



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE Abdelhamid Ibn Badis

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de biologie

*Spécialité: génétique fondamentale et appliquée*

*Mémoire de fin d'études*

Présentée par : **KADDOUR BEN CHRIF Rekaya**

**MERAH Yamina**

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

*Génétique fondamentale et appliquée*

Thème

**Les études caryolytiques de trois  
espèce de famille de liliacées  
(*A. cepa* L ,*A. sativum* L, *A. porrum* L)**

Président: **CHIBANI Abdewaheb** Professeur Université Mostaganem

Examinatrice **BEKADA Ahmed Mohamed Ali** MCB Université Mostaganem

Promoteur: **CHADLI Rabah** MCB Université Mostaganem

**Année universitaire : 2019-2020**



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

## Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH de nous avoir donné la force et la volonté pour achever nos études.

Nous tenons à remercier nos parents pour leur encouragement et leurs soutiens moraux durant notre cycle d'étude.

Nous exprimons nos remerciements à notre encadreur de mémoire Dr. Chadli Rabah pour l'effort et la volonté qu'il a déployée,

Pour ces conseils et ces orientations qui nous ont permis de mener à bien l'ensemble de nos recherches.

Nos vifs remerciements aussi, à tous nos professeurs et bien sûr nos collègues de la promotion

Et enfin, nous tenons à témoigner de nos profondes gratitude à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour achever notre travail..

**REKAYA et YAMINA**

## Dédicace

Je dédie cet ouvrage

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu' elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon frère, mes grands parent et ceux qui ont partagé avec moi tous

Les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail Ils; m'ont  
Chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A mes proches et a ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de

Succès

A tous ceux que j'aime

# REKAYA

## Dédicace

Je dédie ce travail

A mes très chers parents, source de vie D'amour et d'affection

A mes chers frères mes chères sœurs et leurs enfants, source de

Joie et de bonheur

A toute ma famille, source d'espoir et de Motivation

A tous mes amis, tout particulièrement

A vous cher lecteur

YAMINA

## Résumé

Notre travail est basé sur l'étude du caryotype des trois espèces suivantes, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Allium porrum* de l'espèce liliacées, pour obtenir des plaques tropicales. Nous avons d'abord traité d'une étude globale de ce type en termes de définition et de classification, et une étude spéciale pour chacune de ces trois espèces, car nous avons une étude microscopique. Afin d'identifier les chromosomes de cette espèce, nous avons appris leur nombre, leur type et leur forme grâce à l'effet de la colchicine qui bloque la mitose en métaphase des jeunes racines et de la technique du poisson, que nous avons appris en étudiant leurs propriétés et comment ils fonctionnent pour montrer le chromosome

Il a été constaté que le nombre de chromosomes diploïdes (*Allium sativum*, *Allium cepa*) est égal à ( $2N=16$ ), comparé au nombre de chromosomes diploïdes de *Allium porrum* égal à ( $2N=32$ ).

### **Les mots clés :**

liliacées- caryotype - allium - Mitose- cytogénétique

## **Abstract**

Our work is based on the study of the karyotype of the following three species, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Allium porrum* of the Lilacs species, to obtain tropical plates. We first dealt with a comprehensive study of this type in terms of definition and classification, and a special study for each of these three species, as we have a microscopic study. In order to identify the chromosomes of this species, we learned about their number, type and shape with the effect of colchicines which block metaphase mitosis of young roots and the fish technique, which we have learned by studying their properties and how they work to show the chromosome.

It was found that the diploid chromosome number (*Allium sativum*, *Allium cepa*) is equal to ( $2N=16$ ), compared to the diploid number of chromosome *Allium porrum* equal to ( $2N=32$ ).

## **Keyword**

Lilacs- karyotype- allium - Mitosis –cytogenetic.

## ملخص

يعتمد عملنا على دراسة النمط النووي للأنواع ثلاث التالية

Alluimsativum ,alluimcepa , porrumalluim

من أنواع الزئبقيات ، للحصول على لوحات استوائية، تعاملنا أولاً مع دراسة عالمية من هذا النوع من حيث التعريف والتصنيف، ودراسة خاصة لكل نوع من هذه الأنواع الثلاثة ، لأن لدينا دراسة مجهرية. من أجل التعرف على كروموسومات هذه الأنواع ، تعلمنا عددها ونوعها وشكلها من خلال تأثير الكولشيسين التي تمنع الانقسام الخلوي للجذور الصغيرة وتقنية FISH، والتي تعلمنا من خلالها دراسة خصائصها وكيفية عمله الإظهار الكروموسوم.

وجد أن عدد الكروموسوم ثنائي الصبغيات Alluim sativum ,alluim cepa يساوي (2N=16) مقارنة مع عدد الكروموسوم ثنائي الصبغيات porrum alluim يساوي (2N=32)

### لوحة المفاتيح:

أرجواني -النمط النووي -زهرة الألبوم - الانقسام المتساوي- خلوي

## Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Résumé**

**Sommaire**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction ..... 1**

### Partie 01

I- la famille de liliacées ..... 5

1- Définition ..... 5

2-Classification ..... 5

3-Historique ..... 7

II- Le caryotype ..... 8

1-Définition du caryotype ..... 8

2- Pourquoi faire un caryotype ? ..... 8

3- Déroulement du caryotype ..... 9

4- Quels résultats peut-on attendre d'un caryotype ? ..... 10

### Partie 02 :

I- L'oignon ..... 12

1- Définition ..... 12

2- Classification classique ..... 13

3- Description ..... 13

4-Variétés ..... 14

5-Histoire ..... 15

6-L'oignon : une pharmacie dans votre cuisine ..... 17



7- Les bienfaits et les propriétés de l'oignon.....	17
II- L'ail .....	18
1- Définition .....	18
2- Histoire.....	19
3- Classification classique.....	19
4- Description.....	20
5 -composition .....	21
6- Les bienfaits de l'ail sur la santé .....	22
III- POIREAU .....	24
1- Définition .....	24
2- Classification classique.....	24
3- Description.....	25
4- Origine et distribution.....	25
5- Histoire.....	26
6- Les bienfaits des poireaux .....	26

### **Partie 03**

I- Mitose .....	29
- Réalisation de préparations microscopiques de mitose une méthode sûre, rapide et peu coûteus .....	29
- Résultats.....	31
II- Chromosome .....	32
1- définition .....	32
2- Comment visualiser la chromatine ? .....	33
3- Obtention de préparations chromosomiques. ....	34
4- Classement des chromosomes métaphasiques : le caryotype .....	36
III- La cytogénétique moléculaire.....	38
1- Définition .....	38

2- Principe de la technique.....	38
3- Différents types de sondes sont utilisées .....	38
4- Principales applications de l'hybridation in situ ( FISH pour les anglo-saxons Fluorescence In Situ Hybridisation) .....	39
5- Cytogénétique conventionnelle .....	39
6- Cytogénétique moléculaire .....	40
IV- Colchicine .....	41
1- Définition .....	41
2-Propriétés physiques et chimiques.....	41
3-Historique.....	42
4-Le principe de colchicine .....	42
V- Les résultats de caryotype .....	44
<b>Conclusion .....</b>	<b>48</b>
<b>Référence bibliographiques .....</b>	<b>50</b>

## Liste des figures

<b>Figure.01</b> : Exemple de caryotype humain .....	10
<b>Figure.02</b> : Oignon blanc .....	12
<b>Figure.03</b> : Oignon rouge .....	12
<b>Figure.04</b> : Bulbes d'oignons.....	14
<b>Figure.05</b> : Des oignons rosés de Roscoff.....	15
<b>Figure.06</b> :Allium cepa : .....	15
<b>Figure.07</b> :Allium sativum .....	18
<b>Figure.08</b> : Ail rouge .....	19
<b>Figure.09</b> : Ail blanc .....	19
<b>Figure.10</b> : Fleur d'allium sativum.....	21
<b>Figure.11</b> : Allium porrum .....	25
<b>Figure.12</b> : Inflorescence de poireau fécondée par des bourdons. ....	25
<b>Figure.13</b> : Bulbes d'oignon, d'ail et d'échalotes .....	29
<b>Figure.14</b> : Jeunes racines à la base d'un bulbe d'échalote.....	29
<b>Figure.15</b> : Description de la structure d'un chromosome .....	32
<b>Figure.16</b> : Structure chimique de colchicine.....	41
<b>Figure.17</b> : colchicine.....	41
<b>Figure.18</b> : (R)-colchicine. ....	41
<b>Figure.19</b> : (S)-colchicine.....	41
<b>Figure.20</b> : Les étapes du caryotype.....	44
<b>Figure.21</b> : Un Caryotype d'Allium cepa ( $2n=16$ ) .....	45
<b>Figure.22</b> : Un Caryotype de sativum ( $2n=16$ ) .....	46
<b>Figure.23</b> : Un Caryotype d'Allium porrum ( $2n=32$ ) .....	47

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Classification classique de allium cepa.....	13
<b>Tableau 02</b> : Économie d'allium cepa.....	16
<b>Tableau 03</b> : Classification classique d'allium sativum.....	20
<b>Tableau 04</b> : Classification classique allium porrum.....	24
<b>Tableau 05</b> : Réalisation pratique .....	30
<b>Tableau 06</b> : Résultat de mitose .....	31

.

# **Introduction Générale**

# Introduction générale

---

## Introduction

La plupart des Liliaceae sont des plantes herbacées et parmi celles-ci, un fort pourcentage ont des organes de réserve renflés, comme des bulbes, des cormes, des rhizomes ou des racines charnues épaisses. Cependant, certains genres comme Aloe et Haworthia sont des plantes succulentes aux feuilles persistantes, parfois arborescentes, et quelques autres comme La pageria sont des plantes grimpantes aux tiges ligneuses et au feuillage persistant. En Australie, de nombreux genres ont évolué dans des conditions extrêmes de sécheresse et n'ont que peu de ressemblance avec les autres membres de la famille. Borya, par exemple, produit des touffes de feuilles en forme d'aiguilles et des capitules denses ressemblant à ceux d'Armeria (Plumbaginaceae).

Chez les Liliacearhizomateuses, dans le cas le plus simple, le rhizome est monopodial: la pousse florifère se forme à partir d'un bourgeon latéral (Aspidistra). Mais, le plus souvent, le rhizome est sympodial. Généralement, il n'y a qu'une seule pousse florifère par an (Polygonatum, Convallaria...), et, plus rarement, plusieurs (Asparagus). Exceptionnellement, la pousse florifère devient ligneuse et persiste plusieurs années (Ruscus). Les feuilles portées par le rhizome sont rudimentaires, réduites à des écailles et dépourvues de chlorophylle. Mais, lorsque le rhizome est jeune, il porte également des feuilles aériennes complètes, qui sortent de terre pour s'épanouir ; en effet, ces feuilles sont nécessaires à son alimentation carbonée. Devenue adulte, la plante fleurit et la pousse florifère porte de nombreuses feuilles vertes à la base. Celles-ci suffisent à alimenter le rhizome et même à mettre en réserve les substances nécessaires à la pousse suivante : le rhizome ne porte plus que des écailles. Un cas plus particulier est celui où toutes les feuilles assimilatrices de la base disparaissent : la pousse florifère est alors limitée à l'inflorescence qui, pour compenser la perte des feuilles assimilatrices, transforme ses rameaux en cladodes (Ruscus, Asparagus).

Les Liliaceae bulbeuses ont aussi une tige modifiée, le bulbe, mais, contrairement au rhizome, extrêmement courte et d'orientation verticale. Les feuilles, dépourvues de chlorophylle, dilatées et généralement réduites à la gaine, sont emboîtées les une dans les autres : on les appelle des écailles si leur insertion sur le bord du bulbe n'est qu'un croissant (Lilium), des tuniques si c'est un anneau, les bords latéraux étant réunis l'un à l'autre. Dans ce dernier cas, il peut arriver que les tuniques les plus internes se prolongent par un limbe aérien et chlorophyllien (Hyacinthus). Le bourgeon terminal de cette tige donne la pousse aérienne florifère, parfois accompagnée de pousses issues de bourgeons axillaires. Bien que la croissance au cours des années se fasse en hauteur, les bulbes ne sortent pas progressivement du sol. En effet, d'une part les parties les plus anciennes du bulbe se désorganisent (chez Lilium, les pousses bulbeuses correspondent à 2-3 ans ; chez Tulipa, il y a destruction rapide des pousses précédentes, et le bulbe est limité à une seule pousse bulbeuse) ;

## Introduction générale

---

d'autre part, les jeunes racines ont la particularité de se contracter et de renfoncer le bulbe en terre.

On assiste chez les bulbes à deux courants évolutifs. Par évolution régressive, les bulbes, de vivaces, peuvent devenir bisannuels ou annuels (*Allium*). Généralement cette évolution régressive est compensée par des phénomènes de multiplication végétative par des bulbilles, des caieux, assurant la survie de l'espèce. D'autre part, par surevolution, les bulbes se transforment en bulbes solides : les feuilles, au lieu de constituer des organes de réserves, se réduisent à des bractées protectrices, tandis que sa base se développe en une masse volumineuse dans laquelle les réserves s'accumulent (*Colchicum*). Ce type montre également le passage du bulbe au rhizome. Dans certains cas (*Veratrum*), on ne sait pas très bien si l'on est en présence d'un bulbe solide ou d'un rhizome à course plus ou moins oblique

Les feuilles, généralement caduques, alternes, opposées ou pseudo-verticillées, peuvent être basales, linéaires et pennatinervées (*Ornithogalum*, *Endymion*, *Eremurus*, *Anthericum*) ou caulinaires, ellipsoïdales et avec des nervures en forme de filet (*Trillium*). Chez *Gloriosa*, des vrilles sont produites à l'extrémité des feuilles, alors que chez *Asparagus*, les feuilles sont réduites à des écailles insignifiantes. Chez *Ruscus*, il en est de même, et ce qui paraît être des feuilles endurcies sont en fait des rameaux latéraux cladodisés

# Partie 1



# Partie 01 : la famille de liliacées

---

## I- la famille de liliacées

### 1- Définition :

Les alliacées sont des plantes herbacées, vivaces et bulbeuses. La plupart des espèces cultivées sont pour leur bulbe.

Les fleurs forment une ombelle à l'extrémité d'un hampes nue beaucoup d'espèces ont une odeur d'ail ou d'oignon parfois très forte.

Les alliacées les plus courantes sont : l'ail, l'oignon, le poireau, l'échalote, la ciboulette ou encore la ciboule.

### 2-Classification

En classification classique de Cronquist (1981), la famille des Liliaceae contenait une centaine de genres

Les recherches récentes ont fait éclater cette famille qui n'avait rien d'un groupe monophylétique. Aujourd'hui les Liliacées proprement dites ne comptent plus que quatre cent vingt espèces réparties en une dizaine de genres, et plus d'une vingtaine de sous-familles se soient vu attribuer le statut de famille.

Parmi les familles ayant reçu des genres anciennement dans la famille des Liliaceae, on trouve :

Famille des Alstroemeriaceae

Famille des Asparagaceae, dont l'asperge

Famille des Hyacinthaceae

Famille des Nartheciaceae

Famille des Ruscaceae

Famille des Tofieldiaceae

Famille des Xanthorrhoeaceae

### Généralités

Les liliacées comportent près de 3500 espèces présentes sur tous les écosystèmes terrestres à l'exception de ceux des régions très froides.

Les liliacées sont des plantes surtout herbacées, monocotylédones, stockant leurs réserves dans un bulbe, un rhizome ou de racines et des tiges charnues.

## Partie 01 : la famille de liliacées

---

Quelques espèces sont arbustives, d'autres sont succulentes, d'autres encore sont des lianes.

Les liliacées possèdent des fleurs régulières, solitaires comme chez les tulipes ou en inflorescence de type racème ou cyme, pouvant faire penser à une ombelle (*Allium* ou aux)

Les liliacées comptent de nombreuses espèces comestibles (ail, oignon, poireau, asperge), de nombreuses espèces médicinales (colchique) et de nombreuses espèces ornementales (lis, tulipes, jacinthes, etc.).

Règne : Plantes

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Sous-classe : Liliidae

Ordre : Liliales

Famille : Liliaceae

Quelques exemples

Lis martagon (*Lilium martagon*)

Asphodèle d'Arrondeau (*Asphodelus arrondeaui*)

Scille d'automne (*Scilla autumnalis*)

Muscari négligé (*Muscari neglectum*)

Ail triquètre (*Allium triquetrum*)

Muguet (*Convallaria majalis*)

Sceau de Salomon multiflore (*Polygonatum multiflorum*)

Fragon petit houx (*Ruscus aculeatus*) (fleur et cladode)

Parisette à quatre feuilles (*Paris quadrifolia*)

Phalangère à fleurs de lis (*Anthericum liliago*)

Sceau de Salomon verticillé (*Polygonatum verticillatum*)

Ail à tête ronde (*Allium sphaerocephalon*)

Tofieldie fluette (*Tofieldia pusilla*)

## Partie 01 : la famille de liliacées

---

Maianthème à deux feuilles (*Maianthemumbifolium*)

Helléboreblanc (*Veratrum album*)

Helléboreblanc (*Veratrum album*)

Criocère du lis

Le criocère du lis (*Liliocerislilii*) est un coléoptère chrysomélide phyllophage qui vit quasi exclusivement sur diverses plantes de la famille des lis

Dans certaines régions, cet insecte se révèle extrêmement nuisible pour ces plantes dont les larves, puis les imagos dévorent les feuilles au point que les lis finissent par

### 3-Historique :

Parmi ses plus illustres représentants, la famille des Alliées compte l'ail et l'oignon ainsi que l'échalote, le poireau, la ciboulette et la ciboule.

Originaires du continent asiatique, ces végétaux appartiennent au genre *Allium* dont une des caractéristiques est l'odeur et le goût singuliers de ses membres, particulièrement marqués dans le cas de l'ail.

La consommation des Alliées, plantes dont la culture est relativement aisée, est fort ancienne.

Elle était déjà pratiquée il y a plus de 4000 ans par les habitants de l'ancienne Mésopotamie et de l'Egypte pharaonique.

Chez les Grecs et les Romains de l'Antiquité, ail, oignon et poireau occupaient également une place importante dans l'alimentation et de nombreux bienfaits pour la santé leur étaient attribués.

A l'époque médiévale, en France, les potagers de subsistance consacraient toujours une large place aux Alliées dont la production constituait un rempart contre les disettes. En revanche, ces légumes-condiments « populaires » étaient méprisés par les élites sociales, d'autant plus qu'ils provenaient de la terre, l'élément de la Création le plus dévalorisé.

A l'instar des autres légumes, leur réhabilitation commencera timidement à partir de la Renaissance (XVI<sup>e</sup> siècle). Aujourd'hui encore, les Alliées conservent de très nombreux usages culinaires et ont même acquis un réel intérêt gastronomique.

On les rencontre par ailleurs au détour de nombreuses expressions populaires

## **II- Le caryotype**

### **1-Définition du caryotype**

Le caryotype est une technique qui permet d'étudier (de visualiser) les chromosomes d'un individu.

Les chromosomes sont les « paquets » d'ADN, présents dans Le caryotype est une technique qui permet d'étudier (de visualiser) les chromosomes d'un individu.

Les chromosomes sont les « paquets » d'ADN, présents dans le noyau de chacune de nos cellules, qui contiennent le matériel génétique.

Chez l'humain, chaque cellule contient normalement 23 paires de chromosomes, qui se présentent (à certains stades de la division des cellules) comme de petits bâtonnets d'ADN condensé.

On compte plus précisément 22 paires de chromosomes (appelés autosomes) et une paire de chromosomes dits « sexuels », qui déterminent le sexe de l'individu.

Ainsi, les garçons ont un chromosome X et un chromosome Y, alors que les filles possèdent une paire de chromosomes X. Le caryotype normal s'écrit donc : 46, XY ou 46, XX.

Le caryotype permet d'obtenir une image, au microscope, des chromosomes d'une cellule.

Cela permet donc de compter le nombre de chromosomes, sachant que plusieurs maladies génétiques se traduisent par la présence d'un chromosome surnuméraire (trisomies).

### **2- Pourquoi faire un caryotype ?**

On peut réaliser le caryotype d'un adulte ou d'un fœtus. Le plus souvent, le caryotype est effectué en période anténatale pour connaître le nombre de chromosomes du fœtus.

Cela permet de détecter une trisomie (notamment si l'échographie a montré des signes possibles de trisomie ou si les marqueurs sériques du premier ou deuxième trimestre indiquent un risque élevé).

Il existe plusieurs formes de trisomie, la plus répandue étant la trisomie 21 (trois chromosomes n°21 au lieu de deux), mais aussi la trisomie 18 ou 13, par exemple. D'autres anomalies chromosomiques peuvent également être décelées grâce au caryotype (dont les translocations, soit les échanges de brins entre deux chromosomes).

Le caryotype fœtal permet également de déterminer le sexe.

En période postnatale (chez l'adulte ou l'enfant), le caryotype peut être indiqué en cas d'ambiguïté sexuelle, si les organes sexuels ne sont pas clairement féminins ou masculins.

Il peut être également réalisé lorsque l'enfant présente des symptômes évocateurs d'une maladie chromosomique (trisomie 21, syndrome de Turner avec 45 chromosomes et un seul X, syndrome de Klinefelter avec deux chromosomes X au lieu d'un et un chromosome Y, etc.) ou parfois en cas de déficit intellectuel.

Le caryotype des parents peut aussi être effectué pour faciliter le diagnostic, ou en cas de fausses couches à répétition faisant penser à des anomalies chromosomiques, ou encore en cas d'antécédents familiaux connus d'anomalie chromosomique.

A l'adolescence, une absence de puberté, une absence de règles, peuvent aussi donner lieu à l'établissement d'un caryotype.

### 3- Déroulement du caryotype

En période anténatale

Le prélèvement de cellules fœtales se fait par amniocentèse ou biopsie des villosités chorales, généralement au début du deuxième trimestre de grossesse (parfois plus tôt).

La réalisation d'un caryotype à partir de liquide amniotique nécessite, en moyenne, de mettre les cellules en culture pendant 6 à 10 jours avant analyse.

Chez l'adulte ou l'enfant

Chez l'adulte, une simple prise de sang permet d'obtenir des cellules dont les chromosomes seront analysés. Des cellules de peau (fibroblastes) peuvent aussi être utilisées.

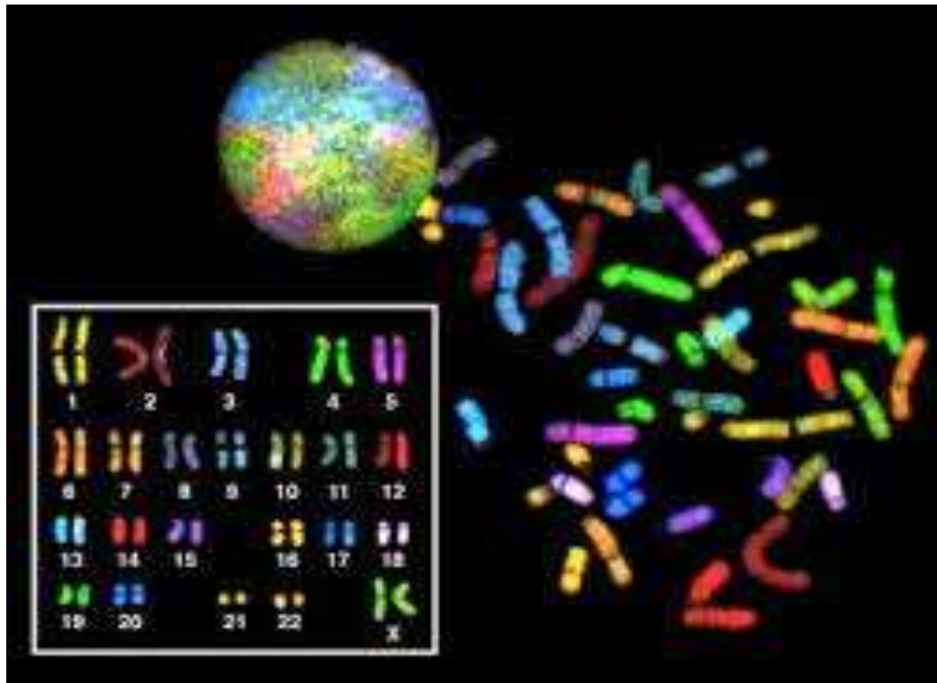
Le caryotype est effectué sur des cellules en cours de division, car c'est à ce moment-là que les chromosomes s'individualisent et sont dénombrables facilement.

Les chromosomes sont ensuite classés selon de leur taille, par ordre décroissant, et leur « forme » (ils ressemblent à des bâtonnets doubles, resserrés en un point dont la position varie). Certaines colorations permettent de visualiser plus clairement les détails des chromosomes (on voit alors des bandes, dont la disposition est spécifique à chaque paire chromosomique).

**4- Quels résultats peut-on attendre d'un caryotype ?**

Si le caryotype est anormal, une consultation avec un généticien sera planifiée pour poser un diagnostic. En cas d'anomalie du caryotype chez un fœtus, en fonction du caryotype chez un fœtus, en fonction du type d'anomalie décelée, il pourrait être envisagé d'interrompre la grossesse.

Seul votre médecin pourra vous donner les informations appropriées pour un consentement éclairé.



**Fig.01 : exemple de caryotype humain**  
(<https://www.futura-sciences.com>)

# Partie 02

### I-L'oignon

#### 1- Définition

L'oignon (l'orthographe *ognon* est préconisée par les rectifications orthographiques du français en 1990), prononcé est une plante herbacée bisannuelle de la famille des *Amaryllidaceae* (anciennement *Liliaceae* puis *Alliaceae*), largement et depuis longtemps cultivée comme plante potagère pour ses bulbes de saveur et d'odeur fortes et/ou pour ses feuilles.

Le terme désigne aussi le bulbe de cette plante récolté comme légume.

Par extension, il désigne en horticulture les bulbes d'autres plantes, généralement non comestibles (par exemple : oignon de tulipe). L'oignon potager est utilisé dans de très nombreuses recettes et existe en de nombreuses variétés, parmi lesquelles l'échalote.

C'est à la fois un légume et un condiment précieux, qui possède de multiples propriétés médicinales.

Le bulbe de l'oignon se compose de bases épaissies de feuilles s'enveloppant les unes dans les autres. De façon générale on parle d'oignon pour tous les bulbes de liliacées, comme les tulipes.



**Fig .02 : oignon blanc**  
(<http://groupevegco.com/>)



**Fig .03 : oignon rouge**  
(<https://www.toponions.com/fr>)



## 2- Classification classique

Tableau 01 : Classification classique d'alluim cepa

Alluim cepa	
Classification classique	
Régné	planatae
Sous-régné	tracheobionta
Division	Magnolliphyta
Classe	Liliopsida
sous-classe	liliidae
Ordre	Liliales
famille	alliaceae
genre	Allium
Nom binominal	
Allium cepa L.1753	
Classification phylogénétique	
ordre	Asparagles
famille	alliaceae

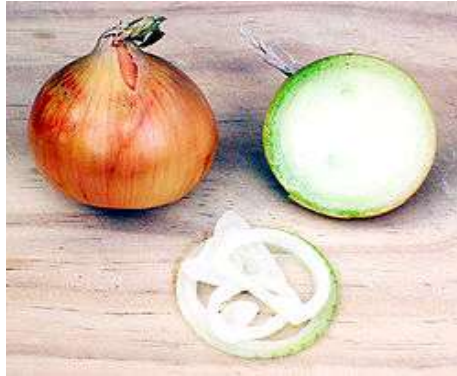
## 3- Description

L'oignon est une espèce herbacée, vivace par son bulbe unique, cultivée comme une annuelle ou bisannuelle (floraison la deuxième année). C'est une plante haute de 60 à 100 cm, dont les feuilles de couleur verte sont cylindriques, creuses (ce qui distingue cette espèce du poireau et de l'ail, autres espèces cultivées appartenant aussi au genre *Allium*). La tige florale dressée est également creuse. Elle présente un renflement vers sa base.

Le bulbe est relativement gros, de forme sphérique, parfois plus ou moins aplati. Les fleurs petites (de 4 à 5 mm de large), de couleur blanche ou verte, sont regroupées en une ombelle sphérique, en position terminale sur la tige. Les fleurs ont une symétrie trimère, à trois sépales, trois pétales et six étamines. L'ovaire unique est divisé en trois loges. Le fruit est une capsule s'ouvrant par trois valves, libérant chacune généralement deux graines.

Chez certaines variétés, il arrive que des bulbilles se développent à la place des fleurs.

Cette plante possède un bulbe qui lui permet de se reproduire.



**Fig .04: Bulbes d'oignons**

(<https://www.alimentarium.org/fr/savoir/oignon>)

### 4-Variétés

Les nombreuses variétés d'oignons sont généralement classées, du moins en France, selon la couleur du bulbe :

Oignons blancs, Blanc de Paris, Blanc très hâtif de la Reine, Oignoncébette, Oignons jaunes, Oignons doux des Cévennes, Oignons doux de Trébons (Hautes-Pyrénées ou 65).

Jaune paille des vertus (autrefois, spécialité horticole de la plaine des Vertus à Aubervilliers), Jaune doré de Mulhouse, Oignons rouges, Rouge de Brunswick, Rouge gros plat d'Italie, Oignons rosés de Roscoff.

En France, l'oignon doux des Cévennes a obtenu le label AOC en 2003. Pour l'oignon rosé de Roscoff, la certification a été obtenue le 8 juillet 2009.



**Fig.05 : Des oignons rosés de Roscoff**

(<https://www.medisite.fr>)

**5-Histoire**

L'oignon est connu dès l'Antiquité. Il provient sans doute d'une espèce sauvage d'Asie occidentale. L'oignon était apprécié des Égyptiens, des Grecs, des Gaulois et des Romains et n'a jamais cessé d'être utilisé.



**Fig .06: allium cepa :**  
( <https://www.topsante.com>)

## Économie

Tableau 02 : Économie d'allium cepa

Production 2004 en tonnes Source FAO			
Pays	Oignons secs	Oignons frais échalotes	Total
Monde	53 591 283	4 454 687	58 045 970
 Chine	18 035 000	717 000	18 752 000
 Inde	5 500 000	-	5 500 000
 Russie	3 323 600	1 000	3 324 600
 États-Unis	3 162 750	-	3 162 750
 Turquie	1 800 000	235 000	2 035 000
 Japon	1 200 000	510 000	1 710 000
 Pakistan	1 657 900	-	1 657 900
 Iran	1 500 000	-	1 500 000
 Corée du Sud	745 203	520 000	1 265 203
 Mexique	100 000	1 130 660	1 230 660
 Brésil	1 133 240	-	1 133 240
 Espagne	980 000	35 000	1 015 000

**6-L'oignon : une pharmacie dans votre cuisine**

L'oignon est utilisé depuis des centaines d'années comme un remède et un traitement préventif contre plusieurs maladies : infections, piqûres d'insecte, grippe, intoxications ... On lui confère même des pouvoirs de purification et de bien-être psychique ainsi que de soigner les troubles du sommeil.

En sirop, en cataplasme ou en jus frais, les propriétés de l'oignon en font une excellente alternative aux médicaments (pour certaines maladies) et un soin naturel, fiable et efficace grâce à ses multiples vertus et propriétés

**7-Les bienfaits et les propriétés de l'oignon**

**Antiseptique et Antibactérien :** grâce à sa richesse en soufre et en vitamine C, l'oignon nettoie et assainit les plaies et soigne les infections.

**Anti-Inflammatoires :** Riche en oméga 3, l'oignon a un effet anti-inflammatoire puissant, en application directe ou s'il est pris par voie orale.

**Expectorant naturel :** il fluidifie les sécrétions bronchiques et désencombre le système respiratoire.

**Anticholestérol :** grâce à sa richesse en oméga 3 et 6, il fait baisser le taux de mauvais cholestérol responsable de nombreuses maladies cardiovasculaires.

**Antioxydant et anti-radicaux libres :** le pouvoir antioxydant de l'oignon est dû à sa richesse en sélénium, en vitamines C et E, en du carotène et en flavonoïdes. Ces composants font de l'oignon un des meilleurs aliments préventifs du cancer.

**Diurétique :** grâce à sa richesse en potassium, l'oignon aide à l'élimination des fluides et au travail rénal. Il active le drainage des liquides superflus et lutte contre la rétention d'eau.

**Cicatrisant :** l'oignon favorise la production de collagène, grâce au sélénium et au calcium, il participe activement à la régénération cellulaire et à la cicatrisation.

**Anticoagulant naturel :** riche en vitamine K, C et E il fluidifie le sang limitant ainsi les risques de thrombose.

**Anxiolytique :** l'oignon riche en tryptophane (précurseur de sérotonine) calme les angoisses et facilite l'endormissement.

## II- L'ail

### 1- Définition

L'ail cultivé est une plante vivace monocotylédone dont les bulbes, à l'odeur et au goût forts, sont souvent employés comme condiment en cuisine dans de nombreuses recettes. Une *tête d'ail* se compose de plusieurs *caïeux* ou *gousses d'ail*.

Nom scientifique : *Allium sativum*, de la famille des Alliacées (cette famille était précédemment considérée comme une sous-famille des Liliacées).

Selon la tradition, l'ail a la réputation d'éloigner le mal : il repousse les vampires, les zombies et sans doute le diable lui-même ! De même on dit que l'ail est anti-aphrodisiaque (de fait, l'haleine que laisse l'ail évite les effusions prolongées - mais si les deux personnes en ont consommé...).



**Fig .07: Allium sativum**  
(<https://www.femmeactuelle.fr>)

### 2-Histoire

L'ail est originaire d'Asie centrale. On pense qu'il dérive de l'espèce asiatique *Allium longicuspis*. Il est utilisé depuis 5000 ans. On a retrouvé des gousses d'ail en argile datant de 3750 ans avant J-C. Il était largement cultivé en Égypte (source Hérodote).

D'ailleurs on dit que le premier conflit social de l'histoire de l'humanité fut provoqué par la ration d'ail supprimée aux esclaves égyptiens construisant les pyramides. Le papyrus Ebers mentionne l'ail dans une quarantaine d'indications.

Les Grecs et les Romains lui prêtaient un pouvoir fortifiant et le donnaient à manger à leurs soldats en campagne. Les athlètes grecs en consommaient de grandes quantités, pour son pouvoir fortifiant (les propriétés de vasodilatation, de bronchodilatation de l'ail revêtent effectivement un intérêt évident pour améliorer les performances sportives).

Dans l'Odyssée, Hermès en donne à Ulysse, qui l'utilise comme antidote pour ne pas être changé en pourceau par Circé.

Après avoir fuit d'Égypte, une partie des Hébreux regrette l'alimentation du temps de l'esclavage.

Au nombre des denrées citées apparaît l'ail. *Nombres 11.4-5* [...] et même les enfants d'Israël recommencèrent à pleurer et dirent : Qui nous donnera de la viande à manger? Nous nous souvenons des poissons que nous mangions en Égypte, et qui ne nous coûtaient rien, des concombres, des melons, des poireaux, des oignons et des aulx.

### 3-Classification classique



**Fig .08: Ail rouge**  
(<https://www.femininbio.com>)



**Fig .09: Ail blanc**  
(<https://cuisine.journaldesfemmes.fr>)



Tableau 03 : Classification classique d'allium sattivum

Allium sattivum	
Classification classique	
Régné	planatae
Sous-régné	tracheobionta
Division	Magnolliphyta
Classe	Liliopsida
sous-classe	liliidae
Ordre	Liliales
famille	alliaceae
genre	Allium
Nom binominal	
Allium sattivum L.1753	
Classification phylogénétique	
ordre	Asparagles
famille	alliaceae

#### 4-Description

Plante herbacée, bulbeuse et vivace assez grande à nombreuses feuilles engainant le bas de la tige. Elle mesure 30 à 120 cm de hauteur avec un espacement de 10 cm.

L'inflorescence est enveloppée d'une spathe en une seule pièce tombant assez rapidement. Les fleurs sont groupées en ombelles.

Assez peu nombreuses, elles sont de couleur blanche ou rose et s'épanouissent en été. Le fruit est une capsule à trois loges, mais celle-ci est rarement produite. La racine à bulbe est composée de trois à 20 bulbillons arqués (les caïeux). On la récolte en juillet-août.



## 5 -composition



**Fig.10 : Fleur d'allium sativum**  
(<https://fr.wikipedia.org>)

## Sous-espèces et variétés

On distingue deux sous-espèces, qui se plantent à des époques différentes de l'année : subsp. *ophioscorodon*, plantée en automne, et subsp. *sativum*, plantée au printemps. Les deux sous-espèces sont respectivement appelées "ail d'automne" et "ail de printemps". Dans les deux cas, la récolte a lieu en juin-juillet. Chacune d'elles comporte ses propres variétés horticoles, en grande partie cultivées dans les régions d'Europe méridionale, dont les plus connues sont :

Subsp. *Ophioscorodon*, Messidor, Thermidrome, Germidour, Subsp. *Sativum*, Fructidor, Printanor.

Dans le cas de la France, en fonction du terroir où elles sont cultivées et de leur couleur spécifique, ces variétés sont parfois labellisées. Quelques exemples :

Ail rose de Lautrec (Midi-Pyrénées), Ail blanc de Lomagne (Midi-Pyrénées), Ail violet de Cadours (Midi-Pyrénées), Ail d'Auvergne, Ail de la Drôme, Ail de Provence, Ail fumé d'Arleux (Nord-Pas-de-Calais), Ail de Cherrueix (Bretagne).

## Principaux constituants

Huile essentielle (disulfures de diallyle, allicine (antibiotique), alliine, alliinase, inuline), Glucides, Sélénium, Vitamines A, B, C et E, Composés soufrés

La plante donne, par distillation 0,25% d'huile essentielle en moyenne.

**6-Les bienfaits de l'ail sur la santé**

Riche en vitamines (A, B, C, E), en antioxydants, en composés soufrés, en calcium, en potassium, en zinc, en sélénium, en allicine (un antibiotique naturel super puissant), l'ail est une plante qui figure en tête de liste de la famille des super-aliments et des alicaments, ces aliments-médicaments ! Oui mais... quels sont exactement ses bienfaits sur notre santé ? CuisineAZ nous en dit plus !

L'ail, allié de notre système cardio-vasculaire

Si l'ail n'est pas excellent pour notre haleine et notre *sexappeal*, pour notre cœur, il n'y a pas mieux ! En effet, des études ont établi que les personnes qui consommaient 2 à 5 g d'ail tous les jours avaient moins de cholestérol et de triglycérides sanguins que les autres. De fait, la consommation d'ail permet de réduire les risques de maladies cardio-vasculaires.

De plus, l'ail augmente la fluidité du sang : idéal pour prévenir la formation de caillots sanguins dans les artères.

L'ail, un anti-cancer reconnu

Autre bon point santé : l'ail contient de nombreux composés soufrés qui, selon certaines études, lui confèreraient des propriétés anti-cancer en empêchant la multiplication des cellules cancéreuses dans l'organisme.

La consommation régulière d'ail permettrait ainsi de prévenir l'apparition des cancers de la gorge, du côlon, du sein, de la prostate, des ovaires, ou de l'estomac.

Sans oublier que l'ail booste le système immunitaire : en cas de maladie, notre corps va donc combattre plus efficacement les cellules cancéreuses.

L'ail pour combattre certains virus et infections

L'ail possède des propriétés antimicrobiennes, antiseptiques, anti-inflammatoires, anti-bactériennes, antibiotiques, antifongiques et antivirales.

Ce qui fait de lui un aliment capable de chasser et d'éliminer un grand nombre de bactéries pathogènes quand elles parviennent à s'introduire dans notre organisme.

L'ail est donc un allié de taille pour lutter contre de très nombreuses maladies infectieuses comme : le rhume, l'angine de poitrine, le mal de gorge... mais également l'acné ou les verrues (grâce à ses vertus purifiantes), le psoriasis (grâce à des composés sulfuriques qui calment les inflammations de la peau), ou encore des intoxications alimentaires (notamment la salmonellose).

L'ail pour favoriser la digestion

En cas de troubles digestifs chroniques ou de problèmes de digestion, il ne faut pas hésiter à mettre plus souvent de l'ail au menu. En effet, l'ail contient des acides phénoliques réputés pour nettoyer et épurer le système digestif de l'intérieur.

Mais ce n'est pas tout : l'ail est également riche en inuline, un prébiotique qui nous aide à lutter contre l'inconfort digestif et restaure notre flore intestinale.

L'ail, bon pour la ligne

On l'ignore souvent, mais l'ail, en plus d'être très peu calorique (149 calories/100 g), est un légume qui : booste le métabolisme et nous fait brûler plus de calories, favorise l'élimination *via* les urines, envoie des signaux de satiété au cerveau quand on le consomme : idéal pour

### III- POIREAU

#### 1- Définition

Le poireau cultivé (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*, anciennement *Allium porrum*) est une espèce de plante herbacée vivace largement cultivée comme plante potagère pour ses feuilles (pseudo-tiges) consommées comme légumes.

Issu de la domestication du poireau perpétuel (*Allium ampeloprasum*) et sélectionné pour son feuillage, il appartient à la famille des Amaryllidacées (Précédemment famille des Liliacées puis des Alliées).

Noms communs : poireau, porreau, poirée, poirette, asperge du pauvre.

#### 2-Classification classique

Tableau 04 : Classification classique *allium porrum*

Allium porrum	
Classification classique	
Régné	planatae
Sous-régné	tracheobionta
Division	Magnolliphyta
Classe	Liliopsida
sous-classe	liliidae
Ordre	Liliales
famille	alliaceae
genre	Allium
Nom binominal	
Allium porrum L.1753	
Classification phylogénétique	
ordre	Asparagles
famille	alliaceae



**Fig.11: Allium porrum**  
(<https://fr.wikipedia.org>)

### **3- Description**



**Fig.12 :Inflorescence de poireau fécondée par des bourdons.**  
(<https://www.wikiwand.com>)

Le poireau a de longues feuilles engainantes, opposées, plates, vert sombre ou vert jaunâtre, plus ou moins larges.

La base des feuilles emboîtées forme une pseudo-tige appelée « fût » dont la partie enterrée est blanche et la plus appréciée. Les fleurs, blanc verdâtre, apparaissent groupées en ombelle au sommet d'une tige florale dressée, la deuxième année.

### **4- Origine et distribution**

Cette espèce est possiblement originaire d'Europe ou du Moyen-Orient où il pourrait avoir été domestiqué. Elle est largement cultivée dans toutes les zones tempérées.

## **5-Histoire**

Le poireau est un légume très anciennement connu. En effet, il était cultivé en Égypte au III<sup>e</sup> millénaire av. en Mésopotamie, il fait partie des ingrédients figurant dans la plus vieille recette de cuisine qui soit parvenue à l'époque contemporaine.

L'Ancien Testament le mentionne également brièvement dans l'exode hors d'Égypte.

Par la suite, Hippocrate en parle comme d'un des légumes les plus cultivés de Grèce et dans la Rome antique, il est tenu en haute estime: l'empereur romain Néron est surnommé le « porrophage » car il en consomme de grandes quantités pour s'éclaircir la voix.

## **6- Les bienfaits des poireaux**

Le poireau est un légume qui fait partie de la même famille que l'ail et l'oignon. Ne vous fiez pas à son apparence modeste, car sa valeur nutritionnelle est tout simplement exceptionnelle.

### **- Protège les vaisseaux sanguins**

Les flavonoïdes, que l'on retrouve en quantités importantes dans ce légume, renforcent la paroi des vaisseaux sanguins, en particulier contre les dommages causés par les radicaux libres. Ces flavonoïdes stimulent aussi la production d'oxyde nitrique. Il s'agit d'une substance qui améliore l'élasticité des vaisseaux sanguins et qui diminue les risques d'hypertension.

### **- Contient des antioxydants**

Ce légume contient de puissants antioxydants appelés polyphénols, qui évacuent les radicaux libres hors de l'organisme. Ces radicaux libres peuvent causer plusieurs maladies chroniques, ainsi qu'un vieillissement prématuré de nos cellules. Manger régulièrement des poireaux vous apportera également une meilleure protection contre diverses formes de cancer.

### **- Riche en vitamines et minéraux**

Il s'agit aussi d'une très bonne source en vitamines: B6, C et K. Le poireau renferme aussi de précieux minéraux, tels que le fer ou le manganèse.

La vitamine C est essentielle dans la formation du collagène et la cicatrisation des plaies.

La vitamine B6 transforme les aliments en glucose, ce qui permet ensuite de produire de l'énergie.

La vitamine K est indispensable pour la coagulation du sang.

Quant au manganèse, il régule le fonctionnement du système nerveux et la formation des hormones.

Le fer, que l'on trouve aussi dans cet aliment, est essentiel dans la formation de l'hémoglobine.

### **- Efficace pour la perte de poids**

Ce savoureux légume fait aussi partie des meilleurs aliments à consommer lorsqu'on souhaite perdre du poids. En effet, le poireau possède peu de calories et est dépourvu de matières grasses. Par ailleurs, il s'agit d'un légume particulièrement riche en fibres, ce qui permet de profiter d'une sensation de satiété, tout en ayant un métabolisme actif.

### **- Conseiller aux femmes enceintes**

Le poireau contient naturellement de l'acide folique. Ce dernier est une substance qui est souvent recommandée aux femmes durant la grossesse, car elle permet de réduire les risques de malformations congénitales du fœtus.

### **- Anti-inflammatoire naturel**

La consommation régulière de du poireau permet de soulager les personnes souffrant de maladies inflammatoires, y compris le diabète, l'arthrite rhumatoïde ou encore les douleurs causées par une obésité.

Ce sont les flavonoïdes et polyphénols que l'on retrouve dans ce légume qui agissent en tant qu'anti-inflammatoire.

### **- Protège contre les maladies cardiovasculaires**

Naturellement la pression artérielle. Manger ce légume réduit aussi les risques de formation de caillots de sang, qui pourraient provoquer une crise cardiaque. Cet aliment participe aussi à l'élimination de l'homocystéine, qui est une molécule nuisant à notre santé cardiovasculaire

# Partie 03



**I-Mitose****-Réalisation de préparations microscopiques de mitose une méthode sûre, rapide et peu coûteus**

Pour observer les différentes phases de la mitose et les chromosomes, un matériel biologique simple et facile à obtenir est constitué par les jeunes racines obtenues à la base de bulbes de diverses plantes (ail, oignon, échalote, jacinthe). Lorsque l'on place ces bulbes sur un récipient de manière à ce que leur base baigne dans l'eau, des racines se développent en quelques jours :



**Fig.13 : Bulbes d'oignon, d'ail et d'échalotes**



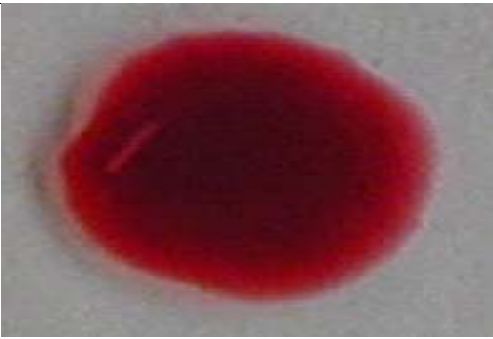

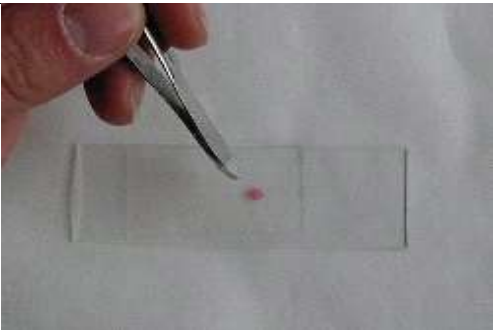
La croissance est rapide (quelques mm par jour). Elle résulte des mitoses qui se produisent dans le méristème racinaire situé dans la zone sub-apicale de la racine. Le méristème forme une petite tâche visible à l'œil nu comme on le voit dans le cliché ci-dessous :



**Fig.14 : Jeunes racines à la base d'un bulbe d'échalote**

C'est donc la région du méristème qu'il convient de prélever pour réaliser la préparation.

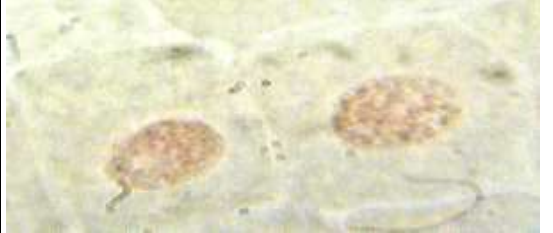
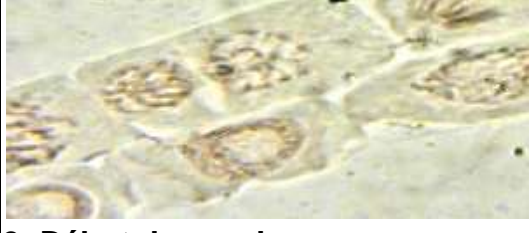
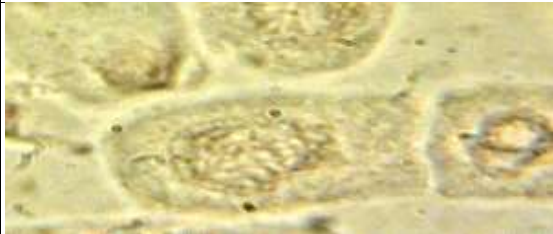



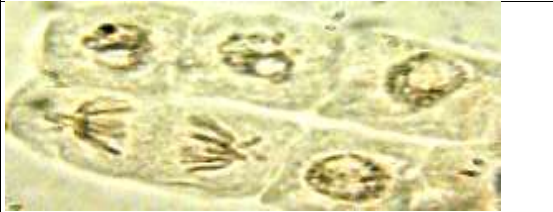

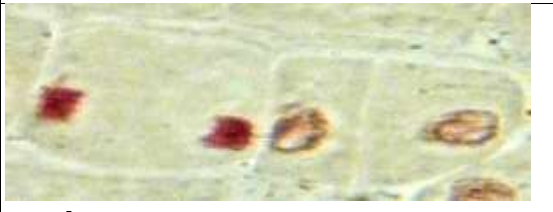

Tableau 05 : Réalisation pratique

Réalisation pratique	
1. Prélever avec des ciseaux une jeune racine en croissance sur un bulbe. Couper le segment terminal à environ 5 mm de l'extrémité et le déposer sur une lame porte-objet. On doit observer près de l'extrémité le méristème qui forme une petite tache.	
2. Recouvrir l'échantillon d'acide chlorhydrique à 1 mol.L <sup>-1</sup> . Laisser agir 5 minutes pendant lesquelles l'acide hydrolyse le ciment pectique qui relie les parois cellulaires. Ceci facilitera ensuite la dissociation des cellules.	
3. Enlever l'acide avec un essuie tout utilisé comme papier buvard en faisant attention de ne pas coller l'échantillon sur le papier. 4. Recouvrir l'échantillon d'une solution d'orcéine et laisser agir pendant 20 minutes.	
5. Éliminer le colorant avec un essuie tout en faisant attention de ne pas entraîner l'échantillon.	
6. Recouvrir d'une goutte d'acide acétique à 45 % et poser une lamelle couvre-objet. 7. Appuyer doucement sur la lamelle (attention, fragile !) pour aplatir l'échantillon de façon à former une couche monocellulaire en déplaçant légèrement la lamelle tout en appuyant pour provoquer la dissociation des cellules.	

- Résultats

L'identification de figures de mitose nécessite d'explorer soigneusement l'ensemble de la préparation car les cellules sont dissociées à la suite des traitements subis. Les clichés ci-dessous ont été réalisés avec un grossissement du microscope x 400 et un zoom numérique x 2

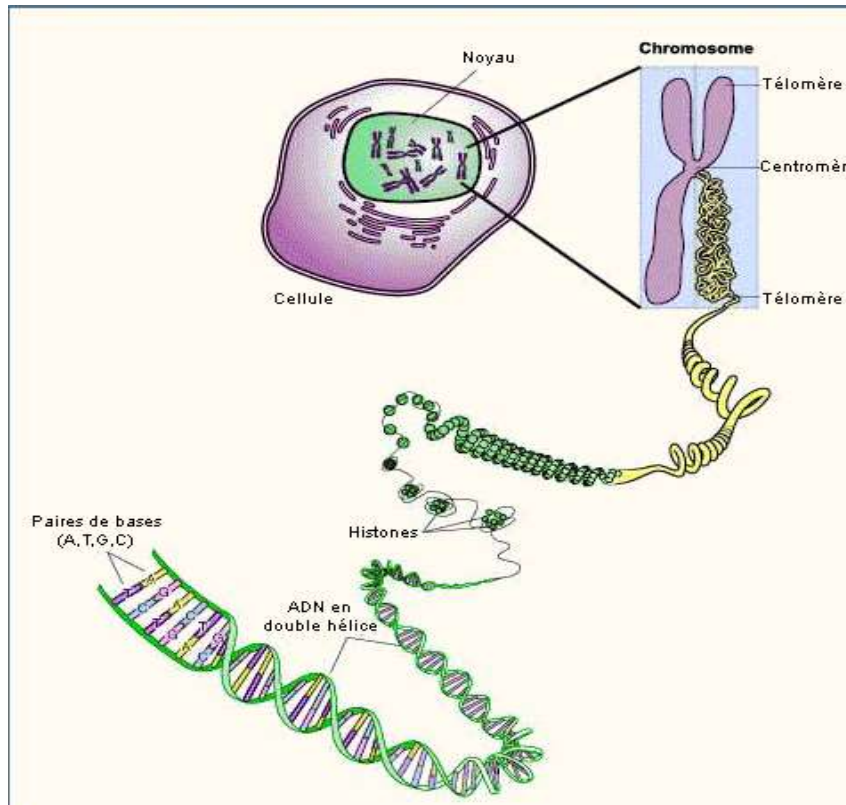
**Tableau 06 : Résultat de mitose**

	
<p><b>1- Interphase</b></p>	<p><b>2- Début de prophase</b></p>
	
<p><b>3- Prophase</b></p>	<p><b>4- Fin de prophase</b></p>
	
<p><b>5- Métaphase</b></p>	<p><b>6- Métaphase</b></p>
	
<p><b>7- Anaphase</b></p>	<p><b>8- Anaphase</b></p>
	<p>Noter à droite deux noyaux fils en voie de reconstitution</p>
	
<p><b>9- Télphas</b></p>	<p><b>10- Fin de télphas</b></p>

## II- Chromosome

### 1- définition

Les chromosomes sont constitués d'une molécule d'ADN associée à de nombreuses protéines ; ils servent donc de support à l'information génétique. Le nombre de chromosomes par cellule est une caractéristique d'espèce ; dans l'espèce humaine, il y a 46 chromosomes (23 paires) et donc 46 molécules d'ADN par cellule diploïde.



**Fig .15 : Description de la structure d'un chromosome**  
(<https://bio.m2osw.com>)

Les chromosomes ne sont visibles que pendant une courte période du cycle cellulaire.

En effet ils représentent la forme la plus condensée que peut prendre une molécule d'ADN.

Cette condensation extrême, si elle empêche toute transcription des gènes, permet une ségrégation correcte des molécules entre les deux cellules filles au cours des divisions cellulaires.

Entre chaque division, les molécules d'ADN se décondensent et ne sont plus visibles individuellement : elles constituent dans leur ensemble la chromatine du noyau interphasique.

Au moment d'une division cellulaire (aussi bien mitose que méiose), après s'être dupliquée, chaque molécule d'ADN se condense et devient visible au microscope sous la forme d'un chromosome.

Pendant la métaphase, les chromosomes apparaissent constitués de deux bras séparés par une zone étranglée appelée centromère.

Les bras ont une taille variable en fonction des chromosomes, mais on reconnaît toujours un bras court noté " p " et un bras long noté " q ".

Chaque extrémité des chromosomes prend le nom de télomère (il y a donc deux télomères par chromosome). Chacun des bras est constitué de deux chromatides, qui sont attachées l'une à l'autre au niveau du centromère jusqu'à l'anaphase.

Ces deux chromatides correspondent aux deux molécules identiques qui résultent de la réplication de l'ADN.

Le centromère est la région sur laquelle s'attachent les microtubules du fuseau de division (au niveau d'une zone particulière appelée kinétochore ).

C'est la dernière région chromosomique à se scinder en deux au moment de l'anaphase. Sur le plan moléculaire, le centromère est composé de séquences d'ADN répétées en tandem un grand nombre de fois sans rôle de transcription connu.

Le télomère est également constitué d'ADN répété, mais le nombre de répétitions diminue avec l'âge. Il a un rôle fondamental de stabilisation et de protection des extrémités chromosomiques.

### **2- Comment visualiser la chromatine ?**

Il existe des colorants qui permettent de visualiser la chromatine grâce à leur affinité pour l'ADN et/ou les protéines qui lui sont associées.

Le plus couramment utilisé est le Giemsa qui est une association de trois colorants de base et qui donne une coloration rose violacée de la chromatine en lumière visible.

Il existe également des colorants fluorescents qui permettent de visualiser spécifiquement l'ADN car ils s'intercalent entre les bases de la double hélice. C'est le



cas de la moutarde de quinacrine, du DAPI (4',6-diamino-2-phényl-indole) ou de l'Iodure de Propidium .

Ces colorants fluorescents sont essentiellement employés dans le cadre de la cytogénétique moléculaire (hybridation in situ de sondes d'ADN sur une préparation chromosomique) alors que le Giemsa est le colorant de base de toutes les techniques de marquage en bandes des chromosomes.

### **3- Obtention de préparations chromosomiques.**

Comme on l'a vu plus haut, les chromosomes ne sont visibles que pendant une courte période du cycle cellulaire, lors de la division cellulaire (mitose ou méiose). Toutes les techniques cytogénétiques visent donc à obtenir un maximum de cellules bloquées à ce stade.

#### **- Culture cellulaire**

Pour cela, il est nécessaire d'avoir des cellules en phase de multiplication active, soit spontanément (cas des villosités chorales ou de certaines cellules tumorales) soit par une culture préalable le plus souvent (fibroblastes, tout type cellulaire capable de se diviser) parfois associée à une stimulation (lymphocytes sanguins).

La durée de cette culture est variable en fonction du type cellulaire considéré et de la quantité de matériel biologique disponible au départ.

Blocage des cellules en mitose

L'étape suivante consiste à bloquer les cellules en métaphase afin de pouvoir observer les chromosomes. Pour cela, on utilise un poison du fuseau de division (classiquement c'est la Colchicine qui est utilisée ou son équivalent synthétique la Colcémide) qui empêche la progression de la mitose vers l'anaphase.

#### **- Choc hypotonique**

Les cellules sont alors plongées dans une solution hypotonique ce qui entraîne leur gonflement.

Cette étape est indispensable à l'obtention d'un étalement correct des chromosomes.

### - Fixation Etallement

Enfin, la dernière étape consiste en une fixation par un mélange d'alcool et d'acide acétique. La préparation est alors étalée en laissant tomber une goutte de la suspension cellulaire sur une lame.

Cas particulier : certains types cellulaires comme les fibroblastes adhèrent au support lors de la culture. On peut obtenir des métaphases à partir de ces cellules sans les détacher de leur support, toutes les étapes précédentes étant réalisées directement sur la surface de culture (sauf l'étalement qui est bien sûr inutile dans ce cas).

### - Coloration des préparations

Lorsque l'on colore des préparations chromosomiques avec du Giemsa, les chromosomes prennent un aspect rose violacé à peu près homogène sur toute leur longueur. On ne peut donc les distinguer les uns des autres que par leur taille et leur forme

Cependant, ces critères sont insuffisants pour assurer la reconnaissance et l'interprétation correcte des anomalies chromosomiques. Pour reconnaître spécifiquement chaque paire chromosomique, on utilise donc des techniques de marquage particulières qui permettent d'obtenir une coloration inhomogène des chromosomes par le Giemsa et l'apparition de bandes.

C'est la succession de bandes sombres et claires le long d'un chromosome, identique chez tous les individus pour un chromosome donné, qui en permet l'identification précise, selon le même principe qu'un code à barres.

Il existe deux principales techniques de marquage en bandes des chromosomes ( banding ), utilisées en routine :

les bandes G , obtenues après traitement des chromosomes par la trypsine

les bandes R obtenues par un traitement à la chaleur.

Dans les deux cas, les bandes ne deviennent visibles qu'après une coloration avec le Giemsa. Ces deux techniques donnent un marquage réciproque, c'est-à-dire que là où l'on obtient une bande sombre avec l'une des deux techniques, on observe une bande claire avec l'autre.

**D'autres techniques de marquage complémentaires existent qui permettent d'analyser certaines régions particulières du génome :**

**Bandes C** : cette coloration par le Sulfate de Baryum permet de mettre en évidence l' hétérochromatine constitutive, qui correspond à des régions non codantes du génome comme les régions centromériques.

**NOR** : cette technique consiste en un dépôt de nitrate d'argent qui met en évidence les organisateurs nucléolaires. Ces structures correspondent aux régions du génome contenant les gènes qui codent pour les ribosomes.

#### **4- Classement des chromosomes métaphasiques : le caryotype**

Les chromosomes métaphasiques sont constitués d'un bras court (noté p) et d'un bras long (noté q), reliés entre eux par le centromère qui correspond à un étranglement situé à un niveau variable du chromosome et qui sert de point d'attache au fuseau de division pendant la division cellulaire.

Plusieurs critères vont permettre de reconnaître et de classer les chromosomes :

**\*la taille**

Par convention, les chromosomes sont classés du plus grand au plus petit.

**\*l'index centromérique**, c'est-à-dire le rapport entre la taille du bras court et la taille totale du chromosome

Cet index permet de reconnaître trois familles de chromosomes :

- les chromosomes métacentriques dont les deux bras ont une taille à peu près équivalente
- les chromosomes submétacentriques qui ont un bras franchement plus petit que le bras long
- les chromosomes acrocentriques dont le bras court est quasi inexistant (on ne trouve sur ces bras courts que les gènes codant pour les ribosomes ; ces gènes étant présents à plusieurs centaines d'exemplaires double génome, la perte du bras court d'un chromosome acrocentrique n'a pas de conséquence clinique)

**\*les bandes chromosomiques**, qui sont caractéristiques de chacune des paires.

- Le nombre de bandes visibles est variable d'une mitose à l'autre et dépend du niveau de condensation du chromosome.

Plus les chromosomes sont condensés, moins on peut observer de bandes et moins l'analyse permet de dépister des anomalies de petite taille.

Le nombre de bandes par lot haploïde (c'est-à-dire pour 23 chromosomes) permet de définir la résolution de l'analyse cytogénétique; un caryotype standard a une résolution de 300 à 550 bandes ; certaines techniques dites de haute résolution permettent d'augmenter le nombre de bandes visualisées en bloquant les chromosomes au tout début de leur condensation : on peut ainsi obtenir 800 ou même 1000 bandes par lot haploïde.



Ces techniques de haute résolution sont de réalisation et d'interprétation plus délicate que le caryotype standard, mais permettent la mise en évidence d'anomalies de taille beaucoup plus réduite.

**III- La cytogénétique moléculaire****1- Définition**

La cytogénétique moléculaire constitue une utilisation de la spécificité de l'appariement base à base de la molécule d'ADN pour identifier précisément un chromosome entier ou même un simple fragment.

**2- Principe de la technique**

Le principe repose sur l'utilisation d'une sonde moléculaire, c'est-à-dire une petite séquence d'ADN (ou d'ARN) dont l'emplacement normal est connu dans le génome et qui est marquée chimiquement de façon à pouvoir être repérée par la suite. Cette sonde est mise en contact avec les chromosomes d'une mitose (ou de noyaux interphasiques) et va s'hybrider (se fixer) spécifiquement au niveau de sa séquence complémentaire.

On peut alors visualiser la sonde au microscope dont l'emplacement identifie précisément la région chromosomique dont elle est complémentaire.

Les sondes sont marquées soit avec une molécule fluorescente, soit avec une haptène (molécule qui peut être reconnue par un anticorps). Dans le premier cas, la sonde est directement visible au microscope à fluorescence, tandis que dans le second, une étape supplémentaire de révélation avec un anticorps fluorescent est nécessaire.

**3- Différents types de sondes sont utilisés :**

**Sondes centromériques** : elles s'hybrident au niveau des centromères des chromosomes. Les séquences dont elles sont complémentaires sont naturellement présentes en un grand nombre d'exemplaires au niveau des centromères ; le signal obtenu est donc en général intense car la sonde s'hybride sur chacune des séquences complémentaires présentes.

Ces sondes sont surtout utiles pour dénombrer les chromosomes, aussi bien en métaphase qu'en interphase et pour identifier l'origine de chromosomes marqueurs.

**Sondes de peinture chromosomique** : elles sont constituées d'un ensemble de sondes de petite taille qui couvrent l'ensemble du chromosome. Ces sondes sont obtenues après isolement et marquage de l'ADN d'un chromosome ; leur réalisation ne nécessite pas de connaître la séquence de cet ADN. Après hybridation, on observe un marquage de tout le chromosome. Il existe également des peintures spécifiques d'un bras ou même de quelques bandes chromosomiques.

Ces sondes sont très utiles pour interpréter certaines translocations complexes, mettre en évidence des échanges de petite taille, identifier précisément l'origine d'un fragment non identifié.

**Sondes locus spécifique** : comme leur nom l'indique, ces sondes de petite taille permettent d'identifier une région très précise du génome. Elles sont obtenues par marquage de l'ADN cloné dans différents vecteurs (plasmides, cosmides, YACS, BACs...). Leur intérêt principal réside dans la mise en évidence rapide de remaniements impliquant une région chromosomique précise (microdélétions, translocations, inversions ...).

Ces sondes peuvent être employées seules ou être combinées entre elles pour obtenir un marquage multicolore permettant une interprétation plus aisée de certains remaniements.

#### **4- Principales applications de l'hybridation in situ ( FISH pour les anglo-saxons : Fluorescence In Situ Hybridisation) :**

Dénombrement de chromosomes : mise en évidence d'anomalie de nombre des chromosomes, homogènes ou en mosaïque. Identification de l'origine d'un fragment chromosomique : chromosomes marqueurs, matériel supplémentaire d'origine inconnue sur un chromosome, remaniement complexes ou de toute petite taille.

Mise en évidence de microdélétions, non vues sur le caryotype standard.

L'interprétation du caryotype existe une nomenclature internationale (ISCN : International System for human Cytogenetic Nomenclature) permettant de définir précisément la constitution chromosomique d'un sujet.

#### **5- Cytogénétique conventionnelle**

La formule chromosomique est le moyen d'exprimer le résultat du caryotype et se déchiffre de la façon suivante :

"Nombre de chromosomes par cellule", "Liste des chromosomes sexuels présents" ,  
"Liste des anomalies trouvées".

#### **Exemples :**

1- caryotype masculin normal : 46, XY c'est-à-dire 46 chromosomes par cellule, dont un chromosome X et un chromosome Y

2- caryotype féminin normal : 46, XX, c'est-à-dire 46 chromosomes par cellule, dont deux chromosomes X

3- trisomie 21 : 47, XY,+21 c'est-à-dire 47 chromosomes par cellule, dont un chromosome X et un chromosome Y, plus un chromosome 21 surnuméraire

4- syndrome de Turner : 45, X c'est-à-dire 45 chromosomes par cellule, avec un seul gonosome qui est un chromosome X

5- translocation : 46, XX,t(1;18) c'est-à-dire 46 chromosomes par cellule, dont deux chromosomes X et une translocation entre un chromosome 1 et un chromosome 18.

6- Toutes les anomalies chromosomiques sont identifiées par une abréviation, permettant de les décrire dans la formule chromosomique ; les points de cassure sont également indiqués quand ils peuvent être identifiés.

### **6- Cytogénétique moléculaire**

- hybridation sur métaphase : le résultat est précédé du sigle ish (pour In Situ hybridisation). Si un caryotype standard a également été réalisé, le résultat de l'hybridation est donné à la suite, séparé par un point.

**Ex:** 46, XY.ish 22q11.2(D22S75x2)

- Hybridation sur noyau interphasique : le résultat est précédé du sigle nucish (Nuclear in Situ Hybridisation).

- Hybridation sur fibre d'ADN étiré : le résultat est précédé du sigle fibish

Le résultat est constitué du nom du chromosome analysé (en précisant éventuellement l'anomalie mise en évidence), de la région examinée, suivie entre parenthèses par le nom de la sonde ou du locus et son statut (présent ou absent).

Dans l'exemple ci-dessus, le résultat indique un caryotype masculin normal en cytogénétique conventionnelle (46, XY) et la présence de deux signaux obtenus avec la sonde D22S75 (D22S75x2) localisée en 22q11.2.

Pour les peintures, le sigle utilisé est wcp (whole chromosome paint) pour les peintures de chromosome entier ou pcp (partial chromosome paint) pour les peintures de fragments chromosomiques.

Quand plusieurs sondes sont utilisées, elles sont séparées par une virgule.

## IV-Colchicine

## 1- Définition

La colchicine est un alcaloïde tricyclique très toxique, extrait au départ des colchiques (plantes du genre *Colchicum*), principalement le colchique d'automne.

Sa masse moléculaire est de 399,43 g/mol.

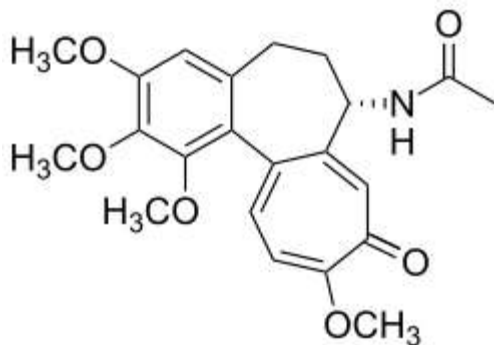


Fig.16 : Structure chimique de colchicine  
(<https://www.researchgate.net>)



Fig.17 : colchicine  
(<http://www.efurgences.net>)

## 2-Propriétés physiques et chimiques

Les deux énantiomorphes de la colchicine.

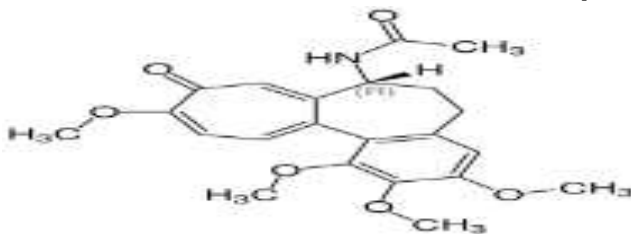


Fig.18(R)-colchicine.

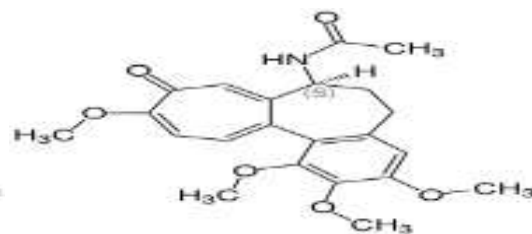


Fig.19: (S)-colchicine.

**3-Historique**

Il existe deux énantiomorphes de la colchicine : la (R)-colchicine et la (S)-colchicine. C'est cette dernière qui a été extraite de la colchique et qui a des fonctions thérapeutiques.

Certaines sources donnent pour le point de fusion de la colchicine différentes valeurs : 142,2 à 150 °C et 156,0 °C<sup>5</sup>, d'autres disent qu'elle se décompose au lieu de fondre, à 155–157 °C<sup>6</sup>.

L'extrait de colchique est décrit comme traitement de la goutte dans de *Materia Medica* de Pedanius Dioscoride (publié entre l'an 50 et 70 de notre ère).

L'alcaloïde, la colchicine, a été isolé en 1820 par les chimistes français Pierre Joseph Pelletier et Joseph Bienaimé Caventou. Plus tard, on l'identifia comme un alcaloïde tricyclique et ses effets sur la goutte, de soulagement de la douleur et d'anti-inflammatoire furent mis en relation avec sa liaison avec la tubuline, une protéine.

Initialement utilisée pour le traitement des rhumatismes, en particulier la goutte, pour ses effets anti-inflammatoires et le soulagement de la douleur que cela provoque, la colchicine était également prescrite pour ses effets cathartiques et émétiques. De nos jours, son rôle se limite au traitement de la goutte (surtout les crises aiguës), de la maladie périodique, la polychondrite chronique atrophiante en première intention ainsi qu'en 2<sup>e</sup> intention dans la péricardite aiguë après échec de l'aspirine.

Cette molécule est souvent utilisée pour établir un caryotype car en inhibant la polymérisation des microtubules, la colchicine va bloquer la mitose en métaphase, phase à laquelle les chromosomes sont apparents. Ainsi, après la mort de la cellule (induite par la colchicine), on peut établir le caryotype

**4-Le principe de colchicine**

En biologie, la colchicine est également utilisée pour modifier les chromosomes et induire une polyploïdie dans les cellules en cours de mitose. Elle est aussi utilisée pour réaliser un caryotype.

Pour doubler les chromosomes d'une variété donnée, les graines sont trempées 24 heures dans une solution de colchicine à 0,15 %.

La colchicine étant relativement destructrice, il arrive que nombre de graines ne survivent pas au choc. Celles qui survivent donnent des plants poussant de façon anormale (feuilles difformes ou en surnombre, croissance plus rapide, etc.).

Il est souvent affirmé qu'il faut se méfier des fruits produits par la première génération de ces graines car ceux-ci pourraient conserver des traces de toxicité mais ceci est impossible puisqu'il ne peut en rester que des traces infinitésimales et que la toxicité commence chez l'homme à partir de 10 mg : même la graine initiale traitée pourrait être consommée sans danger, elle en contient largement moins qu'un simple traitement médical journalier...

Il est aussi possible d'encourager la formation d'une tétraploïdie sur une variété diploïde en appliquant cette solution de colchicine sur les jeunes bourgeons en tout début de croissance.

En génétique moléculaire et en amélioration variétale, la colchicine est aussi utilisée pour obtenir des individus diploïdes homozygotes directement à partir de gamètes (haplo-diploïdisation). Cette méthode permet d'obtenir des lignées pures en une seule génération

## V- Les résultats de caryotype :

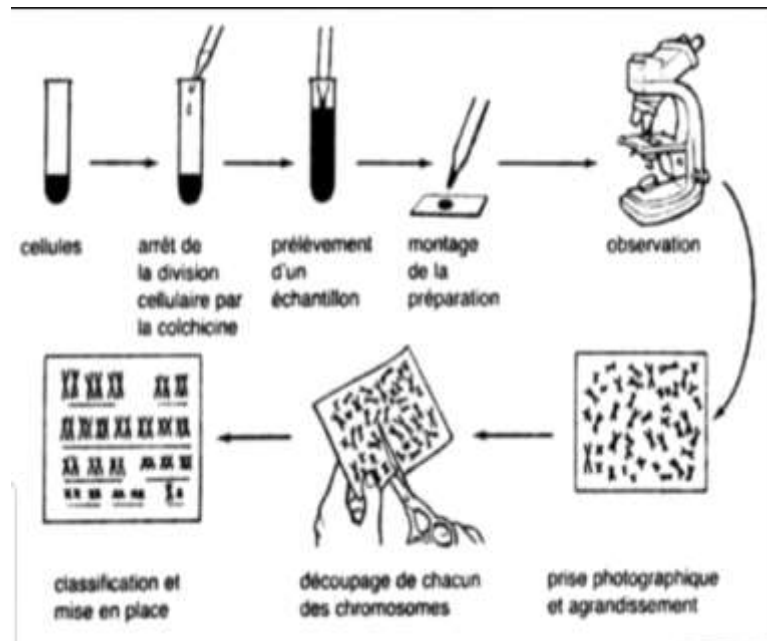


Fig.20 : Les étapes du caryotype

Caryotype établissement et utilité :

- 1- On cultive des cellules.
- 2-On les bloque en métaphase via un poison du fuseau (colchicine)
- 3- On les fait éclater pour que les chromosomes s'étalent et coloré les chromosomes
- 4- On photographie (appareil numérique sur microscope)
- 5-On sécoupe et on classe (vieux méthode) ou on fait faire le travail à un ordinateur (méthode du paresseux)



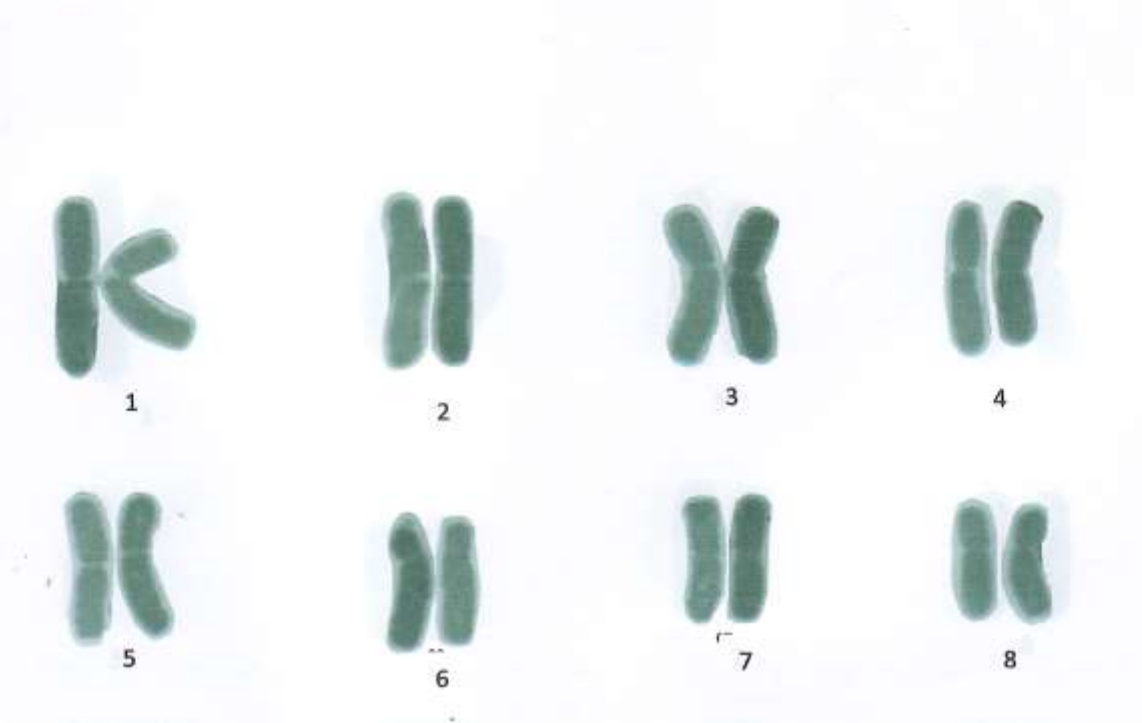


Fig.21 : Un Caryotype d'Allium cepa (2n=16)

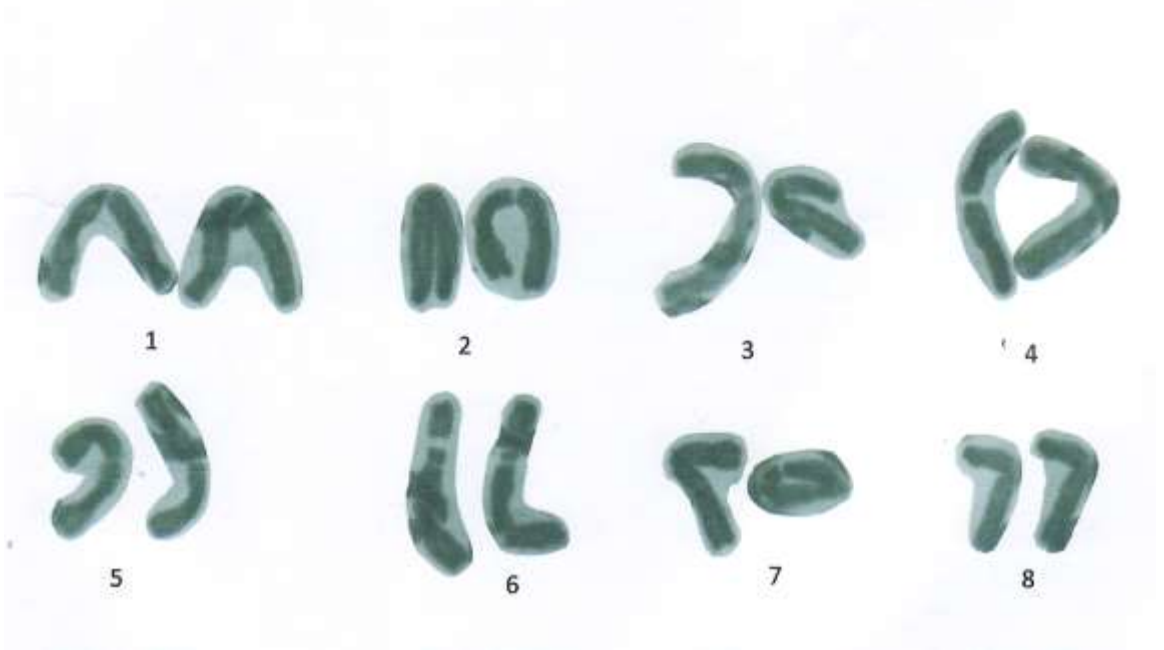
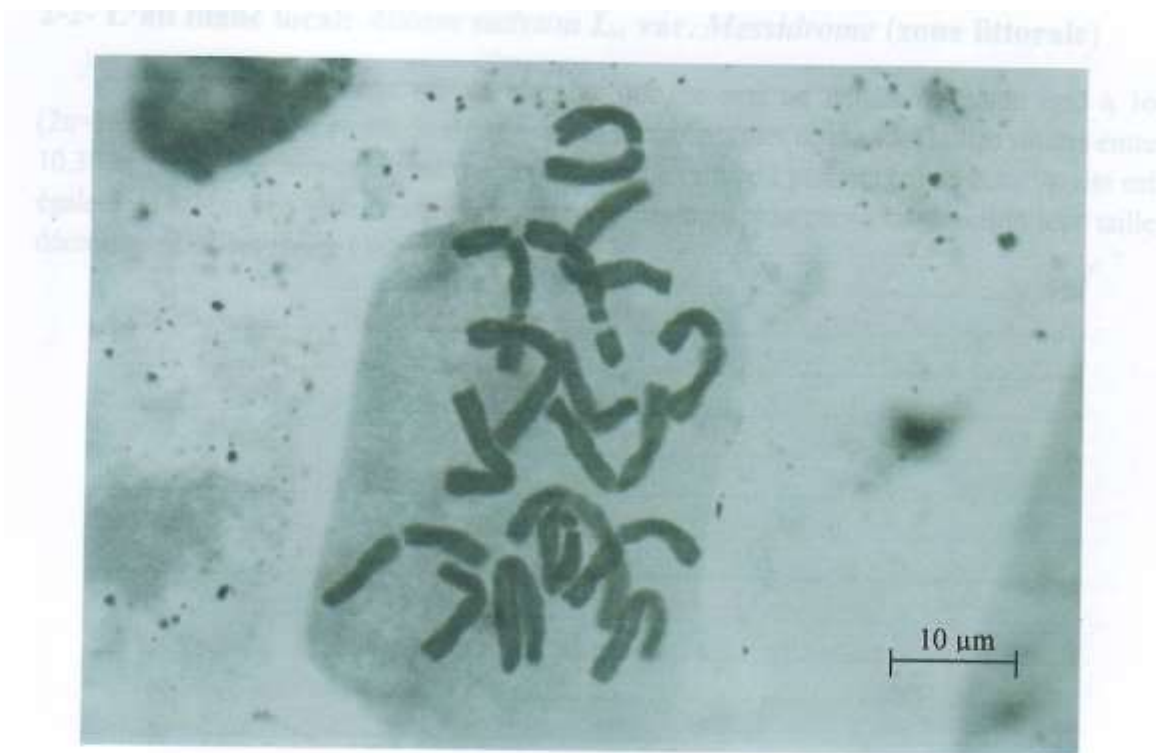


Fig.22 : Un Caryotype d'*Allium sativum* ( $2n=16$ )

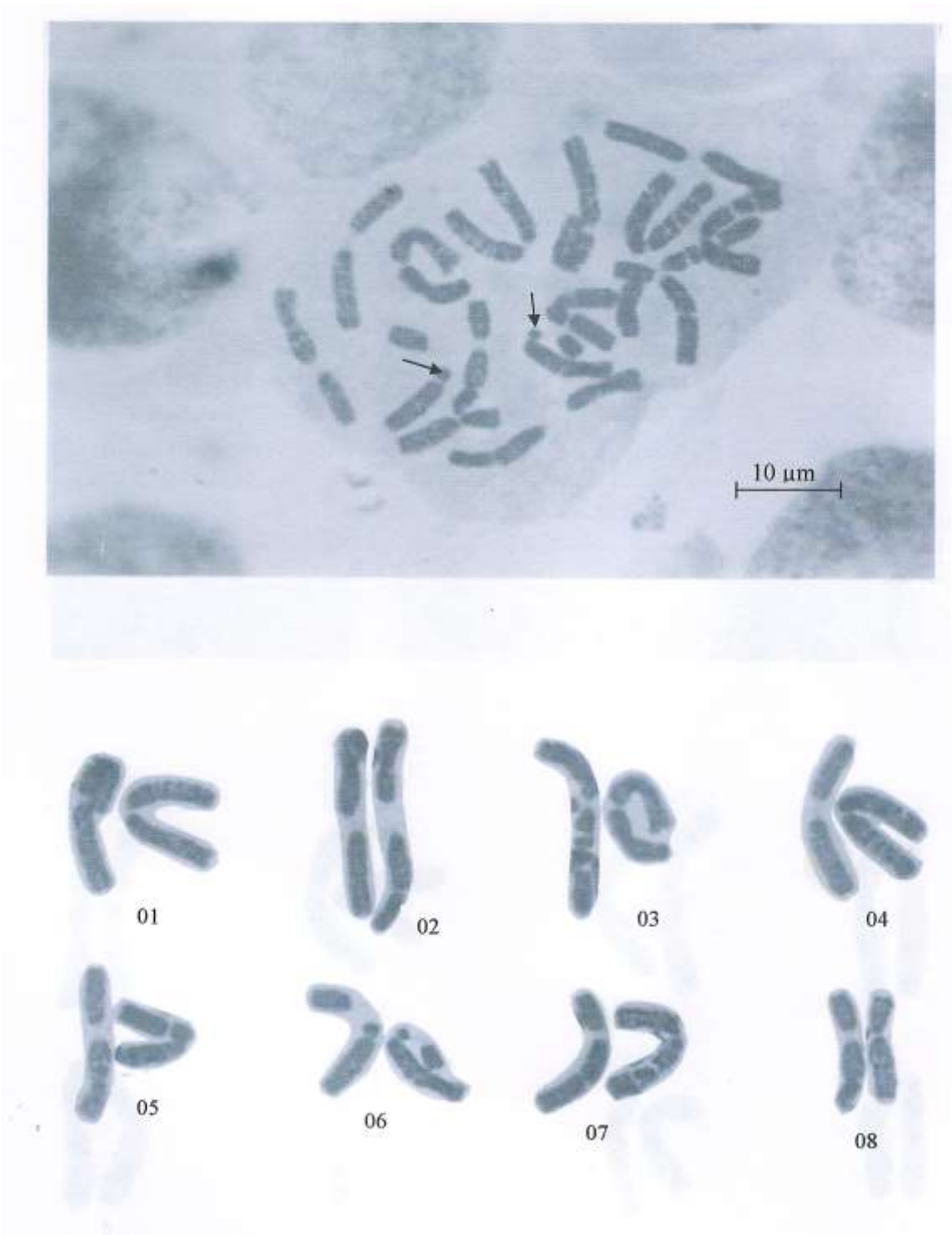


Fig.23 : Un Caryotype d'*Allium porrum* (2n=32)

# Conclusion

# Conclusion

---

## Conclusion

En générale notre travail est basé sur :

- Les techniques d'études caryotype de quelque espèces de liliacées (*Allium.Cepa*, *Allium sativum*, *Alium porrum*)
- et l'étude des variations éventuellement portant sur la taille, la forme, et le nombre diploïde ( $2n$ ) de chromosomes chez ces espèces étudiées
- Pour l'obtention de plaques métaphasiques, les bulles d'oignon, de l'ail, et du poireau sont cultivés en carafe, et les extrémités des jeunes racines sont traitées par la colchicine qui bloque la mitose en métaphase. Après coloration par l'orcéine acétique, montage, et observation au microscope optique, les meilleurs plaques métaphasiques sont photographiées puis découpées afin d'établir les caryotypes.
- Le nombre de chromosomes : *Allium cepa* et *Allium sativum* possèdent un nombre diploïde égale à 16 ( $2n = 16$ ) tandis que *allium porrum* présente 32 ( $2n = 32$ ).
- La taille des chromosomes et du génome : se diffère d'une espèce à l'autre et d'une variété à une autre.
- En conclusion il faut bien souligner l'intérêt d'établir un caryotype pour les études cytogénétiques.
- Cette identification numérique et structurale des chromosomes permet, en effet, de savoir l'histoire évolutive d'une espèce au cours du temps, et la détection de toute variation génomique détermine, par conséquent, les caractères phénotypiques des organismes, et tout ça explique La grande diversité chromosomique qui existe dans la nature.
- Un rôle relativement important dans l'évolution caryotypique par la polyploidisation .
- Ce phénomène remarqué chez *Allium porrum* L. rend ce dernier un végétal très riche, avec une haute valeur nutritive.
- Notre travail a l'ambition d'exploiter le processus de la polyploidisation pour l'amélioration des plantes et l'obtention d'une meilleure qualité.

## Références Bibliographiques

---

### Références bibliographiques :

**ADAMS SP, LEITCH IJ, BENNETT MD, CHASE MW, AND LEITCH AR** (2000) Ribosomal DNA Evolution and Phylogeny in Aloe (Asphodelaceae). *Am J Bot* 87: 1578–1583. PMID: 11080107.

**ALVAREZ I, and WENDEL J** (2003) Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. *MolPhylogenEvol* 29: 417–434.

**AVISHAIM** (1977) Species relationships and cytogenetic affinities in section *Oncocyclus* of the genus *Iris*. Jerusalem: Hebrew University.

**AVISHAIM, AND ZOHARY D** (1977) Chromosomes in the *Oncocyclus* Irises. *Botanical Gazette* 138: 502–511.

**AVISHAIM, AND ZOHARY D** (1980) Genetic Affinities among the *Oncocyclus* irises. *Botanical Gazette* 141: 107–115.

**BAREKA P, SILJAK-YAKOVLEV S, AND KAMARI G** (2012) Molecular cytogenetics of *Bellevalia* (Hyacinthaceae) species occurring in Greece. *Plant SystEvol* 298: 421–430.

**BOGUNIĆ F, SILJAK-YAKOVLEV S, MURATOVIĆ E, AND BALLIAN D** (2011) Different karyotype patterns among allopatric *Pinus nigra* (Pinaceae) populations revealed by molecular cytogenetics. *Plant Biol* 13: 194–200. Doi: 10.1111/j.1438-8677.2010.00326.x PMID: 21143741 .

**BOUDAGHER-KHARRAT M** (2013–2016) Determination of Important Areas for Plants and Creation of microreserves to Conserve Rare or Endemic Species in Lebanon. In: Fund CEP, editor. FISH of rRNA Genes in Four *Iris* Subgenera *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0160816 August 15, 2016 12 / 15.

**CERBAH M, SOUZA-CHIES T, JUBIER M, LEJEUNE B, AND SILJAK-YAKOVLEV S** (1998) Molecular phylogeny of the genus *Hypochaeris* using internal transcribed spacers of nuclear rDNA: inference for chromosomal evolution. *MolBiolEvol* 15: 345–354. PMID: 9501501.

**CHAUDHARY SA** (1972) Three new taxa of *Iris* subgenus *Oncocyclus* from Lebanon and Syria. *Bot Notiser* 125: 497–500.

**CLARKSON J, LIM K, KOVAŘÍK A, CHASE M, KNAPP S, AND LEITCHA** (2005) Long-term genome diploidization in allopolyploid *Nicotiana* section *Repandae* (Solanaceae). *New Phytol* 168: 241–252. PMID: 16159337.

## Références Bibliographiques

---

**CUADRADO A, SCHWARZACHER T, AND JOUVE N**(2000) Identification of different chromatin classes in wheat using in situ hybridization with simple sequence repeat oligonucleotides. *TheorAppl Genet* 101: 711– 717.

**CUADRADO A, VITELLOZZI F, JOUVE N, AND CEOLONI C** (1997) Fluorescence in situ hybridization with multiple repeated DNA probes applied to the analysis of wheat-rye chromosome pairing. *TheorAppl Genet* 94: 347–355.

**DADEJOVA M, LIM K, SOUCKOVA´-SKALICKA´ K, MATYASEK R, GRANDBASTIEN M, AND LEITH A.** (2007) Transcription activity of rRNA genes correlates with a tendency towards intergenomichomogenisation in *Nicotiana* allotetraploids. *New Phytol* 174: 658–668. PMID: 17447920.

**DAVIS AP, AND JURY SL** (1990) A taxonomic review of *Iris* L. series *Unguiculares* (Diels) Lawrence. *Bot J Linn Soc* 103: 281–300.

**DOBIGNY G DJ-F, ROBINSON TJ, AND VOLOBOUEV V** (2004) Cytogenetics and cladistics. *SystBiol* 53: 470– 484. PMID: 15503674.

**DORONKIN VM** (1987) *Iridaceae*Juss. Nauka, Novosibirsk. 113–125 p.

**GARCIA S, CRHÁK KHAITOVÁ L, KOVAŘÍK A** (2012) Expression of 5 S rRNA genes linked to 35 S rDNA in plants, their epigenetic modification and regulatory element divergence. *BMC Plant Biol* 12:95. doi: 10. 1186/1471-2229-12-95 PMID: 22716941  
**FISH of rRNA Genes in Four Iris Subgenera PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0160816 August 15, 2016 14 / 15.**

**GARNATJE T, HIDALGO O, VITALES D, PELLICER J, VALLÈS J, AND ROBIN O.** (2012) Swarm of terminal 35S in *Cheirolophus* (Asteraceae, Centaureinae). *Genome* 55: 529–535. doi: 10.1139/g2012-041 PMID: 22794166.

**GEBER G, AND SCHWEIZER D** (1988) Cytochemical heterochromatin differentiation in *Sinapis alba* (Cruciferae) using a simple air-drying technique for producing chromosome spreads. *Plant SystEvol* 158: 97–106.

**GERLACH WL, AND DYER TA** (1980) Sequence organization of the repeating units in the nucleus of wheat which contain 5S rRNA genes. *Nucleic Acids Res* 8: 4851–4865. PMID: 7443527 .

**GLASGOW K** (1997) *Irises. A practical gardening guide.* Portland, Oregon: Timber Press.

## Références Bibliographiques

---

**GOLDBLATT P, AND TAKEI M** (1997) Chromosome cytology of Iridaceae—Patterns of variation, determination of ancestral base numbers, and modes of karyotype change. *Annals of the Missouri Botanical Garden*: 285–304.

**HALL T, AND SEISUMS A** (2014) 793. *Iris wallisiae*. *Curtis's Botanical Magazine* 31: 238–248.

**HESLOP-HARRISON J** (1991) In situ hybridization with automated chromosome denaturation. *Technique* 3: 109–116.

**HIDALGO O, GARCIA-JACAS N, GARNATJE T, SUSANNA A, AND SILJAK-YAKOVLEV S**(2007) Karyological evolution in *Rhaponticum* Vaill.(Asteraceae, Cardueae) and related genera. *Bot J Linn Soc* 153: 193–201.

**JANG T-S, EMADZADE K, PARKER J, TEMSCH EM, LEITCH AR, AND SPETA F.** (2013) Chromosomal diversification and karyotype evolution of diploids in the cytologically diverse genus *Prospero* (Hyacinthaceae). *BMC EvolBiol* 13: 1.

**KOÇYİĞİT M, ERKEN K, ÖZHATAY FN, AND KAYA E** (2013) *Iris* L. Subgen. *Iris* Ve Subgen. *Scorpiris* Tabanında Kültür Bitkileri Üzerindeki Karyolojik Çalışmaların Önemi. V Süs Bitkiler Kongresi. Yalova, Turkey. pp. 57.

**KÖHLEIN F** (1987) *Iris*. Portland, Oregon: Timber Press.

**KOVARIK A, PIRES J, LEITCH A, LIM K, SHERWOOD A, AND MATYASEK R.** (2005) Rapid concerted evolution of nuclear ribosomal DNA in two allopolyploids of recent and recurrent origin. *Genetics* 169: 931–944. PMID: 15654116 .

**LACADENA J, CERMENO M, ORELLANA J, AND SANTOS J** (1984) Evidence for wheat-rye nucleolar competition (amphiplasty) in Triticale by silverstaining procedure. *TheorAppl Genet* 67: 207–213. doi: 10.1007/ BF00317037 PMID: 24258550.

**LAVI R, AND SAPIR Y** (2015) Are pollinators the agents of selection for the extreme large size and dark color in *Oncocyclus* irises? *New Phytol* 205: 369–377. doi: 10.1111/nph.12982 PMID: 25157604.

**LEVAN A, FREDGA K, AND SANDBERG AA** (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201–220.

**LIM K, MATYASEK R, KOVARIK A, AND LEITCH A** (2007) Parental Origin and Genome Evolution in the Allopolyploid *Iris versicolor*. *Ann Bot* 100: 219–224. PMID: 17591610.



## Références Bibliographiques

---

**MAKAREVITCH I, GOLOVNINA K, SCHERBIK S AND BLINOV A** (2003) Phylogenetic Relationships of the Siberian Iris Species Inferred from Noncoding Chloroplast DNA Sequences. *Int J Plant Sci* 164: 229–237.

**MARTEL E, PONCET V, LAMY F, SILJAK-YAKOVLEV S, LEJEUNE B, AND SARR A** (2004) Chromosome evolution of Pennisetum species (Poaceae): implications of ITS phylogeny. *Plant SystEvol* 249: 139–149.

**MARTÍNEZ J. PV, LUCEÑO M., AND CUADRADO A.** (2010) Evolution of Iris subgenus Xiphium based on chromosome numbers, FISH of nrDNA (5S, 45S) and trnL-trnF sequence analysis. *Plant SystEvol* 289: 223–235.

**MATHEW B** (1989) *The Iris*. London: Batsford.

**MITRA J** (1956) Karyotype Analysis of Bearded Iris. *Botanical Gazette* 117: 265–293.

**MONTY A, SAAD L, AND GGMAYH** (2006) Bimodal pollination system in rare endemic *Oncocyclus* irises (Iridaceae) of Lebanon. *Canadian Journal of Botany* 84: 1327–1338.

**MOUTERDE P** (1966–1983) *Nouvelle flore du Liban et de la Syrie*. Beyrouth (Liban): Imprimerie catholique.

**MOUTERDE P** (1983) *Nouvelle flore du Liban et de la Syrie*. Beyrouth (Liban): Imprimerie catholique.

**MURATOVIĆ E, HIDALGO O, GARNATJE T, AND SILJAK-YAKOVLEV S** (2010) Molecular phylogeny and genome size in European lilies (Genus *Lilium*, Liliaceae). *Advanced Science Letters* 3: 180–189.

**PASZKO B** (2006) A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Plant Systematics and Evolution* 258: 39–48.

**PASZKO B** (2006) A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Plant SystEvol* 258: 39–48.

**PERUZZI L, AND EROGLU H** (2013) Karyotype asymmetry: again, how to measure and what to measure? *Comparative cytogenetics* 7: 1. doi: 10.3897/CompCytogen.v7i1.4431 PMID: 24260685.

**PERUZZI L, AND EROĞLU H** (2013) Karyotype asymmetry: again, how to measure and what to measure? *Comparative Cytogenetics* 7.

## Références Bibliographiques

---

**Pikaard C** (2001) Genomic change and gene silencing in polyploids. *Trends Genet* 17: 675–677. PMID: 11718903.

**RASOUL TN** (1984) Ornamental bulbs. Mosul: Al-Mousel University.

**RIX M** (1997) Section *Oncocyclus*. In: *A guide to Species Irises*. London: Cambridge Press.

**RODIONENKO GI** (1987) The genus *Iris* L.: questions of morphology, biology, evolution, and systematics. London: British Iris Society.

**RUAS CDFVANZELA ALL, SANTOS MO FREGONEZI JN, AND RUAS PM MATZENBACHER N.** (2005) Chromosomal organization and phylogenetic relationships in *Hypochaeris* species (Asteraceae) from Brazil. *Genet Mol Biol* 28: 129–139.

**SAAD L** (2006) Etude écogéographique et biologie de la conservation des *Iris Oncocycles* endémiques du Liban [PhDthesis]. Gembloux: Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux.

**SAAD L, AND MAHY G** (2009) Molecular and morphological variation of rare endemic *oncocyclus* irises (Iridaceae) of Lebanon. *Bot J Linn Soc* 159: 123–135.

**SAPIR Y, SHMIDA A, AND NE'EMAN G** (2005) Pollination of *Oncocyclus* irises (*Iris*: Iridaceae) by Night-Sheltering Male Bees. *Plant Biol* 7: 417–424. PMID: 16025415 .

**SAPIR Y, SHMIDA A., AND FRAGMAN O.** (2003) Constructing Red Numbers for endangered plant species: Israeli flora as a test case. *J Nat Conserv* 11 91–107.

**SAPIR Y, AND SHMIDA AVI** (2002) Species concepts and ecogeographical divergence of *Oncocyclus* irises. *Isr J Plant Sci* 50: 119–127.

**SCHUBERT I, AND WOBUS U** (1985) In situ hybridization confirms jumping nucleolus organizing regions in *Allium*. *Chromosoma* 92: 143–148.

**SCHWEIZER D** (1976) Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI. *Chromosoma* 58: 307–324. PMID: 137107.

**SILJAK-YAKOVLEV S, BENMALEK S, CERBAH M, DELAPEÑA TC, AND BOUNAGA N, COBA DE LA PENA T.** (1996) Chromosomal sex determination and heterochromatin structure in date palm. *Sexual Plant Reproduction* 9: 127–132.

## Références Bibliographiques

---

**SILJAK-YAKOVLEV S, BOGUNIĆ, F., MURATOVIĆ, E., ŠOLIĆ, M.E., PAVLOVIĆ, D. AND MEDJEDOVIĆ, S.** (2005) Genome organization of some Iris species assessed by molecular cytogenetics. XVII International Botanical Congress. Vienne. pp. 384.

**SILJAK-YAKOVLEV S, CERBAH M, COULAUD J, STOIAN V, BROWN SC, AND ZOLDOS V.** (2002) Nuclear DNA content, base composition, heterochromatin and rDNA in Piceaomorika and Piceaabies. TheorAppl Genet 104: 505–512. PMID: 12582725.

**SIMONET M** (1932) Recherches cytologiques et génétiques sur les Iris. Bull Biol France Belg 78,: 696– 707.

**SIMONET M** (1934) Nouvelles recherches cytologiques et génétiques chez les iris. Ann scinat, Bot Annales des sciences naturelles Botanique 25.

**SOUZA G, CROSA O, GUERRA M** (2015) Karyological, morphological, and phylogenetic diversification in LeucocoryneLindl (Allioideae, Amaryllidaceae). Plant SystEvol 301: 2013–2023.

**STACE CA** (2000) Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20th and 21st centuries. Taxon: 451–477.

**THE PLANT LIST** (2013) Version 1.1.: Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>.

**TOHMÉ G, AND TOHMÉ H** (2002) A thousand and one flowers of Lebanon: Lebanese University.

**TOHMÉ G, AND TOHMÉ H** (2007) Illustrated flora of Lebanon. Beirut: The Lebanese University Publications Department. 309 p.

**TOHME G, AND TOHME H** (2011) Nouvelles recherches sur la flore endémique et naturalisée du Liban. Lebanese Science Journal 12: 133–141.

**VERECKEN NJ, DORCHIN A, DAFNI A, HÖTLING S, SCHULZ S, AND WATTS S** (2013) A pollinators' eye view of a shelter mimicry system. Ann Bot 111: 1155–1165. doi: 10.1093/aob/mct081 PMID: 23599249 .

**WALTER KS,AND GILLETT HJ** (1998) 1997 IUCN Red List of threatened plants: IUCN.

**WATANABE K, YAHARA T, DENDA T, AND KOSUGE K** (1999) Chromosomal evolution in the genus Brachyscome (Asteraceae, Astereae): statistical tests regarding correlation between changes in karyotype and habit using phylogenetic information. Journal of Plant Research 112: 145–161.

## Références Bibliographiques

---

**WATTS S, SAPIR Y, SEGAL B , AND DAFNI A** (2013) The endangered *Iris atropurpurea* (Iridaceae) in Israel: honey-bees, night-sheltering male bees and female solitary bees as pollinators. *Ann Bot* 111: 395– 407. doi: 10.1093/aob/mcs292 PMID: 23275630.

**WEISS-SCHNEEWEISS H, SCHNEEWEISS G, STUESSY T, MABUCHI T, PARK J, AND JANG CG** (2007) Chromosomal stasis in diploids contrasts with genome restructuring in auto- and allopolyploid taxa of *Hepatica* (Ranunculaceae). *New Phytol* 171D: 17447921.

**WEST WA** (1967) *Iris antilibanotica*. *ASI Yearbook*: 64–66.

**WILSON CA** (2004) Phylogeny of *Iris* based on chloroplast *matK* gene and *trnK* intron sequence data. *MolPhylogenEvol* 33: 402–412.

**WILSON CA, PADIERNOS, J. AND SAPIR Y.** (2016) The royal irises (*Iris* subg. *Iris* sect. *Oncocyclus*): Plastid and low-copy nuclear data contribute to an understanding of their phylogenetic relationships. *Taxon*: 12 pp.

**WU Q-G, AND CUTLER DF** (1985) Taxonomic, evolutionary and ecological implications of the leaf anatomy of rhizomatous *Iris* species. *Bot J Linn Soc* 90: 253–303.

**ZARCO CR** (1986) A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*: 526–530. FISH of rRNA Genes in Four *Iris* Subgenera *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0160816 August 15, 2016 13 / 15 .