



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة مtentouri كلية
علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie végétale

قسم: بيلوجيا النبات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et physiologie de la reproduction

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Etablissement du caryotype de deux espèces
Genista cinerea Vill. et *Scorpiurus vermiculatus* L.**

Presenté par : Hacini Meroua Yasmine
Kisma Meriem Malak

Le : 29/06/2025

Jury d'évaluation:

Président: Mme. HAMMOUDA Dounia (Prof - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Mme. BENHIZIA Hayet (MCA-U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examinateur: Mme. SAOUDI Mouna (MCA- U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Année universitaire
2024 - 2025**

Remerciements

Avant toute chose, **nous rendons grâce à Allah, le Tout-Puissant**, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérence nécessaires pour mener à bien ce parcours universitaire.

Alhamdoullah, sans Sa volonté, rien n'aurait été possible.

Ce mémoire est le fruit de plusieurs mois de travail, mais surtout d'un accompagnement humain et scientifique précieux.

Il n'aurait jamais vu le jour sans le soutien, direct ou indirect, de nombreuses personnes.

Que ces quelques lignes soient l'expression sincère de **notre gratitude**.

Au terme de ce mémoire, nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à **Madame Benhizia H.**, notre encadrante, pour sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils qui nous ont guidés tout au long de ce travail.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent également à **Madame Hammouda D.**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury, ainsi qu'à **Madame Saoudi M.**, pour le temps qu'elle a consacré à évaluer ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire de tout mon cœur : À mes merveilleux parents, vous êtes mon pilier, ma force, mon refuge. Merci pour chaque sacrifice, chaque prière, chaque mot d'encouragement, et tout cet amour que vous m'avez toujours donné sans compter. Que Dieu vous garde en santé et vous comble de bonheur.

À ma chère maman, mon étoile, mon soutien, la femme de ma vie... Que Dieu veille sur toi et t'accorde une vie douce et longue.

À mon papa, ton amour calme, ta force tranquille et ton regard plein de fierté m'ont portée plus loin que tu ne l'imagines. Merci d'être ce père si précieux.

À mes frères **Amir** et **Yanis**, merci pour vos sourires, vos blagues, votre patience et votre présence rassurante. Je suis fière de vous avoir à mes côtés.

À toute ma famille, mes cousins et cousines, mes tantes adorées, et mes chers grands parents, merci pour votre affection, votre soutien moral, vos prières, et tous les moments de réconfort partagés.

À ma grand-mère que j'aime et qui me manque tant, ton absence est immense, mais ton amour reste vivant en moi. Que Dieu t'accorde Sa miséricorde et un repos éternel dans Son Paradis. Ce travail t'est dédié, avec tendresse et prière.

À mon binôme **Meriem**, merci d'avoir été bien plus qu'une partenaire de travail.

À toutes les personnes que j'aime profondément, et à tous ceux qui m'aiment, ce mémoire est aussi le vôtre.

Et enfin, à moi-même, pour ma force silencieuse, ma patience et ma persévérance. Ce mémoire est le fruit de mon courage.

Je me rends hommage, avec fierté et gratitude.

Meroua Yasmine

Dédicace

C'est avec beaucoup de fierté, d'émotion et surtout de joie,
que je dédie ce modeste travail à :

À celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoir,
à la femme qui a souffert sans jamais me laisser souffrir, sans ses efforts je ne serais jamais
arrivée ici,
ma précieuse maman **Chahrazed**.

À l'homme qui n'a jamais dit non à mes exigences, qui m'a toujours soutenue,
mon cher papa **Adel**.

À mon petit frère que j'aime le plus au monde, **Mouhamed**.

À mon fiancé **Haythem**,
l'homme de ma vie, qui a toujours été là pour moi durant tout mon parcours, qui n'a jamais
cessé de m'encourager et de me conseiller.
Que Dieu le protège et lui accorde tout le bonheur du monde.

À mes deux grands-mères, pour toutes leurs prières et leurs douceurs.

À toutes mes copines : **Maya, Balkis, Nour et Ghada**, pour leur amour et leurs
encouragements.

Je vous aime mes sœurs.

À mon adorable binôme **Jass**, my partner in crime, pour son soutien moral, sa patience
et surtout sa générosité.

Meriem Malak

Résumé

Le présent travail porte sur l'étude caryologique des chromosomes de deux espèces appartenant à la famille des Fabaceae : *Genista cinerea* Vill. et *Scorpiurus vermiculatus* L. En utilisant la technique de coloration classique de Feulgen, nous avons pu établir la formule chromosomique respective de chaque espèce. Le caryotype de *Genista cinerea* est composé de 24 paires de chromosomes soit $2n = 48$ avec tous de type métacentrique, submétacentrique ou subtélocentrique. Quant à *Scorpiurus vermiculatus*, son caryotype comprend 7 paires de chromosomes ($2n = 2x = 14$), également dépourvu de chromosomes acrocentriques. L'indice d'asymétrie somatique (IAS) calculé est de 66,30 % pour *Genista* et de 61,5 % pour *Scorpiurus*, ce qui indique dans les deux cas un caryotype moyennement asymétrique, structuré et relativement stable. Ces résultats confirment l'existence d'une organisation chromosomique conservée chez ces deux espèces, et ouvrent la voie à des recherches futures en cytogénétique évolutive.

Mots clés: *Genista cinerea*, *Scorpiurus vermiculatus*, Fabaceae, caryotype, chromosomes.

Abstract

This study focuses on the karyomorphological analysis of chromosomes in two Fabaceae species: *Genista cinerea* Vill. and *Scorpiurus vermiculatus* L. Using the classical Feulgen staining technique, we established the chromosomal formula for each species. *Genista cinerea* presents a karyotype with 24 chromosome pairs ($2n = 48$), all metacentric, submetacentric or subtelocentric. In *Scorpiurus vermiculatus*, the karyotype consists of 7 chromosome pairs ($2n = 14$), with no acrocentric chromosomes. The somatic asymmetry index (IAS) was calculated as 66.30% for *Genista* and 61.5% for *Scorpiurus*, indicating a moderately asymmetric yet stable chromosomal structure in both species. These findings suggest a conserved chromosomal organization and provide a basis for future studies in evolutionary cytogenetics.

Keywords: *Genista cinerea*, *Scorpiurus vermiculatus*, Fabaceae, karyotype, chromosomes

الملخص

يتناول هذا العمل دراسة الخصائص الكاريوتابيبية للصبغيات لدى نوعين من النباتات ينتميان إلى عائلة البقوليات (*Scorpiurus vermiculatus L.* و *Genista cinerea Vill.*)، وهما (Fabaceae) وباستخدام تقنية التلوين التقليدي بفيولجن (Feulgen)، تمكنا من تحديد الصبغة الصبغية الخاصة بكل نوع. يتكون كاريوتايب *Genista cinerea* من 24 زوجاً من الصبغيات ($2n = 48$)، وجميعها من النوع الميتاستريك أو السوبميتاستريك أو السوبينيلوستريك. أما *Scorpiurus vermiculatus*، فيحتوي على 7 أزواج صبغية ($2n = 2x = 14$)، كما أنه يخلو تماماً من الصبغيات الأكروستريك. بلغ مؤشر عدم التمايز الجسدي (IAS) نسبة 66,30% لدى *Genista* و 61,5% لدى *Scorpiurus*، مما يشير في كلا الحالتين إلى كاريوتايب غير متماثل بدرجة متوسطة، منظم ومستقر نسبياً. تؤكد هذه النتائج وجود تنظيم صبغي محافظ لدى النوعين، مما يفتح آفاقاً مستقبلية للبحث في علم الوراثة الخلوية التطوري.

الكلمات المفتاحية : Fabaceae، كاريوتايب، *Scorpiurus vermiculatus*، *Genista cinerea*، صبغيات.

Liste des figures

Figure 1 : La feuille composée des Fabacées. Évolutions et variations autour de la feuille imparipennée typique de la famille.....	5
Figure 2 : La fleur des Fabacées	6
Figure 3 : Fruit des Fabacées	6
Figure 4 : Espèce <i>Genista cinerea</i>	15
Figure 5 : Fruit de <i>Genista cinerea</i>	16
Figure 6 : Espèce <i>Scorpiurus vermiculatus</i>	18
Figure 7 : Différents niveaux de condensation de l'ADN.....	22
Figure 8 : Différents types de chromosomes	22
Figure 9 : <i>Genista microcephala</i>	26
Figure 10 : Le prétraitement des graines	27
Figure 11 : La coloration avec l'acéto-orceïne	28
Figure 12 : L'écrasement des graines	29
Figure 13 : Photo microscope de type Leica DM 4000 (fluorescent)	34
Figure 14 : Caryotype de l'espèce <i>Genista cinerea</i>	34
Figure 15 : Caryotype de l'espèce <i>Scorpiurus vermiculatus</i>	36

Liste des tableaux

Tableau I : Classification APG III (2009)	9
Tableau II : Métabolites secondaires des plantes du genre <i>Genista</i>	10
Tableau III : Classification botanique de <i>Scorpiurus</i>	18
Tableau IV : Origine, altitude et date de récolte des espèces étudiées	26
Tableau V : Données morphométriques des chromosomes de <i>Genista cinerea</i>	32
Tableau VI : Données morphométriques des chromosomes de l'espèce <i>Scorpiurus vermiculatus</i>	35

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
S	<i>Scorpiurus</i>
G	<i>Genista</i>
APG	Angiosperm Phylogeny Group
ICBN	International Code of Botanical Nomenclature
Oglc	O-glycoside
H	Hydrogène
OH	Groupe hydroxyle
R	Substituant variable
M	Mètre
Cm	Centimètre
Mm	Millimètre
ADN	Acide désoxyribonucléique
P	Bras court
Q	Bras long
X, Y	Chromosomes sexuels
C°	Degrés Celsius
HCl	Acide chlorhydrique
N	Normalité
M	Métacentrique
Sm	Submétacentrique
Vill.	Villars
L.	Linné

Table des Matières

<i>Introduction</i>	1
Chapitre I aperçu bibliographique	3
1. Les Fabaceae.....	4
Distribution géographique et habitat.....	4
Classification systématique.....	5
Description botanique	5
Appareil végétatif	5
Appareil reproducteur.....	6
Intérêts écologiques et économiques.....	7
Toxicité des Fabaceae	8
2. Présentation du genre <i>Genista</i> Vill	8
2.1. Distribution géographique	8
2.2Classification.....	9
Usage traditionnel	9
Principaux métabolites secondaires des plantes du genre <i>Genista</i>	10
Caryologie.....	15
3. <i>Genista cinerea</i>	15
Appareil reproducteur	16
Distribution et répartition géographique	16
Usages traditionnels	17
4. <i>Genista microcephala</i>	17
4.1. Utilisation traditionnelle	18
5. présentation du genre <i>Scorpiurus</i> L.....	18
Classification.....	18
Caryologie.....	18
6. <i>Scorpiurus vermiculatus</i>	189
Description botanique	199
Parties comestibles et usages	20
Multiplication et culture.....	20
Chapitre II Notions de cytogénétique.....	21
1. Structure et fonction des chromosomes	22

2. Les différents types de chromosomes	23
3. Le caryotype.....	24
4. l'idiogramme.....	24
Chapitre III Matériel et méthodes.....	26
1. Matériel végétal	27
2. Méthode utilisée.....	28
Germination des graines	28
Prétraitement	28
Fixation	29
Hydrolyse.....	29
Coloration	29
Écrasement.....	30
Observation.....	31
Photographie	31
Chapitre IV Résultats et discussion	
1. Résultats	33
Dénombrement chromosomique	33
Etablissement du caryotype	33
<i>Genista cinerea</i>	34
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	38
2. Discussion	39
Conclusion	42
Références bibliographiques	45
Annexe	

Introduction

Les légumineuses, communément appelées « légumes secs », correspondent à un groupe de plantes dont les fruits comestibles sont enfermés dans des gousses. Cette famille botanique comprend une grande diversité d'espèces cultivées à l'échelle mondiale. Parmi les plus répandues figurent le soja, l'arachide, le haricot, les pois, les fèves ainsi que les lentilles [1].

Elles présentent une distribution cosmopolite et constituent un élément écologique majeur dans la majorité des biomes mondiaux, y compris les environnements extrêmes. Elles occupent une place importante en termes de diversité spécifique et d'abondance dans les forêts tropicales humides de plaine en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie, et elles prédominent dans les forêts sèches et les savanes tropicales. Les espèces des légumineuses se retrouvent également dans les écosystèmes méditerranéens, désertiques, tempérés, ainsi qu'à des latitudes et altitudes élevées [2].

La morphologie des légumineuses est extrêmement variée. Elles peuvent se présenter sous forme d'arbres tropicaux de grande taille à contreforts, de plantes herbacées annuelles éphémères, d'espèces grimpantes annuelles ou vivaces munies de vrilles, d'arbustes désertiques, de buissons géoxyliques, de lianes ligneuses, voire plus rarement d'espèces aquatiques. La diversité florale de la famille est tout aussi remarquable, englobant l'ensemble des types de symétrie : radiale (actinomorphe), bilatérale (zygomorphe) et asymétrique, en lien avec une large diversité de polliniseurs, notamment les insectes, les oiseaux et les chauves-souris [2].

L'une des caractéristiques écologiques les plus emblématiques des légumineuses est leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose avec les bactéries du genre *Rhizobium* présentes dans le sol. Toutefois, cette aptitude n'est pas universelle au sein de la famille des légumineuses, toutes les espèces ne formant pas nécessairement de telles associations symbiotiques [2].

Le genre *Genista* L., appartenant à la famille des Fabacées et à la sous-famille des *Papilionoideae*, est caractérisé par une répartition géographique étendue et fait l'objet d'un intérêt anthropique depuis l'Antiquité. Traditionnellement utilisé en médecine populaire, notamment dans les régions méditerranéennes, ce genre est employé dans le traitement de diverses affections, telles que les troubles respiratoires, les rhumatismes, le diabète ou encore les ulcères. Par ailleurs, certaines espèces de *Genista* sont reconnues pour leur

capacité à produire un pigment jaune d'origine naturelle. Des analyses phytochimiques ont permis d'identifier plus de 108 composés flavonoïdiques au sein de ce genre, soulignant ainsi sa richesse en substances bioactives [3].

Les espèces du genre *Genista* ont montré une variabilité chromosomique importante, avec des nombres somatiques allant de $2n = 18$ à $2n = 144$, souvent en raison de la polyploidie.

Le genre *Scorpiurus* L. est un petit groupe de plantes appartenant à la famille des Fabaceae, plus précisément à la sous-famille des *Faboideae* (ou *Papilionoideae*). Ce genre est principalement connu pour ses espèces herbacées annuelles, souvent cultivées comme plantes ornementales ou fourragères. Certaines espèces sont étudiées pour leur rôle écologique dans les sols pauvres et leur capacité à enrichir le sol en azote.

Scorpiurus vermiculatus L., se distingue par sa morphologie relativement stable et par sa répartition géographique fragmentée, localisée principalement dans la région méditerranéenne occidentale [4].

Notre travail a pour objectif l'établissement du caryotype de l'espèce *Genista cinerea* Vill. et l'espèce *Scorpiurus vermiculatus* L. à l'aide de techniques classiques de cytogénétique. Ces études chromosomiques sont importantes pour la compréhension de l'évolution chromosomique chez les Fabaceae.

Le manuscrit est structuré en quatre chapitres complémentaires:

- Le premier chapitre est consacré à une présentation générale des deux genres étudiés, en abordant leurs caractéristiques botaniques
- Le deuxième chapitre c'est un rappel succinct des notions fondamentales de cytogénétique nécessaires à la compréhension de ce travail.
- Le troisième chapitre décrit en détail le matériel végétal utilisé ainsi que le protocole méthodologique appliqué au cours de l'expérimentation.
- Le quatrième chapitre expose les résultats obtenus à l'issue de l'analyse cytogénétique, accompagnés de leur interprétation.

Enfin, une conclusion générale qui permet de synthétiser les principaux acquis de cette étude et d'ouvrir des perspectives pour la poursuite des recherches cytogénétiques sur ces genres.

Chapitre I. Aperçu bibliographique

1. Les Fabaceae

La famille des légumineuses est la troisième plus grande famille d'angiospermes, avec plus de 19 000 espèces réparties dans environ 730 genres. Elle regroupe une grande diversité de plantes utilisées pour leurs graines, huiles, fibres, bois, combustibles, ainsi que pour des usages médicinaux et chimiques [5].

Cette famille se caractérise par le type de fruit en gousse (*légume*) [6]. C'est pourquoi cette famille est également désignée sous le nom de *Légumineuse*, un terme sous lequel elle est plus communément reconnue [7].

Ces plantes ont un métabolisme azoté élevé, avec souvent des nodules racinaires contenant des bactéries fixatrices d'azote. Elles renferment des alcaloïdes et parfois des composés cyanogénétiques. Leurs feuilles, généralement alternes, peuvent être pennées ou palmées, parfois modifiées en vrilles [8].

1.1. Distribution géographique et habitat

La famille des légumineuses est largement présente dans les régions tempérées et tropicales à travers le monde. Cependant, sa diversité est particulièrement marquée dans les forêts tropicales à climat sec et saisonnier, ainsi que dans les zones arbustives tempérées, qui sont adaptées aux conditions climatiques xériques [5].

Les légumineuses sont notamment absentes, ou du moins peu présentes, dans les habitats tempérés mésiques, en particulier dans plusieurs régions arctiques et alpines, ainsi que dans le sous-bois des forêts tempérées froides [5].

1.2. Classification systématique

La famille des Fabacées (*Leguminosae*) est divisée en trois sous-familles : *Faboideae*, *Mimosoideae* et *Caesalpinoideae*. Les *Faboideae* sont cosmopolites, tandis que les deux autres sont majoritairement tropicales. Les classifications modernes, comme celle de l'APG, privilégient le nom *Fabaceae*, bien que *Leguminosae* reste d'usage courant. Les deux termes sont reconnus comme synonymes par le *Code international de nomenclature botanique (ICBN)* [9].

1.3. Description botanique

1.3.1. Appareil végétatif

Les Fabacées présentent une grande diversité végétative, incluant arbres, arbustes, lianes et herbacées. Certaines espèces tropicales sont épiphytes ou grimpantes avec des tiges vrillées, et quelques-unes ont des feuilles réduites, la photosynthèse étant réalisée par les tiges ou des phyllodes [9].

Les feuilles sont généralement alternes et munies de stipules, pouvant varier en disposition et en forme. Les stipules peuvent être caduques, persistantes, libres ou fusionnées, parfois modifiées en écailles, épines ou glandes [9].



Figure 1. La feuille composée des Fabacées. Évolutions et variations autour de la feuille imparipennée typique de la famille [9].

Les racines sont généralement pivotantes et présentent des nodosités de *Rhizobium*, qui se développent lorsque le sol est déficient en azote [7].

1.3.2. Appareil reproducteur

Les fleurs sont généralement hermaphrodites, actinomorphes à zygomorphes, à hypanthium court, généralement cupuliforme [10].

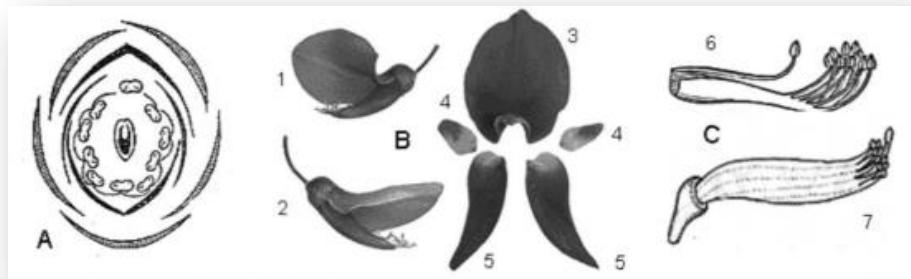


Figure 2. La fleur des Fabacées [9].

A - Diagramme floral chez *Phaseolus vulgaris* ; **B** - La corolle chez *Erythrina crista-galli* : 1 et 2 vues des fleurs, 3 étendards, 4 ailes et 5 carènes ; **C** - Androcée diadelphe (6) et monadelphe (7).

Le fruit est généralement sec et prend la forme d'une gousse (ou légume), le plus souvent déhiscent à maturité. Les feuilles, simples ou composées, sont majoritairement alternes et stipulées, pouvant parfois se transformer en vrilles chez certaines espèces [11].

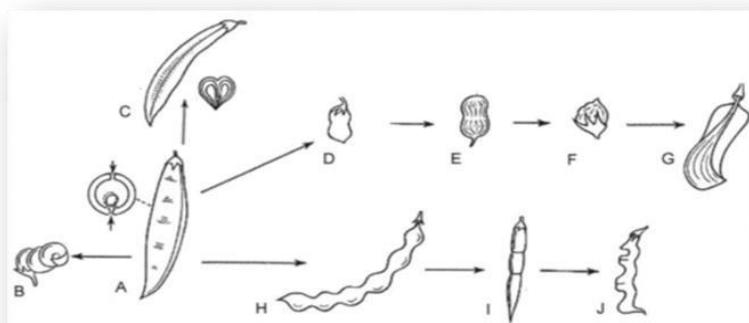


Figure 3. Fruit des Fabaceae [9].

- A** – Gousse typique des *Fabaceae* chez *Phaseolus*,
- B** – Gousse spiralée chez *Medicago sativa*,
- C** – Gousse à intraflexion chez *Astragalus*,
- D** – Gousse bisperme chez *Lens culinaris*,
- E** – Gousse pauciséminée devenue indéhiscente chez *Arachis hypogaea*,
- F** – Gousse uniséminée et indéhiscente de type akenoïde chez *Lathyrus*,
- G** – Gousse monosperme, indéhiscente et ailée de type samaroïde chez *Toluifera*,
- H** – Gousse lomentacée chez *Sophora japonica*,
- I** – Gousse articulée chez *Coronilla*,
- J** – Gousse articulée chez *Hippocrateis*.

1.4. Intérêts écologiques et économique

Les Fabacées regroupent des plantes importantes pour l'alimentation, l'élevage et l'industrie. Elles fournissent des graines riches en protéines, des huiles alimentaires, ainsi que des plantes fourragères. Elles produisent également des bois précieux, des fibres, des résines et des gommes. Leur capacité à fixer l'azote améliore la fertilité des sols, favorisant leur utilisation en agriculture [11].

1.5. Toxicité des Fabaceae

Certaines Fabaceae produisent des métabolites secondaires toxiques. Le genre *Lathyrus* peut provoquer le lathyrisme, une paralysie progressive liée à des acides aminés non protéiques. *Crotalaria* est responsable d'intoxications hépatiques et cardio-pulmonaires à cause d'alcaloïdes pyrrolizidiniques. Enfin, l'arachide (*Arachis hypogaea*) est une source majeure d'allergies alimentaires en raison des allergènes présents dans ses graines et produits dérivés [12].

2. Présentation du genre Genista

Le genre *Genista* a été établi pour la première fois par Carl von Linné en 1753. Il est classé au sein de la famille des Fabacées (ordre des Fabales), plus précisément dans la sous-famille des Faboïdées, anciennement désignée sous le nom de Papilionacées, et appartient à la tribu des Genistea[13].

Le genre *Genista* se caractérise par un calice campanulé à cinq dents subégales, comportant cinq segments, dont les deux supérieurs sont soit libres, soit partiellement soudés. Les trois segments inférieurs forment une lèvre trilobée profondément divisée. La carène est de forme oblongue, droite ou légèrement gibbeuse latéralement, tandis que l'étandard, étroit, surplombe l'ensemble floral. Le système androécial est composé de dix étamines monadelphes, organisées en un tube fermé, constitué de cinq étamines longues et de cinq courtes. Le stigmate, quant à lui, est oblique. Le fruit est une gousse déhiscente. Les feuilles sont composées d'une à trois folioles, stipulées ou non, et les graines sont dépourvues d'arille [14].

2.1. Distribution géographique

Les espèces du genre *Genista* se distinguent par leur grande tolérance écologique. Elles sont capables de se développer dans des environnements soumis à des contrastes bioclimatiques importants. On les retrouve aussi bien dans des zones semi-arides, où la sécheresse prédomine, que dans des régions plus humides. Cette plasticité écologique permet à ces plantes de coloniser une diversité d'habitats, depuis les maquis méditerranéens jusqu'aux forêts ouvertes ou aux versants montagneux [16].

En Afrique du Nord, la concentration des espèces du genre *Genista* est particulièrement marquée en Algérie et au Maroc. L'Algérie compte à elle seule 23 espèces, dont 11 sont endémiques, tandis que le Maroc en recense 26, dont cinq endémiques, toutes strictement associées aux zones montagneuses telles que le Rif, le Moyen Atlas, les chaînes orientales, le Haut Atlas et l'Atlas saharien [14, 16].

2.2. Classification

Tableau I. Classification APG III (2009)

Règne	Plantae
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Clade	Rosidées
Clade	Fabidées
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Papilionoideae
Tribu	Genisteae
Genre	Genista

2.3. Usage traditionnel

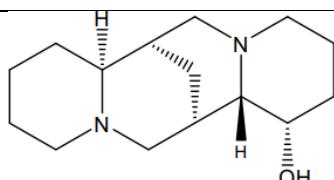
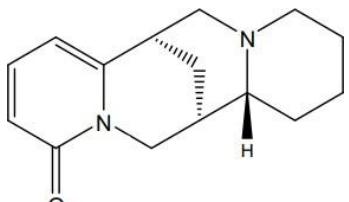
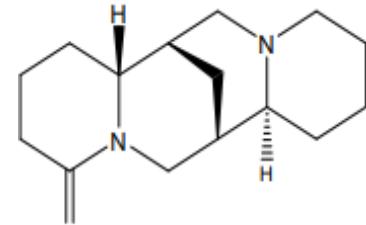
Selon la littérature disponible, les espèces du genre *Genista* sont peu utilisées en médecine traditionnelle. Toutefois, certaines, telles que *Genista anglica* et *Genista germanica*, sont recommandées pour leurs propriétés diurétiques, notamment dans le traitement de la néphrolithiase et de la goutte [17,18].

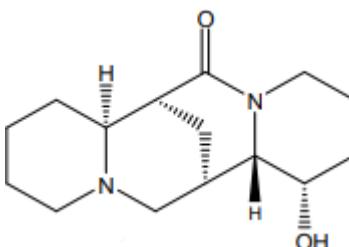
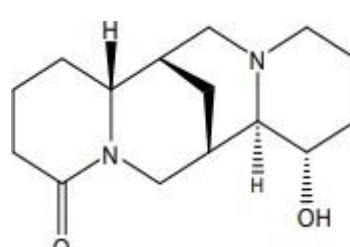
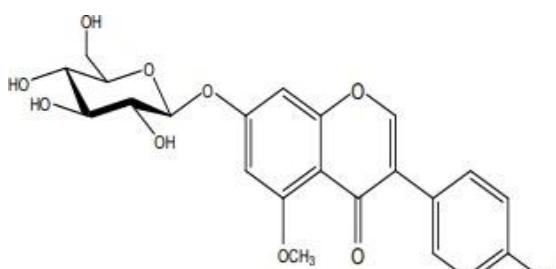
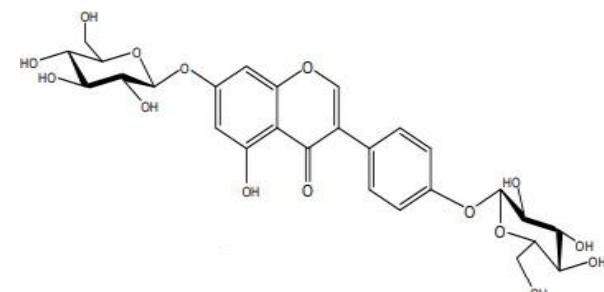
L'infusion des parties aériennes de *Genista tenera* est traditionnellement utilisée en médecine populaire portugaise pour le traitement du diabète [19].

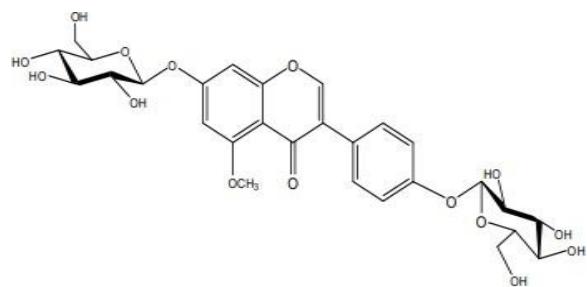
2.4. Principaux métabolites secondaires des plantes du genre *Genista*

Le genre *Genista* a fait l'objet de nombreuses études phytochimiques et pharmacologiques. Ces travaux ont permis de mettre en évidence la richesse de ce genre en métabolites secondaires, parmi lesquels les alcaloïdes et les composés flavoniques (*flavones*, *isoflavones*, *isoflavanes*...). L'ensemble des métabolites identifiés est présenté dans le tableau II ci-après.

Tableau II. Métabolites secondaires des plantes du genre *Genista*

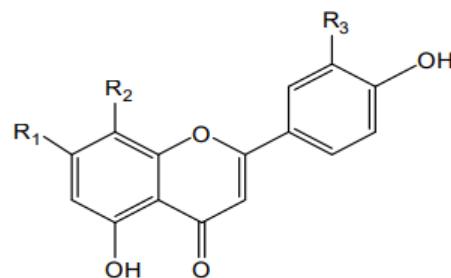
Type de Composé	Molécules	Espèce
alcaloides quinolizidine	 <p>Retamine (1)</p> <p>1</p>  <p>Anagyrine (2)</p> <p>2</p>	<i>G. ephedroides</i> [20,21]
	 <p>Lupanine (3)</p> <p>3</p>	

	 <p>17-oxoretamine (4)</p> <p>4</p>  <p>5</p> <p>12-α- hydroxylupanine (5)</p>	
Flavonoides et des isoflavonoides	 <p>6</p> <p>7-O-β-D-glucopyranoside isoprunétine (6)</p>  <p>7</p> <p>7,4'-di-O-β-D-glucopyranoside genistéine (7)</p>	<i>G.morisii</i> [22]



8

7,4'-di-O-β-D-glucopyranoside isoprunétine (8)



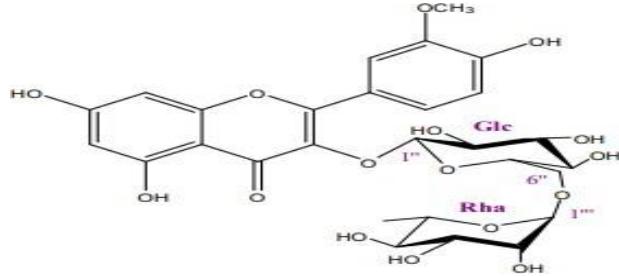
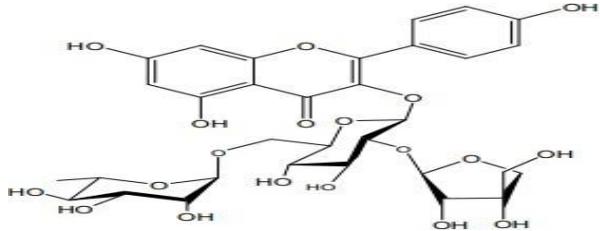
9 ,10,11

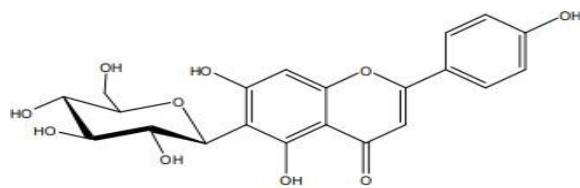
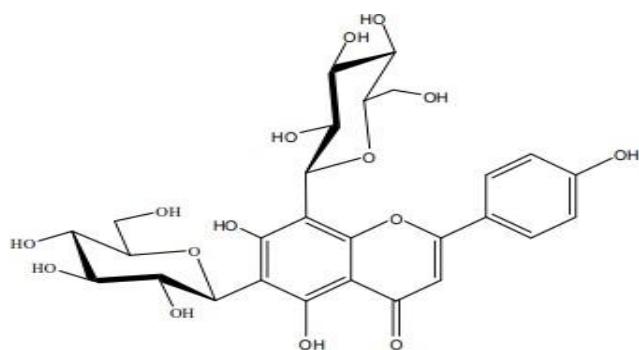
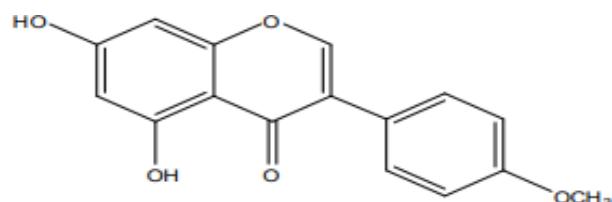
R1 R2 R3

9 Oglc H OH

10 OH glc OH

11 OH glc H

flavonoides	 <p>13 3-O-[α-L-rhamnopyranosyl-(1\rightarrow6)-β-Dglucopyranosyl] isorhamnétine (13)</p>	<p><i>G. ulicina</i> [23]</p>
	 <p>14 3-O-[(β-D-apio-furanosyl-(1\rightarrow2)-α-L-rhamnopyranosyl-(1\rightarrow6)-β-D-glucopyranosyl] kaempférol (14)</p>	

**15****6-C- β -D-glucopyranosyl apigénine (15)****16****6,8-di-C- β -D-glucopyranosyl apigénine (16)****17****5,7-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone (17)**

2.5. Caryologie

Sur le plan cytogénétique, *Genista* présente une diversité remarquable avec 24 nombres chromosomiques différents. Cette variabilité témoigne d'un important processus d'évolution chromosomique, principalement par polyplioïdie et aneuploïdie. La majorité des taxons sont polyplioïdes, avec une prépondérance de la tétraploïdie (56,82 %). Le nombre chromosomique de base est estimé à $x = 8$, avec des dérivés aneuploïdes allant de $x = 9$ à $x = 15$ [24].

3. *Genista cinerea*

L'espèce *Genista cinerea* est un sous-arbrisseau appartenant à la famille des Fabaceae. Il atteint généralement une hauteur comprise entre 40 et 80 cm. Non épineux, il présente un port dressé et se caractérise par une forte ramification. Son aspect général est d'un vert pâle tirant sur le blanchâtre. Les rameaux, grêles et élancés, sont disposés de manière rapprochée. Ils sont finement striés, et les rameaux plus âgés sont dépourvus de feuilles [25].

Les feuilles sont simples, de forme elliptique à lancéolée, et présentent une face inférieure recouverte d'un fin duvet soyeux. Elles sont dépourvues de stipules, ce qui constitue un critère distinctif [25].



Figure 4. Espèce *Genista cinerea* [25].

3.1. Appareil reproducteur

La floraison se manifeste de mai à août, sous forme de fleurs solitaires ou groupées par deux, disposées en grappes allongées, fines et peu denses. Le calice est velu, doté de deux lèvres inégales dont la longueur excède celle du tube calicinal. L'étandard est pubescent et de même longueur que la carène, tandis que les ailes et la carène restent constamment appliquées contre l'étandard [25].

Le fruit est une gousse de 15 à 18 mm de long pour environ 5 mm de large. Légèrement bosselée, elle est également velue-soyeuse et contient entre deux et cinq graines brillantes [25].



Figure 5. Fruit de *Genista cinerea* [25]

3.2. Distribution et répartition géographique

Cette espèce se développe préférentiellement sur les coteaux secs des montagnes calcaires. En France, elle est présente dans diverses régions méridionales, notamment le Dauphiné, la Provence, l'Ardèche, le Lot et les Pyrénées-Orientales. À l'échelle méditerranéenne, sa répartition s'étend à la péninsule Ibérique (Espagne et Portugal), les îles Baléares, l'Italie (y compris la Sicile), ainsi qu'au Maghreb (Tunisie et Algérie) [25].

3.3. Usages traditionnels

Les rameaux de *Genista cinerea* sont traditionnellement utilisés comme combustible domestique. Ils servent également à la confection de balais rustiques, un usage courant dans les régions rurales où l'espèce est abondante [25].

4. *Genista microcephala*

Genista microcephala est un arbrisseau éphédroïde de petite taille, mesurant généralement entre 20 et 50 cm de hauteur, fortement ramifié dès la base. Ses rameaux, de couleur verte, sont recouverts d'une pubescence fine et soyeuse composée de poils simples, et présentent une faible densité foliaire.

Les feuilles sont toutes unifoliolées, disposées de manières alternes ou parfois subopposées à la base des jeunes rameaux. Elles sont presque sessiles, insérées sur un coussinet légèrement proéminent. Les folioles, mesurant entre 3 et 8 mm de long, présentent des formes obovales, oblongues ou oblongues-linéaires ; elles sont entières, à base atténuée, et densément pubescentes sur la face inférieure. Les stipules, très réduites, sont persistantes, de nature spinescente et aciculaire, ne dépassant pas 1 mm de longueur [24].

4.1. Utilisation traditionnelle

L'espèce *Genista microcephala* est couramment utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés antimicrobiennes. Des études chimiques menées sur cette plante ont permis d'identifier et d'isoler plusieurs composés présentant une grande diversité structurale, notamment des alcaloïdes, des isoflavonoïdes, des terpènes ainsi que des huiles essentielles [26].

5. Le genre *Scorpiurus*

Le genre *Scorpiurus* est présenté par des plantes annuelles, herbacées, généralement de petite taille. Il est surtout méditerranéen, présent en Europe du Sud, Afrique du Nord et Asie de l'Ouest. Les espèces du genre *Scorpiurus* sont reconnaissables par leur gousse spiralée et enroulée en forme de queue de scorpion (d'où le nom du genre). Les feuilles sont généralement alternes et composées de folioles oblongues à lancéolées. Parmi ces espèces *Scorpiurus muricatus* la plus connue, appelée aussi gesse à gousse spiralée. Utilisée parfois comme plante ornementale, ou en couverts végétaux en agriculture, elle est fixatrice d'azote comme beaucoup de Fabaceae.

5.1. Classification botanique

Tableau III. Classification botanique de *Scorpiurus*

Règne	Plantae
Clade	Angiospermes
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Faboideae
Tribu	Loteae
Genre	<i>Scorpiurus</i>

5.2. Caryologie

Le genre *Scorpiurus* reste peu développée comparée à d'autres genres majeurs des Fabaceae. Le nombre chromosomique haploïde le plus couramment observé est $n = 7$ soit un nombre diploïde est généralement $2n = 14$ chromosomes.

6. *Scorpiurus vermiculatus*

L'espèce *Scorpiurus vermiculatus* est une espèce herbacée annuelle appartenant à la famille des Fabaceae (anciennement Légumineuses). Elle est également connue sous les synonymes *Scorpiurus subvillosum* et *Scorpiurus sulcatus* [27].

6.1. Description botanique

Elle est notamment présente en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Madère, îles Canaries), en Europe méridionale (Espagne, Portugal, Italie, Grèce) et jusqu'au Proche- Orient (Turquie, Iran, Irak). Sur le plan morphologique, *S. vermiculatus* se caractérise par des gousses spiralées dans un seul plan, dotées de tubercules terminaux dilatés en forme de petits champignons, ce qui rappelle des vers — d'où l'épithète spécifique « vermiculatus » [4].

Cette plante de petite taille atteint environ 50 cm de hauteur. Elle se développe principalement dans les zones ouvertes telles que les champs, sur des sols bien drainés. Son fruit, une gousse spiralée évoquant la forme d'une chenille, constitue un caractère morphologique distinctif [27].

Par ailleurs, le nombre chromosomique de l'espèce est de $2n = 14$, ce qui constitue un critère pertinent dans les études de taxonomie et de phylogénie au sein du genre *Scorpiurus* [28].



Figure 6. Espèce *Scorpiurus vermiculatus* [27].

6.2. Parties comestibles et usages

Les jeunes gousses de *Scorpiurus vermiculatus* sont consommables, tant crues que cuites. Bien qu'elles présentent une saveur assez neutre, elles sont parfois intégrées à des préparations culinaires pour leur aspect singulier, qui rappelle celui d'une chenille, introduisant ainsi une touche d'originalité ou d'humour dans la présentation des plats [27].

6.3. Multiplication et culture

La propagation s'effectue par semis, généralement réalisés au printemps sous abri, avec un repiquage en pleine terre après les dernières gelées. Des semis en place peuvent également être envisagés à partir du mois d'avril. L'espèce est bien adaptée à la culture en champ, où elle trouve des conditions favorables à son développement [27].

Chapitre II Notions de cytogénétique

1. Structure et fonction des chromosomes

Les chromosomes sont des structures nucléaires composées d'une molécule d'ADN étroitement associée à diverses protéines, notamment les histones. Ils constituent le support physique de l'information génétique. Le nombre de chromosomes est une caractéristique propre à chaque espèce : chez l'être humain, les cellules diploïdes possèdent 46 chromosomes organisés en 23 paires, ce qui équivaut à 46 molécules d'ADN distinctes.

La morphologie des chromosomes n'est observable que durant une phase limitée du cycle cellulaire, en particulier lors des divisions cellulaires. En dehors de ces périodes, l'ADN adopte une conformation décondensée appelée chromatine, localisée dans le noyau des cellules en interphase. La condensation extrême de l'ADN en chromosomes lors de la mitose ou de la méiose empêche temporairement la transcription génique, mais elle est indispensable à une répartition fidèle du matériel génétique entre les cellules filles.

Au cours de la métaphase, les chromosomes présentent une structure bipartite constituée de deux chromatides sœurs identiques, unies au niveau du centromère. Chaque chromatide résulte de la réPLICATION d'une molécule d'ADN durant la phase S de l'interphase. Le centromère délimite deux régions inégales sur chaque chromatide : un bras court (noté p) et un bras long (noté q). Les extrémités des chromosomes, appelées télomères, sont également constituées de séquences d'ADN répétées ; chaque chromosome en possède deux.

Le centromère est une région spécialisée essentielle à la ségrégation des chromosomes. Il constitue le point d'ancrage des microtubules du fuseau mitotique via une structure protéique appelée kinétochore. Il s'agit également de la dernière région à se diviser lors de l'anaphase. Sur le plan moléculaire, le centromère est composé de séquences d'ADN hautement répétitives, organisées en tandem, dont la fonction transcriptionnelle reste inconnue.

Enfin, les télomères, formés également de motifs d'ADN répétés, assurent la stabilité des extrémités chromosomiques. Ils jouent un rôle crucial dans la protection du génome, bien que leur longueur diminue progressivement au fil des divisions cellulaires, phénomène associé au vieillissement cellulaire [29].

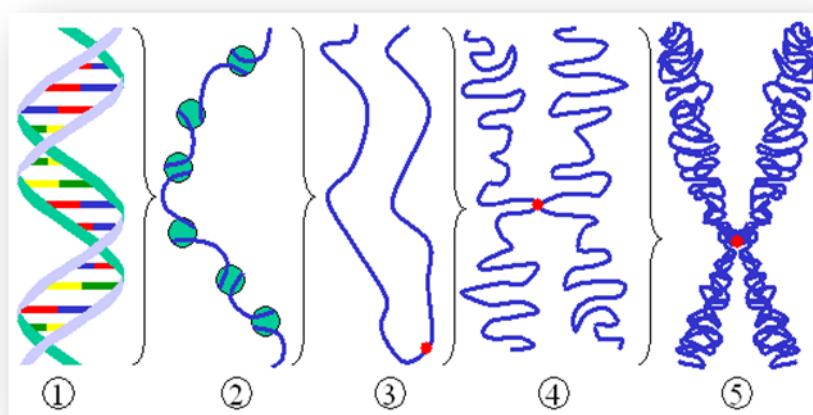


Figure 7. Différents niveaux de condensation de l'ADN [29].

(1) Brin bicaténaire d'ADN ; (2) Brin de chromatine (ADN avec histones) ; (3) Chromatine au cours de l'interphase avec centromère ; (4) Chromatine condensée au cours de la prophase (deux copies de la molécule d'ADN sont présentes) ; (5) au cours de la métaphase.

2. Les différents types de chromosomes

- **Chromosome télocentrique** : le centromère est situé à l'une des extrémités du Chromosome , de sorte que celui-ci ne possède qu'un seul bras visible.
- **Chromosome acrocentrique** : le centromère est situé près d'une extrémité, entraînant la formation d'un bras très court et d'un bras nettement plus long.
- **Chromosome submétacentrique** : le centromère est légèrement décalé par rapport au centre, générant deux bras de longueurs inégales, mais proches.
- **Chromosome métacentrique** : le centromère est localisé au centre du chromosome, produisant deux bras symétriques de taille équivalente [30].

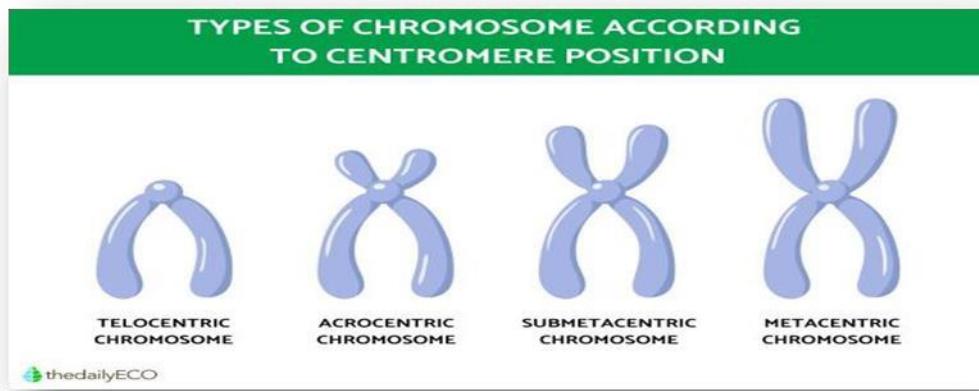


Figure 8. Différents types de chromosomes [30].

3. Le caryotype

Le caryotype désigne l'ensemble des chromosomes d'une cellule ou d'un individu, caractéristique d'une espèce donnée. Par extension, ce terme fait également référence à la représentation photographique ordonnée des chromosomes d'une cellule, généralement réalisée au cours de la métaphase de la division cellulaire, moment où les chromosomes sont particulièrement condensés et donc aisément observables.

Cette représentation consiste à disposer les chromosomes en paires homologues, classées selon une taille décroissante, de la paire 1 à la paire 22, tandis que les chromosomes sexuels, notés X et Y, sont présentés séparément.

Le caryotype, ou caryogramme, est une représentation standardisée des chromosomes d'une cellule, réalisée à partir d'une photographie prise lors de la métaphase. Les chromosomes y sont classés par paires, selon leur taille et la position du centromère.

En médecine, le caryotype permet de détecter des anomalies chromosomiques, telles que des anomalies du nombre (ex. : trisomie 21, où l'on observe trois chromosomes 21) ou de la structure. Il sert également à identifier certaines caractéristiques génétiques comme le sexe chromosomique (XX ou XY) [31].

4. Idiogramme

L'idiogramme est une représentation schématique standardisée du caryotype, utilisée pour illustrer la morphologie des chromosomes d'une cellule. Il présente les chromosomes classés en paires homologues, en fonction de leur taille et de la position du

centromère, qui constitue le point d'ancrage des fibres du fuseau mitotique lors de la division cellulaire.

Cette représentation permet une analyse structurale et numérique des chromosomes, facilitant l'identification d'éventuelles anomalies chromosomiques, telles que des délétions, duplications ou trisomies [32].

Chapitre III. Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au sein du Laboratoire de Recherche de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétales de l'Université Constantine1 Frères Mentouri.

1. Matériel végétal

Le matériel d'étude est constitué des graines de trois espèces appartenant à la même famille botanique. Ces espèces sont : *Genista cinerea*, *Genista microcephala* et *Scorpiurus vermiculatus* (Famille des *Fabaceae*).

Concernant la troisième espèce, *Genista microcephala*, aucune germination n'a été observée malgré l'ensemble des méthodes et tentatives mises en œuvre, telles que la scarification, le traitement au froid et la variation de la durée d'imbibition.



Figure 9. *Genista microcephala* Coss. et Durieu

L'origine géographique et la date de récolte du matériel végétal sont regroupées dans le tableau IV.

Tableau IV. Origine, altitude et date de récolte des espèces étudiées

Espèces	Origines géographique	Altitude (m)	Date de récolte
<i>Genista cinerae</i>	Wilaya de Tébessa	1500 m	17/06/2015
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	Wilaya d'Alger, Oran, Annaba	1200 m	/

2. Méthode utilisée

2.1. Germination des graines

À partir des gousses récoltées, nous avons sélectionné les graines les plus saines, puis les avons scarifiées à l'aide de papier verre afin de lever la dormance tégumentaire. Les graines ainsi préparées sont mises à germer dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillée, puis placées dans l'obscurité. Chaque boîte contenant des graines est accompagnée d'une étiquette précisant le nom de l'espèce et la date de mise en germination.

La durée de germination varie de 8 jours et plus pour l'espèce *Genista cinerea*, et de 24 h à 48 h pour l'espèce *Scorpiurus vermiculatus*. Le pourcentage de germination est de 50 % pour la première, et de 80 % pour la deuxième espèce.

2.2. Prétraitement

Plusieurs tentatives ont été faites pour déterminer la durée de prétraitement convenant le mieux au matériel étudié. Pour bloquer les divisions cellulaires au stade métaphase, les graines germées, dont les pointes des racines mesurent environ 1 cm, sont prélevées avec des pinces propres et mises dans un pilulier en verre contenant une solution de 8-hydroxyquinoléine (0,002 %) (Figure 11), pour une durée de trois heures et demie à une température de 16 °C.

Nous avons déterminé la période de la journée pendant laquelle le coefficient mitotique était le plus important ; celle-ci se situe le matin, entre 8 h 30 min et 9h.

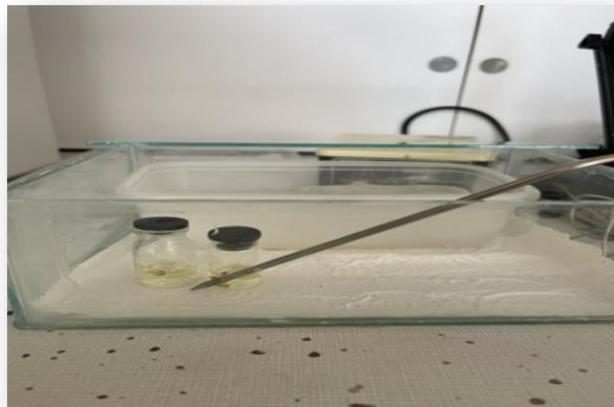


Figure 10. Prétraitement des graines.

6.2. Fixation

Après le prétraitement, les racines sont fixées dans de l'éthanol acétique (3 V : 1 V) pendant 24 à 48 h à 4 °C.

6.3. Hydrolyse

Après rinçage à l'eau distillée, les pointes racinaires sont hydrolysées dans une solution d'acide chlorhydrique (HCl 1 N) à 60 °C pendant un temps variable selon l'espèce étudiée (10 à 12 min). L'hydrolyse a pour but de ramollir les méristèmes. Elle facilite, par ailleurs, l'écrasement et l'étalement des cellules.

6.4. Coloration

Les extrémités racinaires sont colorées à l'acéto-orcéine, contenue dans un verre de montre, durant 15 minutes à température ambiante. Les groupements aldéhydes, libérés par l'hydrolyse, mis en présence du colorant, donnent une couleur rouge aux chromosomes.

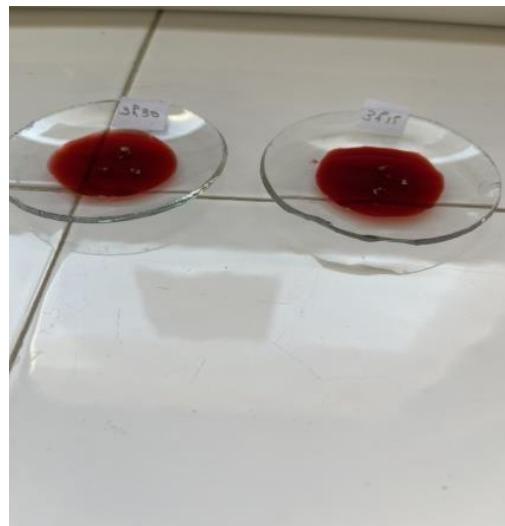


Figure 11. Coloration avec l'acéto-orcéine

6.5. Écrasement

Sous la loupe binoculaire, avec une pince propre, on prend une racine et on la met sur une lame de microscope. À l'aide d'une lame de rasoir, on coupe l'extrémité de la racine colorée en rouge, puis on ajoute une goutte du colorant (acéto-orcéine). La préparation est recouverte d'une lamelle et écrasée doucement avec une allumette, en prenant soin de ne pas déplacer la lamelle.



Figure 12. Écrasement des pointes racinaires

6.6. Observation

L'observation des lames colorées à l'acéto-orcéine est réalisée au microscope optique (x10 et x40). Cette étape consiste à rechercher des cellules au stade métaphasique afin de pouvoir compter les chromosomes et établir le caryotype.

6.7. Photographie

Les photographies sont prises par un microscope à épifluorescence Zeiss Axiophot équipé d'une caméra CCD haute sensibilité et d'un analyseur d'images.



Figure 13. Photo microscope de type Zeiss

Chapitre IV. Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Dénombrement chromosomique

L'observation des plaques métaphasiques montre un nombre chromosomique constant chez les deux espèces étudiées : *Genista cinerea* et *Scorpiurus vermiculatus*. Le nombre chromosomique observé chez *Genista cinerea* est de $2n = 2x = 48$ chromosomes, soit un nombre de base $n = 24$. En revanche, *Scorpiurus vermiculatus* présente un nombre chromosomique de $2n = 2x = 14$, avec un nombre de base $n = x = 7$ chromosomes. Ces deux espèces sont donc diploïdes. Toutefois, leurs caryotypes diffèrent notablement en structure et en nombre (Figures 14 et 15).

1.2. Etablissement du caryotype

Nous avons rencontré beaucoup de difficultés à établir les caryotypes des deux espèces étudiées, en raison de la petite taille des chromosomes et de la grande ressemblance entre eux.

Le calcul des données numériques du caryotype a permis d'élaborer les idiogrammes haploïdes selon la longueur décroissante des chromosomes. Des caryogrammes pour chacune des espèces ont pu être établis malgré ces difficultés.

L'établissement du caryotype repose sur une série de paramètres cytogénétiques permettant de caractériser précisément l'organisation chromosomique. Les principaux critères pris en compte sont :

- La longueur des bras courts (BC) et des bras longs (BL).
- La position du centromère.

À cela s'ajoutent des paramètres morphométriques complémentaires tels que :

- La longueur totale (LT) de chaque chromosome ; La longueur relative (LR), exprimée en pourcentage de l'ensemble du complément chromosomique ;
- L'indice centromérique (IC), défini par la formule : $IC = BC / LT$.
- Le rapport bras long / bras court ;
- Le degré d'asymétrie du caryotype (IAS), qui renseigne sur le degré d'évolution chromosomique d'une espèce ;
- Le rapport entre le plus grand et le plus petit chromosome (R).

Les données morphométriques des chromosomes sont regroupées dans le tableau 4 pour l'espèce *Genista cinerea*, et dans le tableau 5 pour l'espèce *Scorpiurus vermiculatus*, accompagnées d'une analyse des aspects caryo-morphologiques à travers :

- L'observation de la plaque métaphasique ;
- Le caryogramme ;
- L'idiogramme.

1.2.1. *Genista cinerea*

Les mesures des chromosomes ont été réalisées sur trois plaques métaphasiques rigoureusement sélectionnées, appartenant à des individus différents de la même espèce. La longueur réelle des chromosomes a été calculée en micromètres. Les données numériques relatives au complément chromosomique sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau V. Données morphométriques des chromosomes de *Genista cinerea*

Chr	LT (μm)	BL (μm)	BC (μm)	r = L/S	IC (%)	Type
1	2,71	1,50	1,20	1,24	44,56	m
2	1,93	1,08	0,84	1,27	43,93	m
3	1,67	1,07	0,60	1,79	35,85	m
4	1,62	0,89	0,72	1,24	44,63	m
5	1,62	1,05	0,56	1,85	35,10	m
6	1,56	1,01	0,54	1,85	35,04	sm
7	1,53	0,94	0,59	1,58	38,82	m
8	1,52	0,82	0,69	1,18	45,84	m
9	1,45	1,02	0,42	2,40	29,39	sm
10	1,40	0,72	0,68	1,06	48,58	m
11	1,39	0,99	0,40	2,45	29,05	sm
12	1,35	0,84	0,50	1,67	37,48	m
13	1,34	0,74	0,60	1,23	44,74	m
14	1,33	0,82	0,51	1,61	38,29	sm
15	1,28	0,72	0,56	1,27	43,96	m
16	1,22	0,90	0,31	2,86	25,89	st
17	1,22	0,87	0,34	2,58	27,94	m
18	1,21	0,75	0,45	1,66	37,54	sm
19	1,19	0,82	0,36	2,23	30,96	m
20	1,17	0,77	0,40	1,90	34,48	sm
21	1,15	0,81	0,34	2,38	29,61	sm
22	1,06	0,73	0,32	2,29	30,41	m
23	0,96	0,56	0,40	1,42	41,28	m
24	0,49	0,36	0,12	2,91	25,54	sm

I.A.s = 66,30 %**R = 4,57**

Chr : chromosome ; **LT** : longueur totale = BL + BC ; **BL** : bras long ; **BC** : bras court ; **r** : rapport bras long sur bras court = BL / BC ; **IC** : indice centrométrique = $100 \times BC / LT$; **IAs (%)** : indice d'asymétrie = $100 \times \Sigma BL / \Sigma LT$ selon Arano et Saito (1980) ; **m** : métacentrique ; **sm** : submétacentrique ; **st** : subtélocentrique. **IAs = 66,30 %**

Le caryotype de l'espèce *Genista cinerea* est caractérisé par la présence de vingt-quatre (24) paires de chromosomes. Le caryogramme présente trois types chromosomiques (métacentrique, submétacentrique et subtélocentrique). La formule chromosomique est la suivante :

$$2n = 2x = 48 = 15m + 8sm + 1st$$

La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes chez *Genista cinerea* varie entre 2,71 μm pour la paire la plus longue et 0,49 μm pour la paire la plus courte (chromosome 24). Le rapport entre la longueur du bras long et celle du bras court (r) fluctue entre 1,06 (paire 13) et 2,91 (paire 24), traduisant une variabilité marquée dans la position centromérique. Le rapport de longueur R entre la paire chromosomique la plus longue et la plus courte est d'environ 4,57, ce qui indique une asymétrie notable du caryotype.

a)



b)

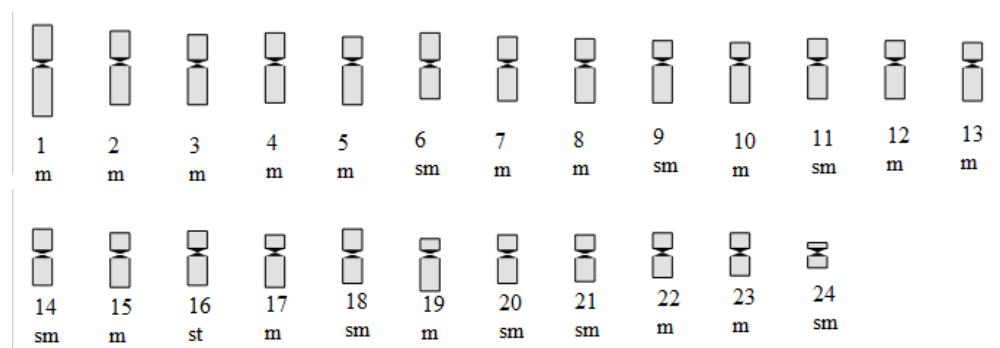


Figure 14. Caryotype de l'espèce *Genista cinerea*

a) Plaque métaphasique ;

b) Idiogramme.

1.2.2. *Scorpiurus vermiculatus*

Le caryotype de l'espèce *Scorpiurus vermiculatus* est caractérisé par la présence de sept (7) paires de chromosomes. Le caryogramme révèle deux types chromosomiques : métacentrique et submétacentrique. La formule chromosomique est la suivante :

$$2n = 2x = 14 = 3m + 4sm$$

Tableau VI. Données morphométriques des chromosomes de l'espèce *Scorpiurus vermiculatus*

Chr	LT (µm)	BL (µm)	BC (µm)	r (L/S)	IC(%)	Type
1	5,3	3,5	1,8	1,94	36,60	sm
2	5,16	2,82	2,35	1,97	38,18	sm
3	4,8	3,12	1,68	2,26	47,08	sm
4	4,35	2,75	1,6	1,67	38,39	m
5	3,96	2,42	1,54	1,57	38,89	m
6	3,8	2,1	1,7	1,24	38,97	m
7	3,7	2,4	1,3	1,85	33,78	sm

I.A.S.= 61.5%

R = 1,43

La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 3,70 µm (paire 7) et 5,30 µm (paire 1).

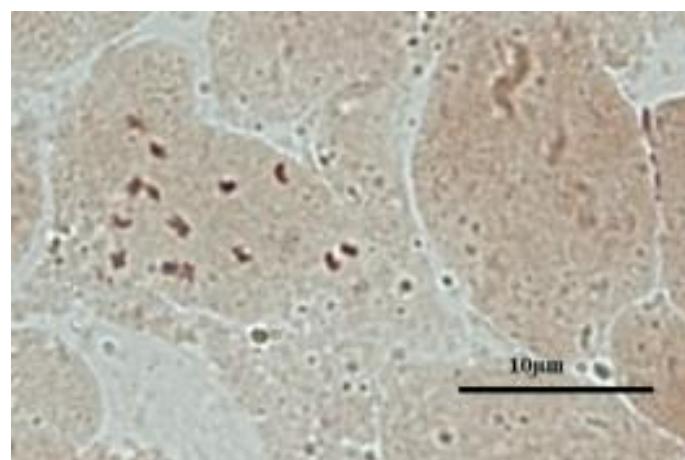
Le rapport entre la longueur du bras long et celle du bras court (r) varie de 1,24 (paire 6) à 2,26 (paire 3), ce qui reflète une diversité modérée dans la position centromérique.

La longueur relative (LR) n'a pas été calculée ici, mais visuellement, elle reflète un caryotype plutôt homogène.

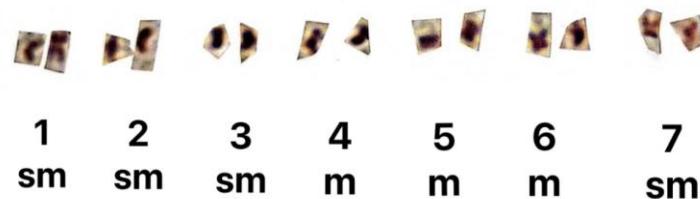
L'indice centromérique (IC), bien que non indiqué précisément dans les données brutes, varie globalement autour de valeurs intermédiaires typiques des chromosomes métacentriques à submétacentriques.

Enfin, le rapport entre la paire la plus longue et la plus courte (R) est de 1,43, ce qui indique une asymétrie modérée à faible dans la garniture chromosomique de cette espèce.

a)



b)



c)

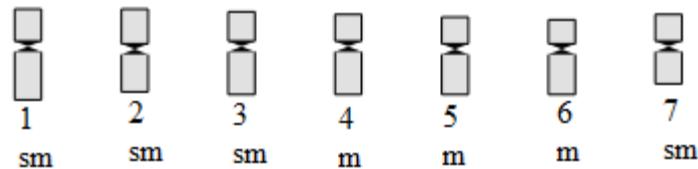


Figure 15. Caryotype de l'espèce *Scorpiurus vermiculatus*

a) Plaque métaphasique

b) Caryogramme

c) Idiogramme

2. Discussion

L'analyse cytogénétique des deux espèces étudiées, *Genista cinerea* et *Scorpiurus vermiculatus*, a été menée à partir de plusieurs plaques métaphasiques bien étalées, permettant une observation claire de l'ensemble des chromosomes.

Chez *Scorpiurus vermiculatus*, le caryotype est constitué de 7 paires de chromosomes homologues ($2n = 14$). Deux types chromosomiques ont été identifiés :

- les chromosomes 1, 2, 3 et 7 sont submétacentriques.
- les chromosomes 4, 5 et 6 sont métacentriques.

Les observations faites sur *Scorpiurus vermiculatus* corroborent également les résultats de Samatadze et al. (2002) et Parça-Fontes et al. (2014), bien que ces auteurs aient également décrit des chromosomes acrocentriques, non retrouvés ici. Dans notre étude, aucun chromosome acrocentrique n'a été observé, ce qui traduit une garniture chromosomique relativement équilibrée, dominée par des chromosomes symétriques. En comparant nos résultats avec ceux de l'espèce *Scorpiurus muricatus* L., on note que cette dernière possède $2n = 14$ chromosomes de taille moyenne, avec des centromères submétacentriques à métacentriques. À ce jour, aucune polyploïdie n'a été signalée dans le genre. Le caryotype reste généralement symétrique, ce qui témoigne d'une certaine stabilité évolutive.

Quant à *Genista cinerea*, le caryotype est plus complexe avec 24 paires de chromosomes ($2n = 48$). Les longueurs totales varient de 1,22 μm à 2,02 μm , ce qui indique une variabilité modérée. Tous les chromosomes sont de type métacentrique, submétacentrique ou subtélocentrique, ce qui donne au caryotype un aspect globalement symétrique, comme le suggère l'indice d'asymétrie somatique (IAS) calculé à 66,30 %, une valeur typique des caryotypes moyennement asymétriques selon Stebbins (1971).

La présence exclusive de types métacentriques et submétacentriques chez les deux espèces témoigne d'une organisation chromosomique conservée, probablement liée à des pressions évolutives similaires. Ce constat renforce l'idée selon laquelle un caryotype symétrique, où les chromosomes présentent des tailles proches et des centromères médians, est généralement associé à une stabilité génétique accrue.

Enfin, la comparaison entre les deux espèces révèle que malgré leur appartenance à des genres différents, *Genista* et *Scorpiurus* partagent plusieurs caractéristiques cytogénétiques, notamment :

- L'absence de chromosomes acrocentriques.

- L'absence des constructions secondaires

Ces observations confirment que l'analyse caryologique reste un outil fondamental pour la caractérisation génétique et la compréhension de l'évolution chromosomique des espèces végétales.

Conclusion

Les espèces *Genista cinerea* et *Scorpiurus vermiculatus* ont fait l'objet de nombreuses études botaniques, notamment en raison de leur intérêt écologique et de leur présence dans la flore méditerranéenne. Cependant, leur caractérisation cytogénétique restait peu documentée, d'où l'importance de ce travail qui constitue une contribution à la compréhension de leur organisation chromosomique.

L'étude cytogénétique menée dans ce travail a permis d'établir les caryotypes de ces deux espèces en utilisant la technique classique de cytogénétique, la coloration à acéto-orceïne, permettant une visualisation nette des chromosomes en métaphase.

Le caryotype de *Genista cinerea* est constitué de 24 paires de chromosomes ($2n = 48$), exclusivement métacentriques, submétacentriques et subtélocentrique, avec des longueurs variant entre 0,49 μm et 2,71 μm . L'indice d'asymétrie somatique (IAS) est de 66,30%, ce qui reflète une asymétrie modérée et une structure chromosomique relativement stable. Aucun chromosome acrocentrique n'a été observé, et la présence de quelques chromosomes submétacentriques témoigne d'un début de diversification évolutive.

Le caryotype *Scorpiurus vermiculatus*, est composé de 7 paires de chromosomes ($2n = 14$). Là aussi, seuls deux types chromosomiques ont été identifiés : métacentriques et submétacentriques, avec une longueur totale moyenne comprise entre 3,70 μm et 5,30 μm . L'indice d'asymétrie somatique calculé est de 61,5 %, ce qui confirme également une structure moyennement asymétrique.

Dans l'ensemble, les deux espèces étudiées présentent des caryotypes relativement symétriques, composés de chromosomes de petite taille avec une organisation conservée. Ces résultats suggèrent une stabilité cytogénétique et fournissent des bases solides pour des études comparatives ou évolutives futures.

Ce travail pourrait être complété par l'application de techniques de cytogénétique moléculaire, comme l'hybridation *in situ* (FISH), qui permettrait de localiser précisément les séquences spécifiques de l'ADN ribosomique et d'explorer plus en détail la structure fine des chromosomes. Cela contribuerait à enrichir les connaissances sur la diversification

chromosomique au sein des genres *Genista* et *Scorpiurus* et à mieux comprendre leur potentiel évolutif.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire.** *Les légumineuses, une famille de végétaux à (re)découvrir.* 2025 fév 7 [cité le 03 Avril 2025]. Disponible sur: <https://agriculture.gouv.fr/les-legumineuses-une-famille-de-vegetaux-redecouvrir>
- [2] **Bruneau A, Legume Phylogeny Working Group (LPWG), et al.** *Portail de Données sur les Légumineuses.* 2019 [cité le 21 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.legumedata.org/fr>
- [3] **Grafakou ME, Barda C, Tomou EM, Skaltsa H.** Le genre *Genista L.* : Une riche source de flavonoïdes bioactifs. *Phytochemistry.* 2021; 181:112574.
- [4] **Zieliński J.** *Scorpiurus vermiculatus* (Fabaceae) rediscovered in Greece. *Willdenowia.* 1991; 20:39–41.
- [5] **Wojciechowski MF, Lavin M, Sanderson MJ.** A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid MATK gene resolves many well-supported subclades within the family. *Am J Bot.* 2004; 91(11):1846–1862.
- [6] **Muhammad S, Ahmad AF, Ahmad VU, Azhar I, Usmanghani K.** Unusual Chemical Constituents of *Lotus grecianus* (Fabaceae). *Turk J Chem.* 2001;25(1):123–128.
- [7] **Barek S.** *Etude phytochimique et biologique d'extraits de deux plantes médicinales Genista sahara et Glycyrrhiza glabra* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2020.
- [8] **Boutaghane N.** *Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes Genista ulicina Spach (Fabaceae) et Chrysanthemum macrocarpum (Asteraceae)* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2013.
- [9] **Ati S.** *Etude biologique et phytochimique de trois genêts endémiques en Algérie : Genista numidica Spach, Genista ferox Poiret et Genista tricuspidata Desf* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2018.
- [10] **Benalia N.** *Etude phytochimique de deux espèces d'intérêt biologique : Genista numidica Spach. et Pistacia lentiscus L.* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2021.
- [11] **Kacem N.** *Etude phytochimique et valorisation biologique des deux plantes, Genista quadriflora Munby (Fabaceae) et Convolvulus tricolor L. (Convolvulaceae)* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2015.
- [12] **Benayache F.** *Etude phytochimique et évaluation biologique d'une plante endémique du genre Genista (Fabaceae) : Genista numidica Spach* [Thèse de doctorat]. Université Constantine 1; 2019.

- [13] **Maire R.** *La flore de l'Afrique du Nord, les légumineuses.* Paris : Le Chevalier; 1987.
- [14] **Quézel P, Santa S.** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I.* Paris: CNPS; 1962–1963.
- [15] **Gibbs PE.** A revision of the genus *Genista* L. *Notes Roy Bot Gard Edinburgh.* 1966;27(1):11–99.
- [16] **Azzioui O, ES-Sgaouri A, Fennane M.** Valeur écologique et biogéographique du genre *Genista* L. du Maroc. *Lagascalia.* 2000;21(2):263–278.
- [17] **Adams M, Berset C, Kessler M, Hamburger M.** Medicinal herbs for the treatment of rheumatic disorders. A survey of European herbals from the 16th and 17th century. *J Ethnopharmacol.* 2009; 121:343–359.
- [18] **Guarrera PM, Leporatti ML.** Ethnobotanical remarks on Central and Southern Italy. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2007;3:23.
- [19] **Rauter AP, Martins AI, Lopes R, Ferreira J, Serralheiro LM, Araujo M, et al.** Bioactivity studies and chemical profile of the antidiabetic plant *Genista tenera*. *J Ethnopharmacol.* 2009; 122:384–393.
- [20] **Pistelli L, Bertoli A, Giachi I, Morelli I, Rubiolo P, Bicchi C.** Quinolizidine alkaloids from *Genista ephedroides*. *Biochem Syst Ecol.* 2001; 29:137–141.
- [21] **Pistelli L, Bertoli A, Giachi I, Manumata A.** Flavonoids from *Genista ephedroides*. *J Nat Prod.* 1998;61(11):1404–1406.
- [22] **Giachi I, Manunta A, Morelli I, Pistelli L.** Flavonoids and isoflavonoids from *Genista morisii*. *Biochem Syst Ecol.* 2002; 30:801–803.
- [23] **Boutaghane N, Voutquenne-Nazabadioko L, Harakat D, Simon A, Kabouche Z.** Triterpene saponins of *Genista ulicina* Spach. *Phytochemistry.* 2013;93:176–181.
- [24] **Lograda T.** *Etude Caryologique et Phytochimique de Six Espèces Endémiques du genre Genista L. en Algérie* [thèse de Doctorat]. Université Constantine 1; 2010.
- [25] **Tela Botanica.** *Genista cinerea* (Vill.) DC. – *Description. eFlore – L'encyclopédie botanique collaborative.* 2011 [cité le 26 avril 2025]. Disponible sur: <https://www.tela-botanica.org/bdtx-nn-29490-description>
- [26] **Segueni N, Rhouati S, Zellagui A.** Phenolic contents, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of *Genista microcephala* Coss. & Dur. *Acta Scientifica Naturalis.* 2018;5(2):83–90. Disponible sur: <https://sciendo.com/article/10.2478/asn-2018-0016>
- [27] **Natural Medicinal Herbs.** *Scorpiurus vermiculatus.* [cité le 26 avril 2025]. Disponible sur: <https://www.naturalmedicinalherbs.net/herbs/s/scorpiurus-vermiculatus.php>

[28] Domínguez Vilches E, Fernández Galiano E. Revisión del género *Scorpiurus* L. I. Parte sistémática. *Lagascalia*. 1974;4(1):61–84. Disponible sur: <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/2544>

[29] Université Paris Descartes. *Embryologie humaine*. [cité le 17 juin 2025]. Disponible sur: <https://embryologie.medecine.parisdescartes.fr/>

[30] Álvarez Bernard D. What are chromosomes and what do they do? *thetdailyECO*. 2023 mai 17 [cité le 17 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.thedailyeco.com/what-are-chromosomes-and-what-do-they-do-213.html>

[31] Gil JM. *Tout sur la botanique : Tout savoir sur les végétaux, la biologie végétale et les insectes*. [cité le 30 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.jean-marc-gil-toutsurlabotanique.fr>

[32] Faculté SNV. *Rapport de travaux pratiques du module Cytogénétique et Polyploidie. Partie 1 : Mitose*. Université Constantine 1; 2024.

Annexes

Préparation des solutions utilisées :

1. La 8-hydroxyquinoléine à 0,002 %

0,03 g de 8-hydroxyquinoléine en poudre sont dissous dans 100 ml d'eau distillée, puis agités pendant 4 heures à 16 °C.

2. Le fixateur 3V/1V (éthanol/acide acétique)

Le fixateur utilisé est composé de 3 volumes d'éthanol pour 1 volume d'acide acétique.

3. Le colorant acéto-orceïne – Préparation de la solution à 1 %

- 1 g d'orceïne (en poudre)
- 45 mL d'eau distillée
- 55 mL d'acide acétique glacial

Année universitaire : 2024-2025	Présenté par : Hacini Meroua Yasmine Kisma Meriem Malak
<p style="text-align: center;">Intitulé : Etablissement du caryotype de deux espèces <i>Genista cinerea</i> Vill. et <i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.</p>	
<p style="text-align: center;">Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie végétale</p>	
<p>Résumé</p> <p>Le présent travail porte sur l'étude caryologique des chromosomes de deux espèces appartenant à la famille des Fabaceae : <i>Genista cinerea</i> et <i>Scorpiurus vermiculatus</i>. En utilisant la technique de coloration classique de Feulgen, nous avons pu établir la formule chromosomique respective de chaque espèce. Le caryotype de <i>Genista cinerea</i> est composé de 24 paires de chromosomes soit $2n = 48$ avec tous de type métacentrique , submétacentrique ou subtélocentrique . Quant à <i>Scorpiurus vermiculatus</i>, son caryotype comprend 7 paires de chromosomes ($2n = 2x = 14$), également dépourvu de chromosomes acrocentriques. L'indice d'asymétrie somatique (IAS) calculé est de 66,30 % pour <i>Genista</i> et de 61,5 % pour <i>Scorpiurus</i>, ce qui indique dans les deux cas un caryotype moyennement asymétrique, structuré et relativement stable. Ces résultats confirment l'existence d'une organisation chromosomique conservée chez ces deux espèces, et ouvrent la voie à des recherches futures en cytogénétique évolutive.</p>	
<p>Mots-clés : <i>Genista cinerea</i>, <i>Scorpiurus vermiculatus</i>, Fabaceae, chromosomes, caryotype</p>	
<p>Laboratoires de recherche : laboratoire de Recherche de Génétique Biochimie et biotechnologies végétales). U Constantine 1 Frères Mentouri</p>	
<p>Jury d'évaluation :</p>	
<p>Président: Mme. HAMMOUDA Dounia (Prof - U Constantine 1 Frères Mentouri).</p>	
<p>Encadrant : Mme . BENHIZIA Hayet (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).</p>	
<p>Examinateur: Mme . SAOUDI Mouna (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).</p>	