme suit : La cellule est l'unité structurale, l'unité fonctionnelle et l'unité reproductrice.

1.2 Les unicellulaires

1.2.1 Procaryotes

1.2.2 Eucaryotes

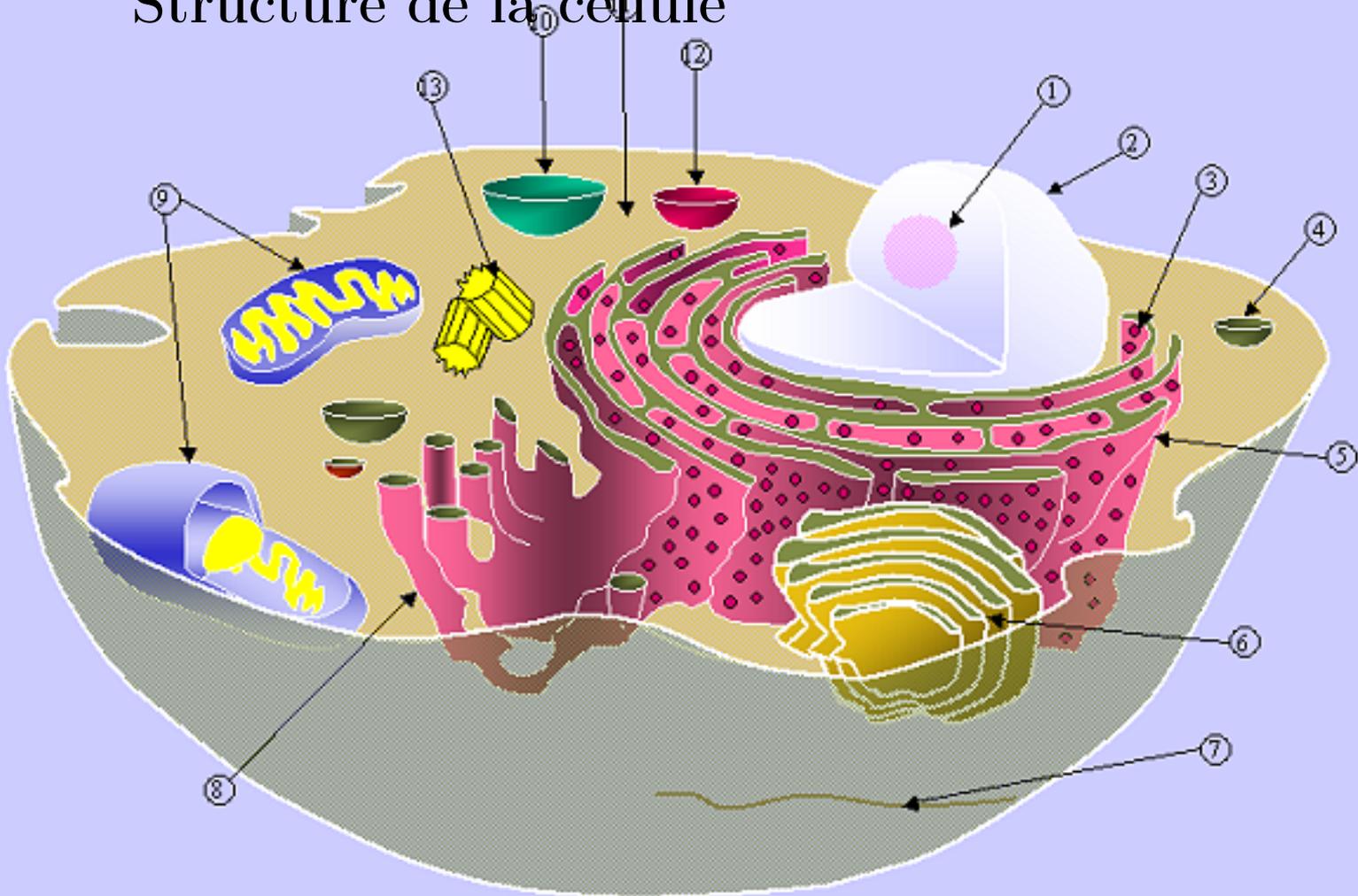
1.3 Les pluricellulaires

1.3.1 Tissus

1.3.2 Organes

Chapitre 2

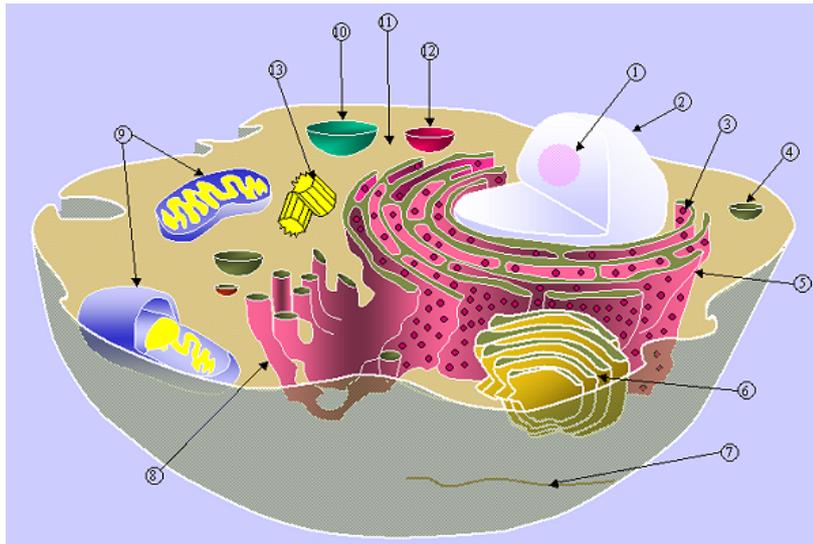
Structure de la cellule



d'après [1, wikipedia]

2.1 Introduction

2.2 Les organites et leurs fonctions



1. nucléole
2. noyau (ambiguïté : membrane nucléaire)
3. ribosome
4. réticulum endoplasmique ou ergastoplasme
5. vacuole
6. appareil de Golgi
7. microtubule
8. réticulum endoplasmique lisse
9. mitochondries
10. vacuole
11. cytoplasme
12. vacuole
13. centrosome (et aster)

2.3 Cellules animales et végétales

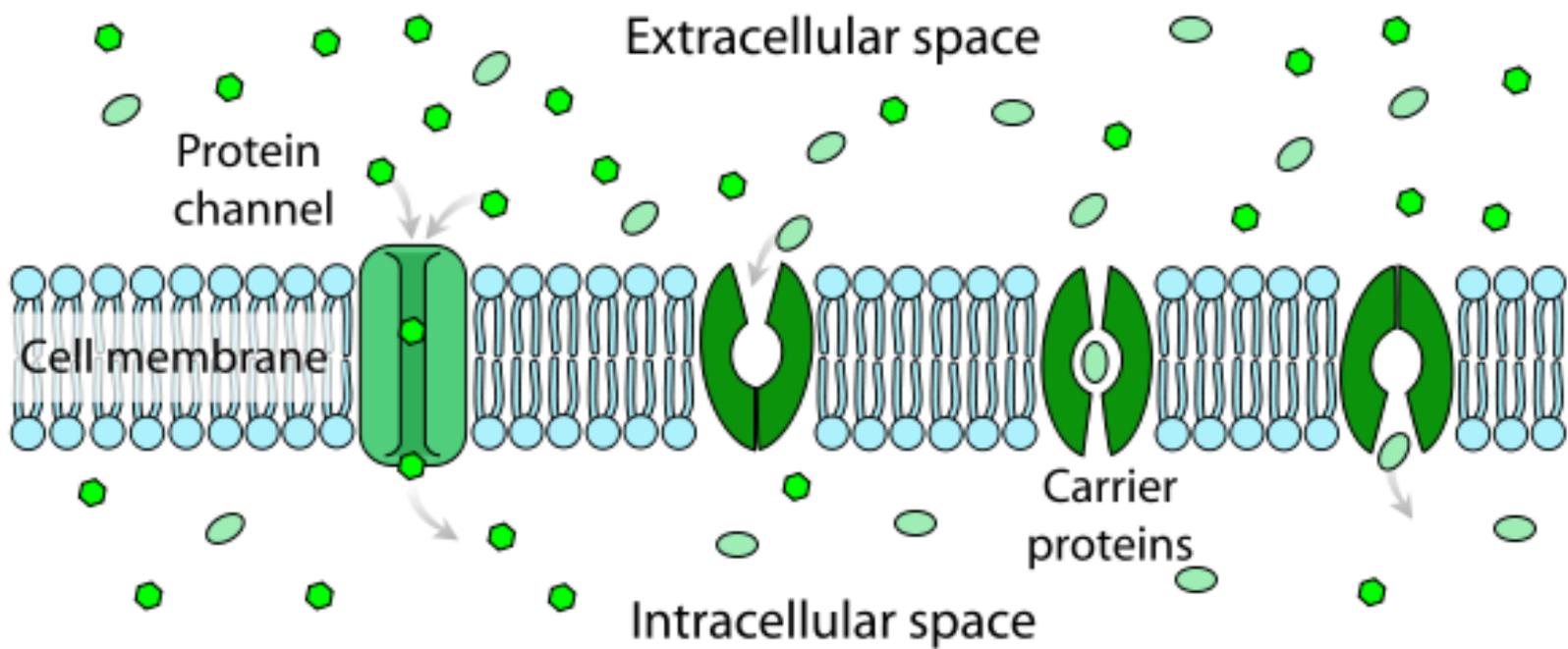
2.3.1 Cellules animales

2.3.2 Cellules végétales

2.3.3 Autres

Chapitre 3

Mécanismes de transport dans la cellule



d'après [4, wikipedia]

3.1 Introduction

3.2 Transport passif

Le transport passif est un transport qui se fait sans consommation d'énergie, il se fait donc le long du gradient électrochimique (ou gradient de concentration). Il permet, lorsque deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane, que des molécules la traversent de façon à ce qu'à l'équilibre, les concentrations deviennent identiques (solutions isotoniques). Il en existe 2 types : la diffusion ("diffusion simple" ou " diffusion libre" et " diffusion facilitée") et l'osmose.

3.2.1 La diffusion

La diffusion n'est possible que si les solutions sont séparés par une membrane perméable.

3.2.1.1 La diffusion simple ou libre

La diffusion simple est la diffusion dans la membrane plasmique (dans le sens des concentrations fortes vers les concentrations faibles, jusqu'à équilibre des concentrations de part et d'autre de la membrane). La diffusion libre est un phénomène physique passif. Ce type de passage n'est possible que si la molécule est « soluble » dans la membrane phospholipidique, c'est-à-dire qu'elle peut traverser directement la bicouche de phospholipides. La molécule doit donc être hydrophobe (apolaire) ou, si elle est hydrophile (polaire), être suffisamment petite (en pratique : éthanol).

Les caractéristiques de ce transport sont :

- une absence de saturation, la vitesse de diffusion dépend uniquement de la différence de concentration (gradient de concentration, ou électrochimique pour des ions) ;
- une absence de spécificité (il n'est pas régulé) ;
- et une certaine lenteur : les molécules doivent se dissoudre dans la double couche de phospholipides avant de passer de l'autre côté.

Ce mécanisme est lent par rapport à la diffusion facilitée.

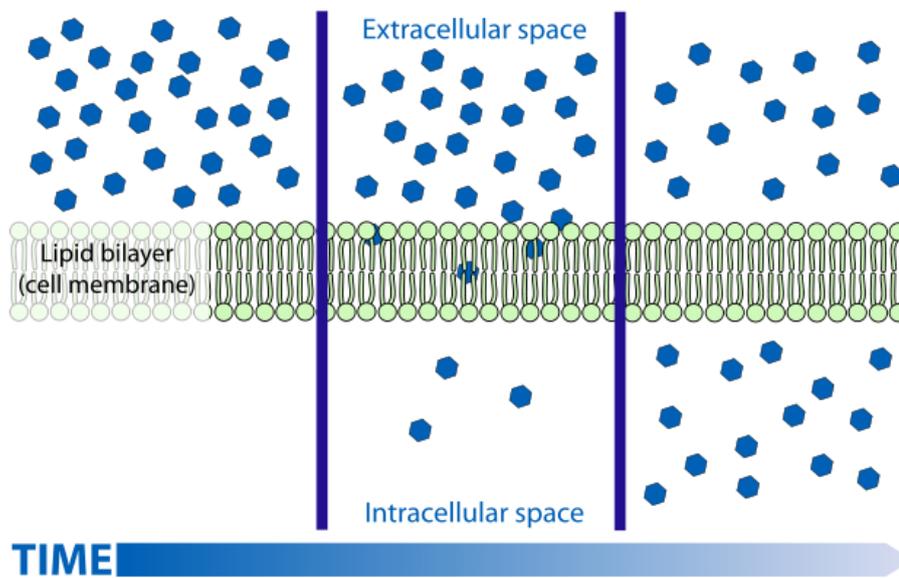


FIGURE 3.1 – La diffusion simple

3.2.1.2 La diffusion facilitée

Il existe en biologie un transport dit de diffusion facilitée. Comme la diffusion libre, la différence de concentration est le moteur du transport. Cependant, la molécule ne traverse pas directement la membrane, elle doit utiliser une protéine transmembranaire de transport :

1. Les protéines de canal (canaux ioniques) : elles ne doivent pas changer de forme pour permettre le passage. Ce transport par les protéines de canal est :
 - très spécifique : elles ne laissent passer qu'une ou quelques sortes de molécules et pas d'autres ;
 - extrêmement rapide ;
 - et régulé, les protéines de canal ont la capacité de se fermer.
2. Les transporteurs : ils changent de forme pour déplacer des molécules d'un côté à l'autre d'une membrane. Ce transport est similaire à celui des protéines canaux, si ce n'est qu'il est généralement moins rapide et qu'il peut également transporter des molécules ou ions contre leur gradient électrochimique (on parle alors de transport actif et non passif et de pompe à la place de transporteur).

3.2.2 Osmose

3.2.2.1 Principe

L'osmose est un phénomène physique passif qui a lieu seulement si les solutions sont séparées par une membrane semi-perméable. Seules les molécules d'eau traversent la membrane de la solution hypotonique (la plus diluée) vers la solution hypertonique (solution la plus concentrée) jusqu'à ce que les solutions soient isotoniques (de même concentrations). On rencontre l'osmose aussi bien pour la cellule vivante que pour la cellule morte. Si les deux milieux sont de même concentrations, aucun mouvement d'eau n'est observé : la cellule est en équilibre osmotique.

3.2.2.2 Pouvoir osmotique

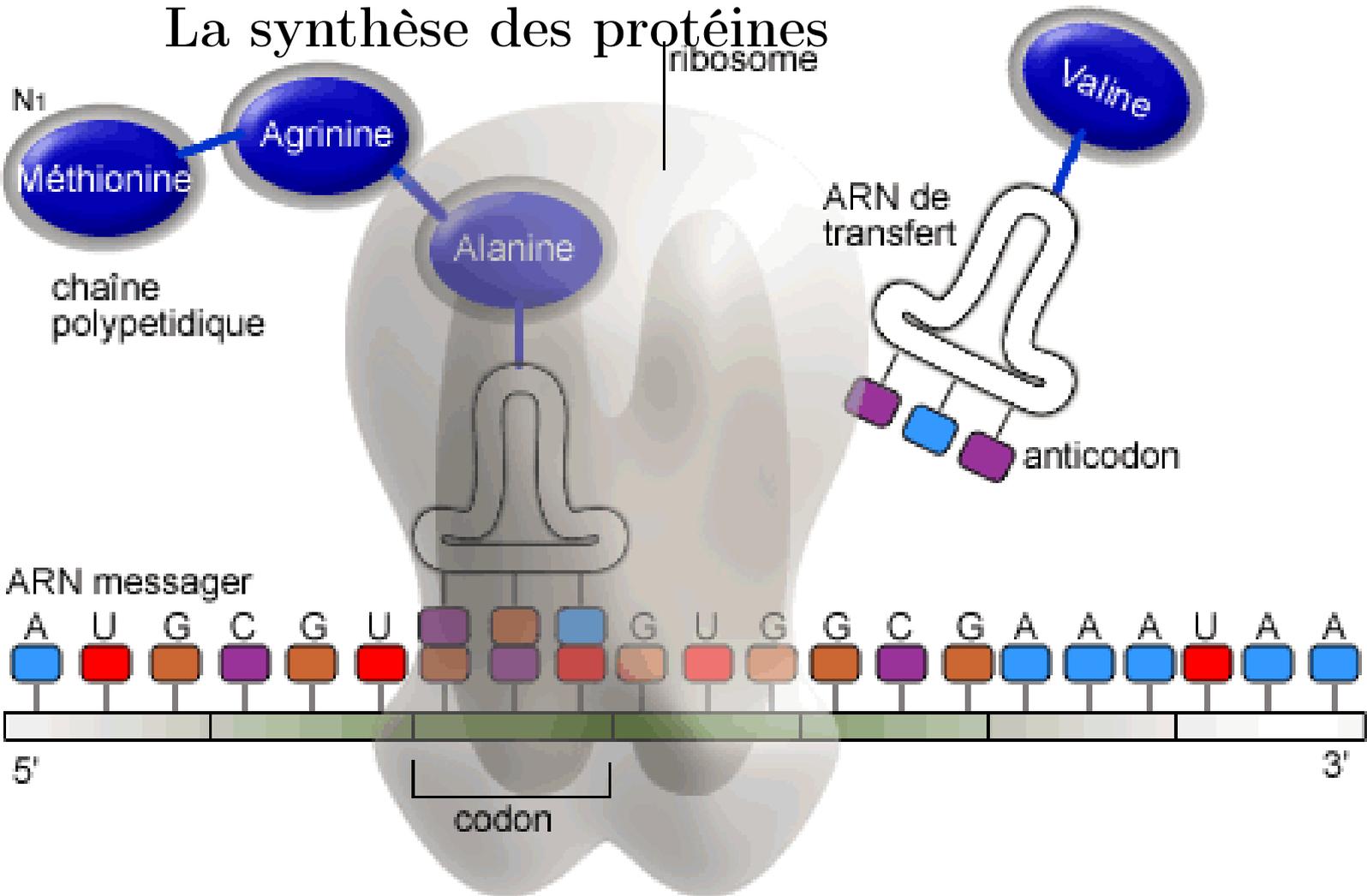
Il est à noter que ce phénomène ne se produit que pour des gradients de concentrations molaires et non pondérales, deux solutions de concentrations pondérales différentes pouvant avoir le même pouvoir osmotique (on parle d'"osmolarité"). On utilise l'Osmole (ou Osm) pour quantifier ce pouvoir osmotique. Une solution non-électrolytique d'1 M (mole/L) ayant un pouvoir osmotique d'une Osmole. Dans le cas de solutions électrolytiques, la dissolution du soluté en plusieurs éléments donne à la solution un pouvoir osmotique plus fort. Par exemple, si l'on dissout dans un litre une mole de NaCl, on aura une mole de chaque ion (Na et Cl) dans la solution, donc un pouvoir osmotique de 2 Osm/L.

3.3 Transport actif

Le transport actif implique le transfert d'une molécule contre le gradient de concentration (c'est-à-dire du compartiment le moins concentré = solution hypotonique vers le compartiment le plus concentré = solution hypertonique). Il y a donc nécessité de fournir de l'énergie car ce transport n'est pas spontané[1]. Il existe deux types de transport actif selon la source d'énergie utilisée mais dans les 2 cas une protéine de transport est nécessaire. Exemple : le cotransport ou symport : un transporteur introduit un ion de sodium dans la cellule en suivant son gradient de concentration ; il introduit simultanément une molécule de glucose (grande et polaire) à l'encontre de son gradient de concentration. C'est la force du gradient Na^+ qui permet d'entraîner ainsi la molécule de glucose. On considère donc que c'est un transport actif, bien que ce soit de l'énergie électrochimique qui soit responsable du transport, et non de l'énergie pure (dissociation de l'ATP) [2] Le Na^+ était sorti de la cellule grâce à la Na^+/K^+ ATPase, exemple de transport actif primaire.

Chapitre 4

La synthèse des protéines



4.1 Les protéines

4.1.1 Les acides animés

4.1.2 Structures

4.1.3 Fonctions

4.1.3.1 Enzymes

4.2 Acides nucléiques

4.2.1 ADN

4.2.2 ARN

4.3 Synthèse des protéines

4.3.1 Transcription

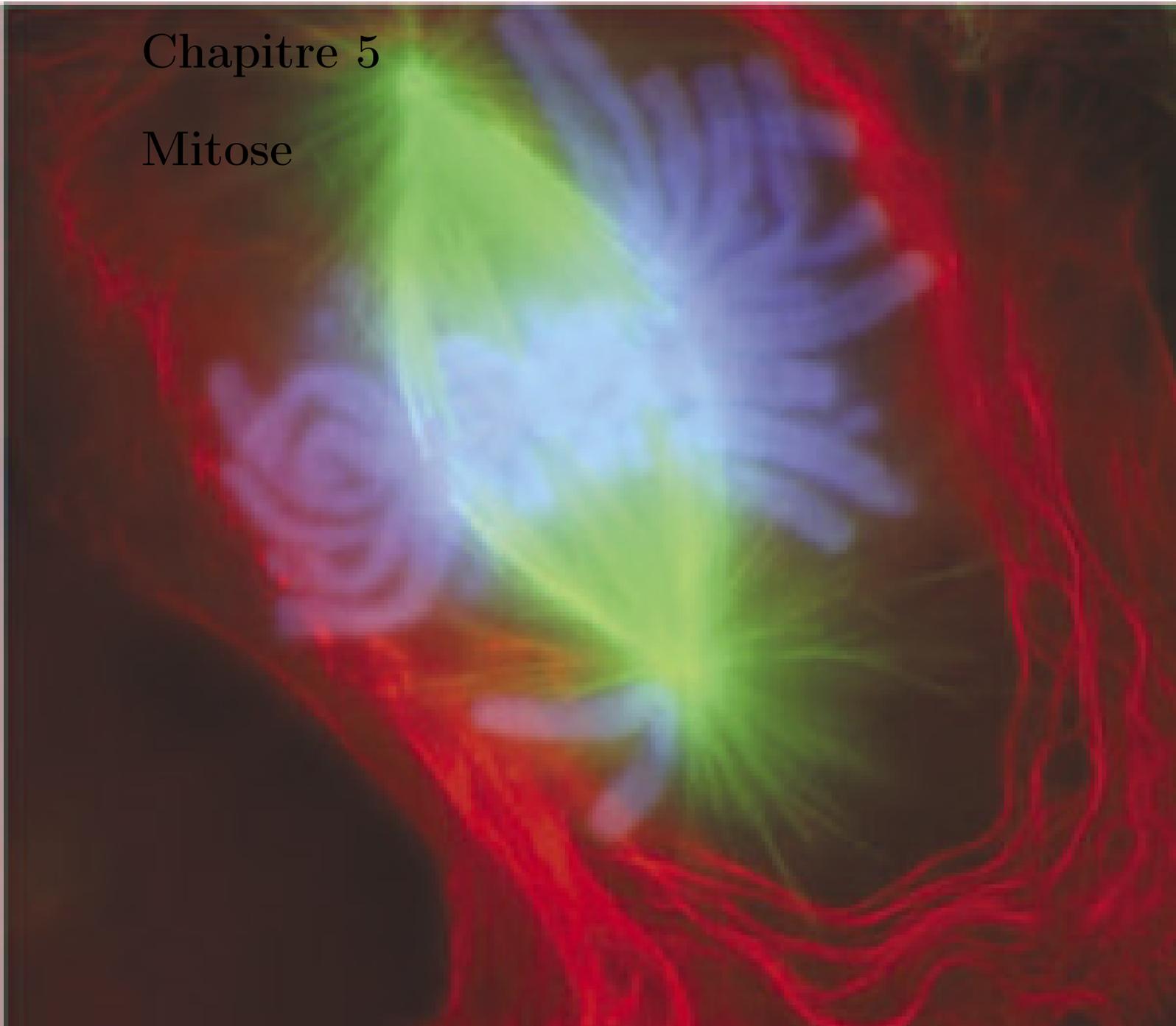
4.3.2 Traduction

Deuxième partie

La reproduction cellulaire

Chapitre 5

Mitose



5.1 Introduction

d'après [2, wikipedia]

Du grec *mi-*, en deux, et de la racine *tom-*, qui indique une coupure (par exemple, lobotomie, un tome de livre, tomographie), la mitose désigne les événements chromosomiques de la division cellulaire. Il s'agit d'une duplication « non sexuée » (contrairement à la méiose). Division d'une "cellule-mère" en deux "cellules-filles".

Elle désigne également une étape bien particulière du cycle de vie des cellules eucaryotes, dit « cycle cellulaire », qui est l'étape de séparation de chaque chromosome de la cellule mère et de leur répartition égale dans chacune des deux cellules filles. Ainsi, chaque « noyau-enfant » reçoit une copie complète du génome de l'organisme « mère ». L'ADN est répliqué grâce à l'ADN polymérase lorsqu'il se trouve sous forme de chromatine (équivalent à un chromosome déroulé), lors de l'interphase du cycle cellulaire.

Le cycle cellulaire est divisé en plusieurs phases :

- la phase G1, première phase de croissance (la plus longue),
- la phase S durant laquelle le matériel génétique est répliqué,
- la phase G2, qui est la seconde phase de croissance cellulaire et,
- la phase M, celle de la mitose proprement dite.
- il existe une phase dite de quiescence qui correspond à la sortie du cycle, phase G0, celle-ci survient généralement en G1,

Les phases G1, S et G2 constituent l'interphase

Les mécanismes de la mitose sont très semblables chez la plupart des eucaryotes, avec seulement quelques variations mineures. Les procaryotes sont dépourvus de noyau et ne possèdent qu'un seul chromosome sans centromère, ils ne se divisent donc pas à proprement parler par mitose mais par scission binaire, tertiaire, multiple, ou par bourgeonnement.

5.2 Les phases de la mitose

d'après [2, wikipedia]

La mitose est un phénomène continu mais pour faciliter la compréhension de son déroulement les biologistes ont décrit quatre étapes caractéristiques de la mitose qui sont : la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase. La mitose dure entre 1h et 3h.

5.2.1 Interphase

5.2.2 Prophase

Lors de cette phase, le matériel génétique (ADN), qui en temps normal est présent dans le noyau sous la forme de chromatine se condense en structures très ordonnées et individualisées appelées chromosomes. Le nucléole se désagrège. Comme le matériel génétique a été dupliqué avant le début de la mitose, il y aura deux copies identiques du génotype dans chaque cellule. Pendant cette phase, les chromosomes sont donc constitués de deux chromatides sœurs portant toutes les deux la même information génétique. Elles contiennent également chacune un élément d'ADN appelé centromère qui joue un rôle important dans la ségrégation des chromosomes. Les deux chromatides d'un même chromosome sont reliées au niveau de la région centromérique.

Le deuxième organite important de la prophase est le centrosome, composé initialement de deux centrioles. Comme pour les chromosomes, le centrosome s'est dupliqué avant le début de la prophase (en 4 centrioles). Les 4 centrioles se séparent durant la prophase, formant deux centrosomes qui migrent chacun vers un pôle de la cellule. Le cytosquelette de microtubules se réorganise pour former le fuseau mitotique, structure bipolaire qui s'étend entre les deux centrosomes mais reste à l'extérieur du noyau. Par la croissance des microtubules, le fuseau mitotique s'allonge, ce qui étire le noyau cellulaire.

On peut se représenter les microtubules comme des perches ou des rails, dans la cellule. Certaines cellules eucaryotes, notamment les cellules végétales, sont dépourvues de centriole.

5.2.3 Métaphase

Deuxième phase de la mitose, après la prophase, c'est le rassemblement des chromosomes condensés à l'équateur de la cellule pour former la plaque équatoriale. Les tensions subies par chacun des kinétochores d'un chromosome s'équilibrent progressivement et ceux-ci s'alignent dans un plan situé à mi-chemin des deux pôles. On observe que les chromosomes sont alignés selon leur centromère.

5.2.4 Anaphase

L'anaphase est une phase très rapide de la méiose et de la mitose où les chromatides se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule. Les fils chromosomiques sur lesquels étaient accrochés les centromères des cellules se détachent et les chromatides se déplacent chacune vers un pôle de la cellule. Durant cette phase, suite à un signal spécifique qui correspond à une augmentation d'un facteur 10 de la concentration en calcium intracellulaire les chromatides sœurs se séparent brutalement. Elles sont alors « tirées » par les microtubules en direction du pôle auquel elles sont rattachées. Les chromatides migrent rapidement à une vitesse d'environ $1 \mu\text{m}/\text{min}$.

5.2.5 Télaphase

Le terme « télaphase » dérive du grec « telos » signifiant « fin ». C'est la 4^e phase de la mitose.

Durant cette période :

- les microtubules polaires vont persister au niveau de leur extrémité + pour former les microtubules interzonaux qui disparaîtront lors de la phase la plus terminale de la télaphase, la cytotdiérèse, qui correspond à la division terminale des deux cellules filles.
- Les microtubules kinétochoriens disparaissent.
- les chromatides sœurs commencent à se décondenser.
- l'enveloppe nucléaire ainsi que les nucléoles commencent à se reformer dans la métaïose.

5.2.6 Cytodiérèse

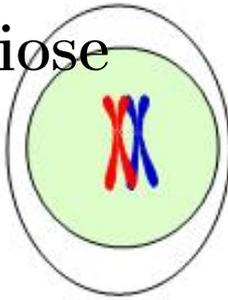
Appelée aussi cytokinèse ou encore cytokinèse, elle agit après la mitose. Durant cette période, le sillon de division se forme dans un plan perpendiculaire à l'axe du fuseau mitotique et sépare la cellule en deux. Il peut en fait commencer à se former dès l'anaphase. Cette constriction se fait de manière centripète. Le sillon de division se resserre jusqu'à former un corps intermédiaire, formant un passage étroit entre les deux cellules filles et qui contient le reste du fuseau mitotique. Celui-ci finira par disparaître entièrement et les deux cellules filles se sépareront complètement. Par ailleurs, l'enveloppe nucléaire et les nucléoles finissent de se reconstituer et l'arrangement radial interphasique des microtubules nucléés par le centrosome se reforme.

La dernière phase de la mitose est la cytokinèse.

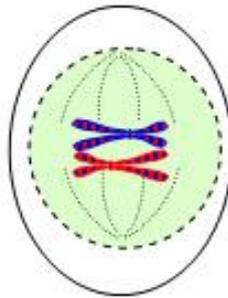
Chapitre 6

Méiose

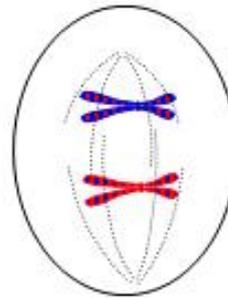
Interphase
G0-G1-S-G2



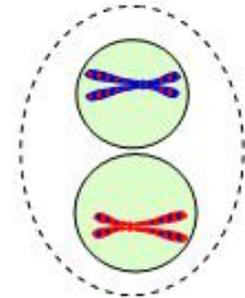
Prophase1
(2N-4C)



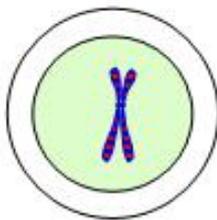
Métaphase1
(2N-4C)



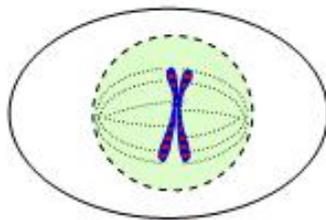
Anaphase1
(2N-4C)



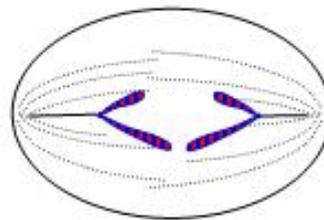
Télophase1
(1N-2C)



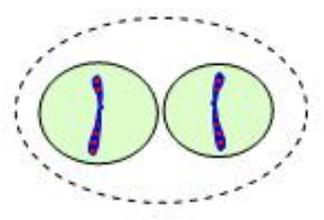
Prophase2
(1N-2C)



Métaphase2
(1N-2C)



Anaphase2
(1N-2C)



Télophase2
(1N-1C)

d'après [3, wikipedia]

6.1 Cycle

6.1.1 phase diploide

6.1.2 phase haploide

6.1.3 Animaux et acomycètes

6.2 Mélange des gènes

6.2.1 Mélange des chromosomes

6.2.2 Mélange des gènes

30 000 gènes chez l'homme

6.2.3 Un peu de math

$$2^h \cdot 2^n \simeq 2^{30000}$$

6.2.4 La course de la reine rouge

6.2.5 La grippe mexicaine

Troisième partie

Annexes

Liste des tableaux

Table des figures

3.1 La diffusion simple	13
-----------------------------------	----

Bibliographie

- [1] Collectif. Cellule (biologie). wikipedia, 19 August 2009.
- [2] Collectif. Mitose. wikipedia, 6 July 2009.
- [3] Collectif. Méiose. wikipedia, 27 2009.
- [4] Collectif. Transport membranaire. wikipedia, 14 2009.

Table des matières

I	La cellule	1
1	La cellule : unité de base du vivant	3
1.1	Introduction	4
1.1.1	Historique de la découverte	4
1.1.2	Définition	4
1.2	Les unicellulaires	5
1.2.1	Procaryotes	5
1.2.2	Eucaryotes	5
1.3	Les pluricellulaires	5
1.3.1	Tissus	5
1.3.2	Organes	5
2	Structure de la cellule	7
2.1	Introduction	8
2.2	Les organites et leurs fonctions	8
2.3	Cellules animales et végétales	9
2.3.1	Cellules animales	9
2.3.2	Cellules végétales	9
2.3.3	Autres	9
3	Mécanismes de transport dans la cellule	11
3.1	Introduction	12
3.2	Transport passif	12
3.2.1	La diffusion	12
3.2.1.1	La diffusion simple ou libre	12
3.2.1.2	La diffusion facilitée	13
3.2.2	Osmose	14
3.2.2.1	Principe	14
3.2.2.2	Pouvoir osmotique	14

3.3	Transport actif	14
4	La synthèse des protéines	15
4.1	Les protéines	16
4.1.1	Les acides animés	16
4.1.2	Structures	16
4.1.3	Fonctions	16
4.1.3.1	Enzymes	16
4.2	Acides nucléiques	16
4.2.1	ADN	16
4.2.2	ARN	16
4.3	Synthèse des protéines	16
4.3.1	Transcription	16
4.3.2	Traduction	16
II	La reproduction cellulaire	17
5	Mitose	19
5.1	Introduction	20
5.2	Les phases de la mitose	21
5.2.1	Interphase	21
5.2.2	Prophase	21
5.2.3	Métaphase	21
5.2.4	Anaphase	22
5.2.5	Télophase	22
5.2.6	Cytodiérèse	22
6	Méiose	23
6.1	Cycle	24
6.1.1	phase diploide	24
6.1.2	phase haploide	24
6.1.3	Animaux et acomycètes	24
6.2	Mélange des gènes	24
6.2.1	Mélange des chromosomes	24
6.2.2	Mélange des gènes	24
6.2.3	Un peu de math	24
6.2.4	La course de la reine rouge	24
6.2.5	La grippe mexicaine	24

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	35
III Annexes	25
Liste des tableaux	27
Table des figures	29
Bibliographie	31
Table des matières	33