

N° d'ordre : 36/2012-M/SB

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
**UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI
BOUMEDIENNE**

Faculté des Sciences Biologiques



MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de MAGISTER

EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Spécialité : **Biologie et Physiologie Cellulaire et Moléculaire**

Par

ABDELLI SORAYA

Contribution à l'étude biosystématique du genre <i>Genista</i> L. en Algérie

Soutenue publiquement le 28 Février 2012, devant le jury composé de

Mme RAHMANIA F.	Professeur à l'USTHB	Président
Mme AMIROUCHE N.	Maître de Conférences à l'USTHB	Directeur de Mémoire
Mme KADIK L.	Professeur à l'USTHB	Examineur
Mr. AMIROUCHE R.	Maître de Conférences à l'USTHB	Examineur
Mr. AINOUCHE A.	Maître de Conférences à l'Univ. Rennes I	Examineur

Si tu peux voir détruit l'ouvrage de ta vie
Et sans dire un seul mot te mettre à rebâtir,
Ou perdre d'un seul coup le gain de cent parties
 Sans un geste et sans un soupir ;
Si tu peux être amant sans être fou d'amour,
Si tu peux être fort sans cesser d'être tendre
Et, te sentant haï, sans haïr à ton tour,
 Pourtant lutter et te défendre ;

Si tu peux supporter d'entendre tes paroles
Travesties par des gueux pour exciter des sots,
Et d'entendre mentir sur toi leurs bouches folles
 Sans mentir toi-même d'un seul mot ;
Si tu peux rester digne en étant populaire,
Si tu peux rester peuple en conseillant les rois
Et si tu peux aimer tous tes amis en frère
 Sans qu'aucun d'eux ne soit tout pour toi ;

Si tu sais méditer, observer et connaître
Sans jamais devenir sceptique ou destructeur ;
Rêver, mais sans laisser ton rêve être ton maître,
 Penser, sans n'être qu'un penseur ;
Si tu peux être dur sans jamais être en rage,
Si tu peux être brave et jamais imprudent,
Si tu sais être bon, si tu sais être sage
 Sans être moral ni pédant ;

Si tu peux rencontrer Triomphe après Défaite
Et recevoir ces deux menteurs d'un même front,
Si tu peux conserver ton courage et ta tête
 Quand tous les autres les perdront,
Alors les Rois, les Dieux, la Chance et la Victoire
Seront à tout jamais tes esclaves soumis
Et, ce qui est mieux que les Rois et la Gloire,
 Tu seras un homme, mon fils.

Rudyard Kipling (1865-1936)

Avant Propos

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes, Equipe Biosystématique, Génétique et Evolution (LBPO, USTHB) sous la Direction de Mme AMIROUCHE Nabila, Maître de Conférences.

Je tiens d'abord à remercier ma directrice de thèse, Mme AMIROUCHE N., pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire et permis de faire ce travail dans un environnement stimulant en mettant à ma disposition tous les moyens techniques et matériels, ainsi que ces compétences scientifiques. Je la remercie également pour ses conseils et sa patience.

Mme RAHMANIA F., Professeur à l'USTHB, je suis très sensible à l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury.

Je tiens à exprimer mon sincère respect et ma gratitude à Mr AMIROUCHE R., Maître de Conférences à l'USTHB, pour sa compréhension, et l'intérêt qu'il a porté à la progression de ce travail. Je le remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Je le remercie également pour toutes les photos de ce mémoire dont il est l'auteur.

J'adresse aussi mes remerciements à Mr AINOUCHE A., Professeur à l'université de Rennes I, d'avoir pris de son temps pour examiner ce travail. Son expérience et ses compétences nous sont profitables.

Je remercie également Mme KADIK L., Professeur à l'USTHB, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Ma gratitude et ma sympathie vont aussi aux chercheurs de l'Equipe d'écogénétique de l'USTHB, Mmes HAMOUCHE Y., BANDO H., HADJ ARAB H. ainsi que Mrs TRABSI S. et HANIFI N.

Ma reconnaissance va également à Mlle CHAREF S. notre ingénieure de laboratoire pour son aide technique.

Je ne saurais oublier mes amis, particulièrement AISSAT A. et KHEDIM T. pour les innombrables moments forts que nous avons vécus ensemble, au soutien et aux encouragements que chacune d'elles a exprimés à mon égard. Mes vifs remerciements vont aussi à tous ceux avec qui j'ai partagé des moments, des relations humaines au sein du laboratoire.

A mes parents, qui m'ont toujours soutenu et ont cru en moi. Je voudrais dire que c'est leur amour, leur confiance et leur soutien qui m'ont permis d'arriver jusqu'ici. Une forte pensée pour mon frère Yanis et ma sœur Sihem qui ont du supporté tous mes sauts d'humeur.

A toutes les personnes qui m'ont aidé, qu'elles trouvent ici ma profonde reconnaissance.

SOMMAIRE

Avant-propos

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	7
---------------------	---

Généralités

1. Aperçu historique des classifications	12
2. Répartition et origine	18
2.1. Répartition	18
2.2. Origine	19
3. Aperçu historique de l'approche phylogénétique	19
4. Approche chimiotaxonomique	23
5. Mécanismes à l'origine de la diversité	24
6. Biologie de la reproduction	25

Matériel et Méthodes

1. Matériel	28
2. Méthodes	29
2.1. Traitement taxonomique	29
2.2. Etude morphologique	30
2.3. Etude caryologique	35

RESULTATS

I. Taxonomie	39
1. Caractéristiques des différents taxons	39

II. Etude de la variabilité morphologique	52
1. Variabilité phénotypique et relations interspécifiques	52
1.1. Analyse globale des populations	52
1.2. Analyse discriminante et analyse canonique	56
1.3. Amplitude de la variabilité des caractères	58
1.4. Relation avec les facteurs bioclimatiques	60
2. Variabilité intraspécifique de <i>Genista tricuspidata</i>	61
2.1. Analyse en Composantes Principales	61
2.2. Digrammes de dispersion symbolique (Métroglyphes)	63

III. Caractéristique caryologique	65
--	----

Discussion	67
-------------------	----

Conclusions générales	72
------------------------------	----

Références bibliographiques	75
------------------------------------	----

Annexes

Liste des figures

- Figure 1.** Carte de répartition de la famille Fabaceae (Heywood, 1996 *in* Cavin, 2007)
- Figure 2.** Schéma montrant les tribus genistoïdes organisé par Polhill (1981, *in* Crisp et al., 2000)
- Figure 3.** Résumé des relations phylogénétiques chez les Leguminosae basées sur les récentes analyses moléculaires du gène *rbcL* (Doyle et Luckow, 2003)
- Figure 4.** Classification infragénérique du genre *Genista* selon Gibbs (1966)
- Figure 5.** Classification infragénérique du genre *Genista* selon Talavera et al., 1999
- Figure 6.** Les trois lignées de diversification du genre *Genista* (Pardo et al., 2004)
- Figure 7.** Localisation bioclimatiques des stations de récolte (limites bioclimatiques d'après Stewart, 1974)
- Figure 8.** Localisation des caractères mesurés sur la plante
- Figure 9.** *Genista erioclada* Spach
- Figure 10.** *Genista hirsuta* Vahl.
- Figure 11.** *Genista ulicina* Spach
- Figure 12.** *Genista tricuspidata* Desf.
- Figure 13.** *Genista cephalantha* Spach
- Figure 14-15.** Illustration des différentes espèces du genre *Genista* L.
- Figure 16.** Analyse en Composantes Principales
a-Projection des 21 caractères sur le plan 1-2 de l'A.C.P, b-Projection des 102 individus
- Figure 17.** Caractérisation morphologique des différentes espèces étudiées du genre *Genista*
- Figure 18.** Analyse canonique discriminante des populations de *Genista*
- Figure 19.** Intervalles de confiance des caractères quantitatifs de l'appareil végétatif des différentes populations du genre *Genista*
- Figure 20.** Intervalles de confiance des caractères quantitatifs de l'appareil reproducteur des différentes populations du genre *Genista*
- Figure 21.** Analyse en Composantes Principales basée sur les valeurs moyennes des populations et les paramètres du bioclimat
a-Projection des variables morphologiques et bioclimatiques, b-Projection des 14 populations
- Figure 22.** Analyse en Composante Principale du genre *G.tricuspidata*
a-Projection des 21 caractères sur le plan 1-2 de l'A.C.P, b-Projection des 64 individus représentant 8 populations
- Figure 23.** Diagrammes de dispersion symbolique
- Figure 24.** Plaques métaphasiques des mitoses somatiques de *Genista tricuspidata*
a-population de Chréa 1, b-population d'Azazga

Liste des tableaux

- Tableau 1.** Classification intragénérique selon Hutchinson (1964, *in* Gibbs, 1966)
- Tableau 2.** Classification infragénérique selon Bisby (1981)
- Tableau 3.** Paramètres bioclimatiques des différentes stations de récolte
- Tableau 4.** Liste des caractères utilisés pour l'étude morphologique
- Tableau 5.** Valeurs des contributions des caractères
- Tableau 6.** Synthèse de l'analyse discriminante des populations de *Genista*
- Tableau 7.** Récapitulatif des différentes étapes des quatre protocoles testés

Introduction

La systématique a subi des mutations profondes conceptuelles et méthodologiques qui permettent une meilleure connaissance des relations phylogénétiques et évolutives des organismes vivants dans leur milieu naturel. L'avènement d'outils modernes de systématique moléculaire (polymorphisme de l'ADN, séquences de gènes, hybridation in situ...) a permis de révolutionner le système de classification des plantes (Daly et al., 2001). Cette discipline est aujourd'hui incontournable dans les études d'évaluation et de conservation de la biodiversité.

En Algérie, les travaux de mise à jour systématique sont rares alors que notre pays, en raison de sa situation particulière en région méditerranéenne, offre des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification des plantes en relation avec leur environnement (Amirouche et Misset, 2009).

Le présent travail s'inscrit dans cette optique. Il se présente comme une approche préliminaire d'inventaire, de mise à jour taxonomique et nomenclaturale et d'analyse de la diversité des populations naturelles dans le genre *Genista* (Genisteae, Fabaceae) d'Algérie.

La famille des Fabaceae (Leguminosea) est la troisième plus grande famille des plantes à fleurs. Elle est subdivisée en trois sous-familles : Ceasalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae (Faboideae) ; cette dernière sous-famille comprend plus de 12615 espèces (Judd et al., 2002).

Du fait de son importance économique, écologique et médicinale, cette famille bénéficie d'une attention particulière dans les programmes de recherche en sélection et en amélioration végétale. En effet, de nombreuses espèces constituent une ressource alimentaire importante (*Phaseolus*, *Pisum*, *Cicer arietinum*, *Lens culinaris*, *Vicia faba*) ; de fourrage (*Medicago*, *Trifolium*, *Hedysarum*) ; d'huile (*Arachis hypogaea*, *Glycine max*) ; de bois (*Dalbergia*, *Robinia pseudoacacia*). Les espèces de la famille des Fabaceae sont fortement diversifiées allant de grands arbres aux herbes annuelles et sont représentées à travers toutes les régions du monde notamment tropicales et tempérées (Wojciechowski et al., 2004). Les espèces de la sous-famille des Papilionoideae constituent souvent une composante importante des formations végétales d'écosystèmes forestiers tropicaux, de déserts, de toundras et de montagnes (Wojciechowski, 2003). De plus, la plupart des légumineuses (Papilionoideae, Mimosoideae) sont capables de fixer et de convertir l'azote atmosphérique grâce à une symbiose avec une bactérie du genre *Rhizobium*.

La classification phylogénétique de la famille des Fabaceae, au niveau des tribus et des genres, a fait l'objet de nombreuses études récentes (Käss et Wink, 1995 ; 1996 ; 1997 ; Cubas et al., 1998 ; Crisp et al., 2000 ; Pardo et al., 2004 ; 2008 ; Cusma Velari et al., 2009). Cependant, de nombreuses questions systématiques et évolutives restent posées au niveau spécifique et infraspécifique dans certaines tribus. C'est le cas de la tribu des Genisteae remarquable par d'intenses différenciations morphologiques, caryologiques et biogéographiques (Verlaque, 1992). La délimitation des taxons et l'élucidation de leur relations phylogénétiques au niveau intra-générique reste complexe et est encore sujet à débat, comme illustré à travers de nombreuses études sur le genre *Genista* (Cubas et al., 1998 ; Pardo et al., 2004).

Les premiers travaux sur le genre *Genista* sont dus à Spach (1844-1845, in Gibbs, 1966) qui a défini les subdivisions en six sous-genres. Plus tard, Gibbs (1966) établit une nouvelle classification fondée sur trois sous-genres *Genista*, *Phyllobotrys* et *Spartocarpus*. Plus récemment, Talavera et al., (1999) ne subdivisent le genre *Genista* qu'en deux sous-genres seulement *Genista* et *Voglera*.

Les genêts « ouzou » sont des arbrisseaux épineux ou non à répartition centrée en Méditerranée mais également représentés en Europe occidentale et centrale et s'étendant au sud-est de la Russie, à la Turquie, la Syrie et l'Afrique du nord (Aïnouche et al., 2003).

En Afrique du nord, le genre *Genista* est représenté par 25 espèces dont 12 taxons sont endémiques (Maire, 1987 ; Quézel et Santa, 1962).

En raison de leur vaste aire de distribution géographique, les données sur certains taxons sont encore très limitées et fragmentaires (Cubas et al., 1998).

Par exemple, les recherches cytotaxonomiques et cytogénétiques restent très éparses et délicates en raison de la variation du nombre chromosomique, l'aneuploïdie, la polyploïdie et à la taille petite des chromosomes (Verlaque, 1992 ; Cubas et al., 1998). En fait, plusieurs nombres ont été signalés chez le genre *Genista* : $2n = 18, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 72, 80, 96$ (Sañudo, 1953 in Bisby, 1981).

En plus des caractères morphologiques et phylogénétiques, les caractères chimiotaxonomiques ont une valeur reconnue (Ferrari, 2002). Plusieurs métabolites secondaires (alcaloïdes, flavonoïdes, terpènes, glycosides, cyanogéniques...) ont permis de décrire la diversité chez les Fabaceae. Certains d'entre eux ont été associés à des groupes systématiques particuliers. Par exemple, la distribution des alcaloïdes est restreinte aux Genistoïdes *sensu lato* (Wink et Mohamed, 2003).

Ce travail d'inventaire et d'analyse de la variabilité des populations du genre *Genista* en Algérie repose sur des analyses morphologiques et cytologiques afin d'appréhender la variation intra et interspécifique.

Après des généralités portant sur la classification et la phylogénie de la famille des Fabaceae et du genre *Genista*, et après avoir décrit le matériel puis exposé les méthodes d'étude, nous présentons les résultats en deux parties :

La première partie de ce travail est consacrée au statut taxonomique des espèces étudiées. L'identification des échantillons récoltés est réalisée à partir des flores en usage et à partir de banques de données spécialisées.

La seconde partie portera sur la variabilité morphologique reposant sur des analyses numériques univariées et multivariées. Nous tenterons d'établir les caractères diagnostiques discriminants pour identifier les taxons d'Algérie. Des dénombrements caryologiques seront effectués sur certaines espèces.

Généralités

Les Fabaceae (Leguminosae) avec approximativement 720 genres et 18000 espèces à travers le monde est la troisième plus grande famille des plantes à fleurs après les Orchidaceae et les Asteraceae (Doyle et Luckow, 2003). Bien que plus grande en terme de diversité des formes et du nombre d'habitat qu'elle colonise, cette famille est la deuxième par rapport aux Poaceae pour son importance agricole et économique (Wojciechowski, 2003).

Les espèces appartenant aux Fabaceae ont une distribution cosmopolite dans les zones tropicales, subtropicales et tempérées (Figure 1). Les Fabaceae font parti des « Fabids » selon APG III (2009).

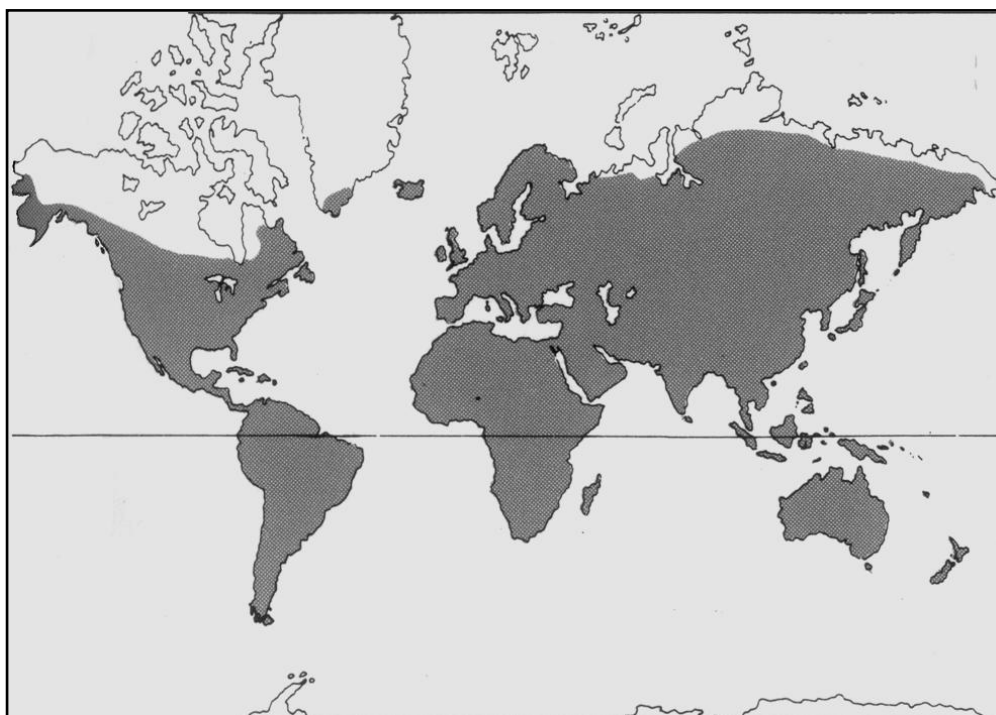


Figure 1. Carte de répartition de la famille Fabaceae (Heywood, 1996 *in* Cavin, 2007)

1. Aperçu historique des classifications

Les légumineuses (Fabaceae) ont été divisées sur la base de leur structure florale en trois sous-familles : Caesalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae. (Käss et Wink, 1997; Doyle et Luckow, 2003). Certains auteurs les considèrent comme trois familles distinctes : Caesalpiniaceae, Mimosaceae et Fabaceae (Doyle et Luckow, 2003).

La position taxonomique des Caesalpinioideae et des Mimosoideae a fait l'objet de débat afin de savoir qui de ces deux groupes est basal. Certains, proposent les Caesalpinioideae à partir

d'études de fossiles et sur leurs morphologies diversifiées, alors que d'autres proposent les Mimosoideae en se basant sur leurs fleurs régulières. Le caractère « fleur » a été considéré comme plésiomorphe (Käss et Wink, 1996). C'est donc un caractère basal ou primitif.

Les Papilionoideae, la plus grande et la plus diversifiée des trois sous-familles (Käss et Wink, 1997) comprend environ 483 genres et 12000 espèces. Elle se distingue aisément des trois autres sous-familles par des caractères végétatifs, floraux et de fructification, ainsi que par le développement floral. Il s'agit de la prédominance de parenchyme axial paratrachéal au niveau du bois, l'absence de feuilles bipennées, l'initiation unidirectionnelle des sépales, pétales, étamines, et le tégument particulier des graines. Ces caractères sont considérés comme synapomorphies, c'est-à-dire qu'ils sont partagés par plusieurs taxons de cette sous-famille et peuvent définir un groupe monophylétique (Wojciechowski, 2004). Ces nombreuses distinctions ont parfois entraîné certains auteurs à élever les Papilionoideae au rang de famille.

Les principales tribus des Papilionoideae sont les Swartzieae, Sophoreae, Dalbergieae, Amorphaeae, Thephrosieae, Robinieae, Indigofereae, Phaseoleae, Desmodieae, Psoraleae, Loteae, Galegeae, Trifolieae, Podalyrieae, Liparieae, Bossieae, Crotalarieae, Thermopsidaeae, et Genisteae (Polhill, 1994). Nous nous intéresserons particulièrement à la tribu des Genisteae.

La tribu des Genisteae

Les Genisteae (Adans.) Benth. s.s. comme défini par Polhill et réarrangé par Bisby (1981), représente une tribu diversifiée de 20 genres et 450 espèces environ. Les Genisteae sont pour la plupart des arbustes qui sont distribués en Europe et en Afrique du nord. La région méditerranéenne est considérée comme leur premier centre de diversification (Polhill, 1981 ; Aïnouche et al., 2003).

La tribu des Genisteae (avec d'autres tribus) occupe une position basale dans les Papilionoïdes. L'ensemble des tribus soulignées au niveau de la figure 2 forment un groupe nommé « genistoides », il s'agit des Crotalarieae, Podalyrieae, Liparieae, Hypocalypteae, Thermopsidaeae, Euchrestaeae, Bossiaeeae, Mirbelieae et Brongniartieae.

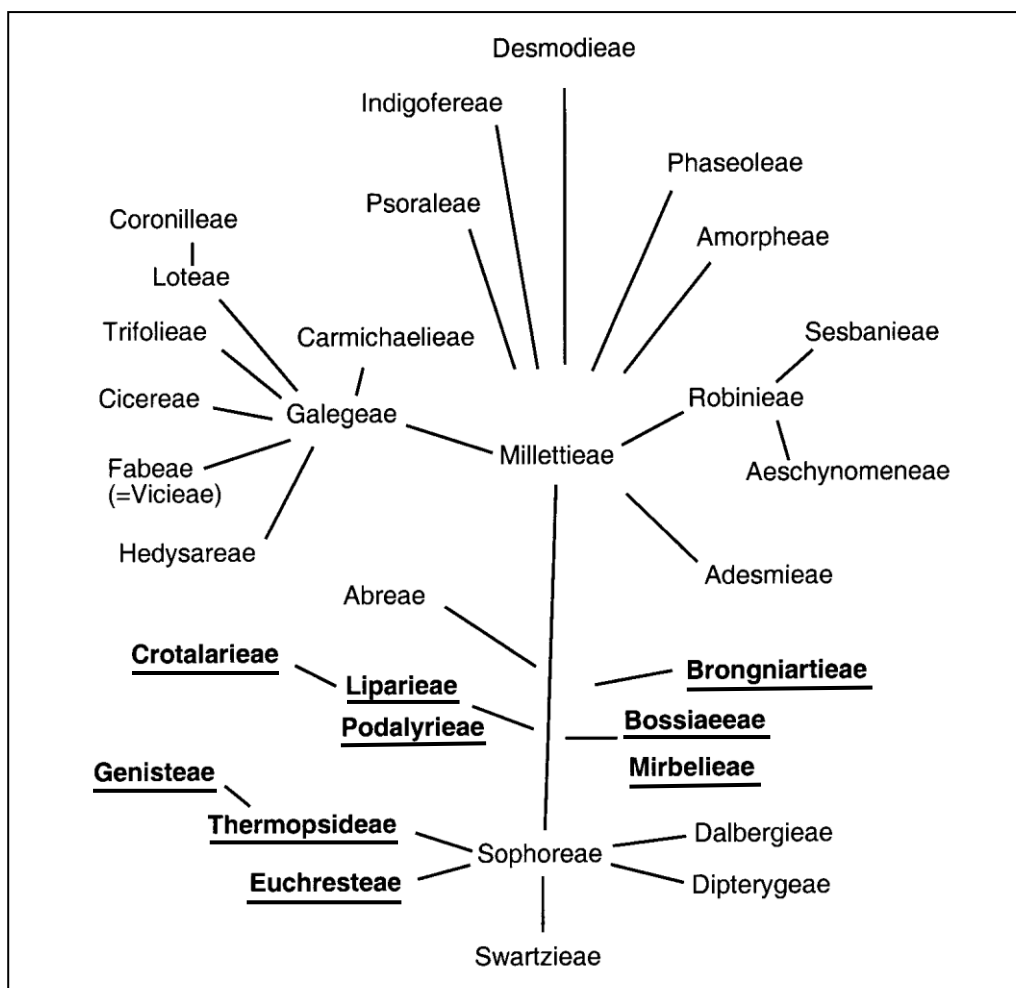


Figure 2. Schéma montrant les tribus genistoïdes organisé par Polhill (1981, *in* Crisp et al., 2000)

Le concept de l'alliance « Genistoid » à d'abord été proposé par Polhill (1981, *in* Van Wyk, 2003), mais il a été légèrement modifié à la suite d'études moléculaires (Doyle et al., 2000 ; Crisp et al., 2000). Tel qu'il est actuellement circonscrit, les vrais genistoids comprennent une partie de la tribu Sophoreae et l'ensemble des tribus Euchrestiae, Podalyrieae, Crotalariae, Thermopsidae, Genisteae et Brongniartieae.

Beaucoup de progrès ont été accomplis dans la taxonomie de la tribu des Genisteae, mais les relations inter et infragénériques sont confuses. C'est le cas notamment du genre *Genista*. La délimitation du groupe est encore très controversée. Différentes hypothèses ont été développées au fil du temps sur la détermination du groupe et de nombreux changements ont été proposés tant au niveau des espèces qu'au niveau des sections.

- Classification intergénérique

Bentham et Hooker (*Genera Plantarum* 1862, in Gibbs, 1966) ont placé *Genista* dans la tribu des Genisteae, sous-tribu Spartieae, avec les genres *Lupinus*, *Argyrolobium*, *Adenocarpus*, *Laburnum*, *Calycotome*, *Petteria*, *Genista*, *Spartium* et *Erinacea*. Par contre, le genre *Cytisus* a été placé dans une sous-tribu voisine, les Cytiseae, avec *Ulex*, *Hypocalyptus* et *Loddigesia*.

Rothmaler (1944, in Gibbs, 1956) a uni les deux sous-tribus (Spartieae et les Cytiseae) en une seule « Cytisinae », et a exclu les genres *Hypocalyptus*, *Loddigesia*, *Lupinus* et *Argyrolobium* de ce nouveau groupement. Au contraire, Hutchinson (1964, in Gibbs, 1966) a élevé ces deux sous-tribus au rang de tribu, les Cytiseae et les Genisteae, de même que pour les genres *Laburnum* et *Lupinus* (Laburneae et Lupineae). Ainsi *Genista* sensu Hutchinson faisait partie de la tribu des Genisteae (Tableau 1).

Tableau 1. Classification intergénérique selon Hutchinson (1964, in Gibbs, 1966)			
Cytiseae	Genisteae	Laburneae	Lupineae
<i>Cytisus</i>	<i>Genista</i>	<i>Laburnum</i>	<i>Lupinus</i>
<i>Ulex</i>	<i>Spartium</i>	<i>Podocytisus</i>	<i>Argyrolobium</i>
<i>Hypocalyptus</i>	<i>Petteria</i>	<i>Hesperolaburnum</i>	
<i>Loddigesia</i>	<i>Erinacea</i>	<i>Calycotome</i>	
<i>Echinopartum</i>		<i>Adenocarpus</i>	
<i>Nepa</i>			
<i>Stauracanthus</i>			

- Classification infragénérique

Bisby (1981) a divisé les Genisteae en deux sous-tribus : Lupininae et Genistinae. Le genre *Genista* appartient à cette dernière sous-tribu (Tableau 2).

Tableau 2. Classification infragénérique selon Bisby (1981)			
Subtrib Lupininae	Subtrib Genistinae		
	Cytisus group	Genista group	Outliers
<i>Lupinus</i>	<i>Laburnum</i>	<i>Retama</i>	<i>Calicotome</i>
<i>Argyrolobium</i>	<i>Hesperolaburnum</i>	<i>Genista</i>	<i>Erinacea</i>
<i>Adenocarpus</i>	<i>Podocytisus</i>	<i>Echinopartum</i>	<i>Spartium</i>
	<i>Cytisophyllum</i>	<i>Stauracanthus</i>	<i>Gonocytisus</i>
	<i>Petteria</i>	<i>Ulex</i>	
	<i>Argyrocytisus</i>		
	<i>Chamaecytisus</i>		
	<i>Cytisus</i>		

Les sous-genres et les sections ont été établis en premier par Spach (1844-1845, *in* Gibbs, 1966). Spach, réorganise ainsi le genre *Genista* en six sous-genres et 14 sections. Gibbs (1966) faisant des modifications sur la classification de Spach, traite les sections *Echinospartum*, *Genistella* (unie à la section *Pterospartum*) et la section *Teline* comme des genres séparés et se retrouve ainsi avec trois sous-genres (*Genista*, *Spartocarpus*, et *Phyllobotrys*) et 10 sections (Figure 3) :

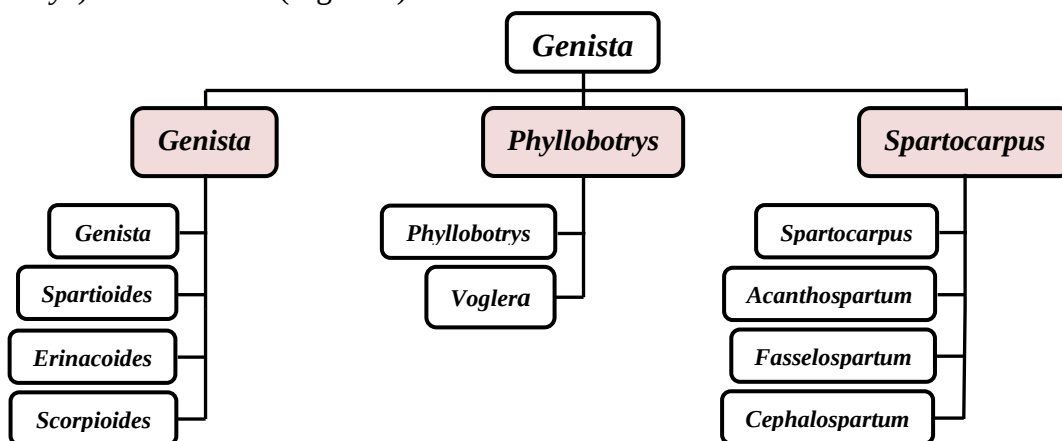


Figure 3. Classification infragénérique du genre *Genista* selon Gibbs (1966)

D'autres auteurs ont fusionné les 3 premiers sous-genres réorganisant ainsi 2 sous-genres (Figure 4) : *Genista* et *Voglera* (Talavera et al., 1999).

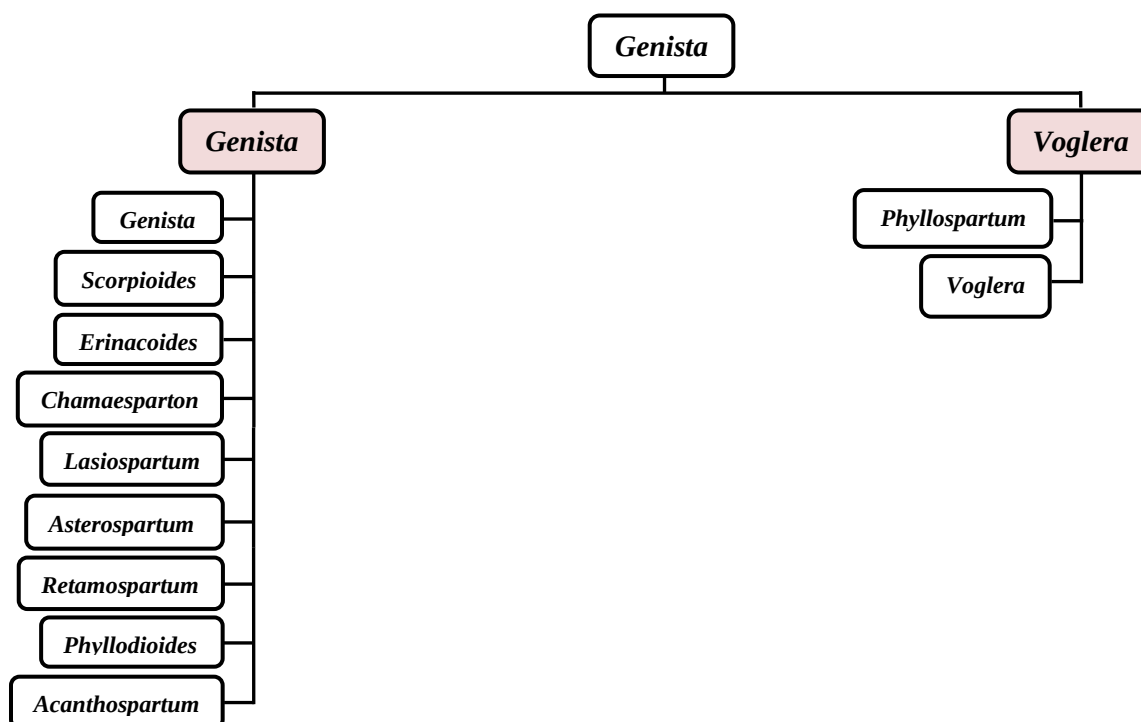


Figure 4. Classification infragénérique du genre *Genista* selon Talavera et al., 1999

Le genre *Genista* à travers les flores

La consultation des différentes flores disponibles, nous ont montrés que le genre *Genista* est bien représenté en méditerranée. Flora Europea (Frodin et Heywood, 1968) décrit 56 espèces, la Flore Ibérique (Talavera et al., 1999) cite 39 espèces.

Maire (1987) a recensé 25 espèces qui se distribuent entre trois sous-genres et dix sections avec 12 qui sont endémiques de la région méditerranéenne:

G. numidica Spach.
G. spinulosa Pomel
G. vepres Pomel (= *G. kabylica* Coss)
G. erioclada
G. ulicina Spach.
G. tricuspidata Desf
G. cephalantha Spach.
G. microcephala Coss. et Dur.
G. ferox Poiret
G. nociva
G. saharae Coss. et Dur.
G. quadriflora Munby

Dans la « Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales », Quézel et Santa (1962) notent pour le genre *Genista* 16 espèces dont 11 sont endémiques :

G. cephalantha Spach.
G. quadriflora Munby
G. microcephala Coss. et Dur.
G. saharae Coss. et Dur.
G. numidica Spach.
G. ferox Poiret
G. spinulosa Pomel
G. ulicina Spach.
G. erioclada Spach.
G. vepres Pomel (= *G. kabylica* Coss)
G. tricuspidata Desf

Les 11 espèces endémiques mentionnées par Quézel et Santa (1962) sont soit des endémiques Nord Africaines (*G. cephalantha*, *G. quadriflora*, *G. microcephala*, *G. ferox*, *G. tricuspidata*), soit endémiques Sahariennes (*G. saharae*), soit des endémiques strictes à l'Algérie du nord (*G. numidica*, *G. spinulosa*, *G. ulicina*, *G. erioclada*, *G. vepres*).

Quézel et Santa (1962) et Maire (1987) indiquent les mêmes espèces avec toutefois quelques changements. Les espèces *G. acanthoclada*, *G. spinulosa*, *G. triacanthos*, *G. hirsuta*, *G. tournefortii*, *G. anglica*, *G. scorpius*, *G. nociva*, *G. florida*, *G. clavata* n'ont pas été mentionnées par Quézel et Santa, par contre Maire n'a pas signalé l'espèce *G. spinulosa*.

2. Répartition et origine

2.1. Répartition

La famille des Leguminosae ou Fabaceae est distribuée dans le monde dans diverses conditions écologiques. C'est une famille d'un grand intérêt écologique puisqu'elle comprend de nombreuses espèces dominantes et structurantes de plusieurs types de végétation; elles sont présentes dans pratiquement tous les écosystèmes terrestres (Masharabu et al., 2010).

De plus, les taxons de la sous-famille des Papilionoideae sont présents et souvent dominants, dans n'importe quel type de végétation terrestre, des forêts tropicales aux déserts et toundras alpines. En Méditerranée occidentale, la tribu des Genisteae a une grande importance écologique non seulement pour la grande diversité des espèces, mais aussi pour la colonisation des forêts dégradées et des zones déboisées (Lopez Gonzalez, 2001 *in* Pardo et al., 2008). Les Genisteae dominent de nombreuses communautés végétales en caractérisant le paysage.

Dans la flore algérienne, les Fabaceae sont représentées par environ 360 espèces et sous-espèces, dont 41% rares à très rares et 13% endémiques au sens large (Amirouche et Misset, 2009). Le genre *Genista* particulièrement est représenté par 37% d'espèces endémiques (Quézel et Santa, 1962). Le genre *Genista* est sans doute l'un des plus importants dans la région méditerranéenne sur le plan écologique et biogéographique. Ainsi, les espèces du genre *Genista* se rencontrent dans les milieux ouverts plus ou moins dégradés : forêts clairsemées et clairières, matorrals et maquis peu denses, elles sont représentatives des principaux écosystèmes à savoir les forêts, les matorrals et les steppes (Azzoui et al., 1999). En Algérie, les genêts sont des buissons présentant une architecture particulière, ils occupent des grands espaces dans nos maquis forestiers.

A l'état actuel, on peut dire seulement que plusieurs indices semblent indiquer que nous sommes en présence d'un genre en pleine évolution et au sein duquel toutes les espèces ne sont pas encore totalement différenciées (Azzoui et al., 1999). Le paradigme dominant pour l'évolution d'un tel endémisme en région méditerranéenne s'appuie sur le rôle important de l'isolement géographique et de la spéciation allopatrique (Thompson et al., 2005).

2.2. Origine

L'étude du pollen et du bois fossile des Caesalpinioideae, a conduit certains auteurs à penser que les Leguminosae ont pris naissance avant la fin du crétacé (Wojciechowski, 2003).

Les premières légumineuses ont apparu à la fin du Paléocène, environ 56 Ma (Herendeen et Wing, 2001). Cependant d'autres données fossiles suggèrent que les trois sous-familles étaient présentes au début de l'éocène et que la diversification a eu lieu en ce moment, autour de 50 à 55 Ma.

Deux théories se heurtent pour expliquer la distribution actuelle des plantes : le pouvoir de dispersion des organismes et la tectonique des plaques. Pour les Fabaceae, leur répartition en Afrique et en Amérique tropicale semble être le résultat de leur présence dans le supercontinent de l'ouest Gondwana avant la séparation des continents. La dispersion transocéanique, le transport des semences via l'eau, le vent ou les animaux semble être une autre explication plausible (Käss et Wink, 1996 ; Pennington, 2006). Différents processus paléoclimatiques et géologiques ont été impliqués dans l'évolution des communautés végétales méditerranéennes, y compris ceux de la tribu Genisteae, c'est à dire l'isolement des microplaques résultant des mouvements tectoniques du tertiaire, la crise de salinité messinienne au miocène-pliocène (Hsü et al., 1977 ; Krijgsman et al., 1999), l'établissement d'un climat de type méditerranéen à la fin du pliocène 3.2 à 2.8 Ma (Suc, 1984), et les changements du niveau des mers associées aux glaciations du pléistocène (Hewitt, 2000).

Pour les plantes de la péninsule ibérique et d'Afrique du nord, un événement important affectant la distribution actuelle de nombreuses plantes a été l'ouverture du détroit de Gibraltar dans le début du pliocène, qui a constitué jusque là une importante barrière de flux de gènes (Loget et Van Den Driessche, 2006). La répartition actuelle des Genisteae a été expliquée en supposant que les cladogénèses au niveau supragénérique ont été achevés avant la fin du Paléogène, alors que la diversification au sein des genres et des sections devrait être due à une évolution tardive, après la crise de l'aridité au cours de la fin du miocène (Cristofolini, 1997).

3. Aperçu historique de l'approche phylogénétique

La systématique des légumineuses a été abordée par plusieurs approches moléculaires. Les études moléculaires faites sur plusieurs espèces particulièrement *Pisum*, *Glycine* et *Medicago*, ont révélé la présence de changements structuraux au niveau du génome chloroplastique, il

s'agit de l'inversion 50 kb (Käss et Wink, 1997). La présence de cette inversion chez toutes les légumineuses suggère que cela caractérise le génome chloroplastique de toute la famille (Doyle et al., 1996). Actuellement, toutes les investigations sur les légumineuses sont basées sur plusieurs séquences du génome chloroplastique tel *rbcL*, *trnL*, *trnF* et *matK* (Wojciechowski et al., 2004). Alors que pour le génome nucléaire, seule les ITS ont été utilisés.

Le gène chloroplastique *rbcL*, le plus utilisé chez les Fabaceae (Figure 5), montre que cette famille est monophylétique, de même que les sous-familles Mimosoideae et Papilionoideae. La sous-famille des Caesalpinioideae, paraphylétique, est considérée comme la plus basale dans la famille des Fabaceae (Käss et Wink, 1996 ; Doyle et al., 2000). Ces résultats ont été confirmés par d'autres études utilisant le gène chloroplastique *matK* (Wojciechowski et al., 2004). Les Papilionoideae, sont composées de quatre grands clades (Dalbergioides, Genistoides, Millettioïdes/Phaseoloides et Hologalegina) mais les relations phylogénétiques chez certains d'entre eux ne sont pas claires et demeurent floues.

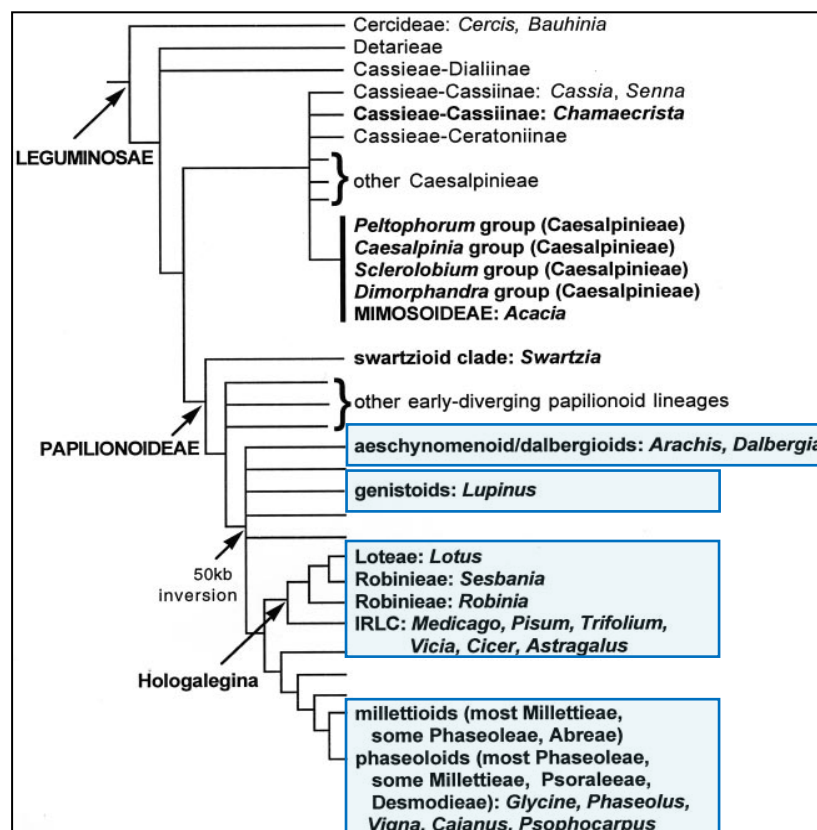


Figure 5. Résumé des relations phylogénétiques chez les Leguminosae basées sur les récentes analyses moléculaires du gène *rbcL* (Doyle et Luckow, 2003).

Pour les Genisteae, les relations phylogénétiques de certains de ses genres ainsi qu'entre les genres appartenant à cette tribu ont été étudiées en se basant essentiellement sur des séquences du génome nucléaire (ITS), et du génome chloroplastique (*rbcL*, *trnL-trnF*). Les régions *trnL-trnF* du gène chloroplastique ne fournissent que peu d'informations au niveau intragénérique, tandis qu'ils ont prouvés leur importance au niveau supérieur chez les Genisteae (Aïnouche et al., 2003).

Plusieurs travaux ont été faits sur cette tribu, citons les travaux de Cubas et al., (2002) sur le groupe *Cytisus*. L'utilisation des ITS et des *trnL-trnF* a pu éclaircir l'appartenance ou non de certains genres à ce groupe, de même que leur statut. En ce qui concerne *Chamaecytisus*, les données moléculaires suggèrent que le niveau de section serait plus approprié que celui de genre. Pour le genre *Ulex*, les analyses phylogénétiques montrent une forte relation entre les genres *Ulex* et *Stauracanthus* suggérant qu'il serait préférable d'inclure *Stauracanthus* dans *Ulex* (Aïnouche et al., 2003).

L'intégration du genre *Lupinus* au sein des Genisteae a souvent été sujette de litige. En utilisant les ITS, Aïnouche et al., (2004) montrent que ce genre forme un groupe monophylétique, distinct appartenant aux Genisteae, il est considéré comme groupe sœur du complexe *Genista-Cytisus*.

En ce qui concerne le genre *Genista*, De Castro et al., (2002), en utilisant les ITS et l'intron *trnL*, ont pu résoudre les problèmes systématiques existants au sein de la section *Spartocarpus*.

L'étude phylogénétique de Pardo et al., (2004), basée sur les régions ITS et l'ADN chloroplastique (*trnL-trnF*), a indiquée l'existence de trois lignées de diversification qui correspondent aux sous-genres de Gibbs (1966). Il s'agit des sous-genres *Phyllobotrys*, *Spartocarpus* et *Genista* (Figure 6). Ces deux dernières lignées englobent non seulement les espèces du genre *Genista* mais aussi des espèces des genres voisins *Echinospartum*, *Teline*, *Retama*, *Chamaespartium*, *Pterospartum*, *Ulex*, *Stauracanthus*.

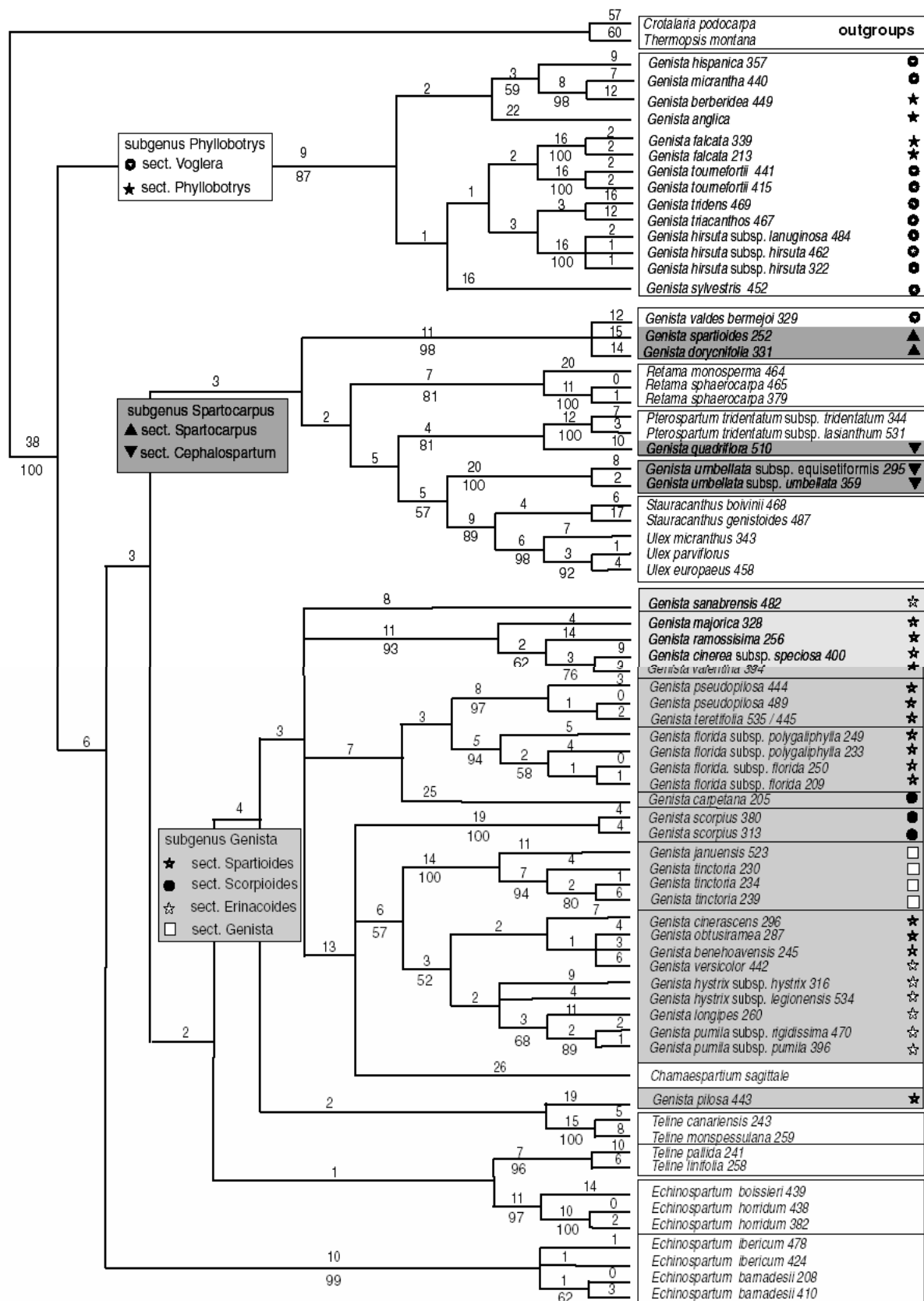


Figure 6. Les trois lignées de diversification du genre *Genista* (Pardo et al., 2004)

4. Approche chimiotaxonomique

Depuis les années 50, les taxonomistes font appel de plus en plus à la chimie moderne pour fournir des données complémentaires à celles apportées par les caractères morphologiques. Il est d'ailleurs intéressant de constater que les systèmes de classification morphologiques sont souvent confirmés par l'étude chimiotaxonomique (Lai Fang et al., 2001).

Plusieurs travaux sont consacrés aux études chimiosystématiques des Fabaceae (Van Wyk, 2003). Plusieurs types d'alcaloïdes, non-protéine amino acide, amines, flavonoïdes, isoflavonoïdes, coumarines, phenylpropanoïdes, anthraquinones, terpènes, glycosides cyanogéniques, inhibiteurs de protéases et lécitines ont été décrits dans la famille des Fabaceae (Wink, 2003). Dans la tribu des Genisteae, les alcaloïdes et les flavonoïdes sont particulièrement étudiés.

Les alcaloïdes quinolizidines sont particulièrement abondants dans les tribus primitives de la sous-famille des Papilionoideae: Genisteae, Crotalariaeae, Podalyrieae/Liparieae, Thermopsidaeae, Enchrestaeae, Brongniartiaeae et Sophoreae (Wink, 2003). Il existe de nombreuses études où les alcaloïdes ont été utilisés pour clarifier la classification précise de certains genres. C'est le cas notamment du genre *Genista*. L'étude effectuée par Greinwald et al., (1992) sur les alcaloïdes du complexe *Genista cinerea* a démontré qu'il n'existe aucune affinité entre les trois espèces formant ce complexe. Par contre l'étude effectuée par Kirch et al., (1995) sur *G. lobelii* et *G. salzmannii* a démontré que ce sont deux espèces identiques.

Les flavonoïdes se sont révélés être déterminants dans la taxonomie des plantes au cours de ces 30 dernières années. Cela est particulièrement vrai pour les genistoides (Van Wyk, 2003). Les iso-flavonoïdes sont restreints à la sous-famille des Papilionoideae, excepté pour quelques tribus et genres. De nombreuses espèces du genre *Genista* contiennent des isoflavones (*Genista sessilifolia* DC., *Genista tinctoria* L.,...), cependant leur étude s'est limitée à leurs propriétés médicinales (Rigano et al., 2009).

5. Mécanismes à l'origine de la diversité

- **La polyploïdie**

La polyploïdie est une importante force évolutive, c'est le plus important processus cytogénétique affectant l'évolution des plantes (Stebbins, 1971 ; Soltis et Soltis, 1999). Des estimations indiquent que 95% des Ptéridophytes sont des polyploïdes, de même que 70% des Angiospermes. On distingue deux types principaux de polyploïdes : (i) les allopolyploïdes dont les parents appartiennent à des espèces différentes. Ils sont issus d'hybridations interspécifiques suivies de dédoublement ; (ii) les autopolyploïdes qui ont découlé de parents issus de la même espèce (co-spécifiques).

Les polyploïdes ont généralement un avantage évolutif par rapport à leurs parents diploïdes, ils ont une meilleure capacité de colonisation, un taux d'autofécondation élevé et une augmentation de l'hétérozygotie. Ainsi, ils sont considérés comme étant des espèces très communes, avec une force adaptative considérable (Soltis et Soltis, 2000 ; Soltis et Soltis, 2009).

La tribu des Genisteae est cytogénétiquement complexe, car elle présente des nombres chromosomiques élevés et de petites tailles (0,68-5,0 μ) (Sanudo, 1979 *in* Bisby, 1981). Les nombres $2n = 24, 48, 96$ dominent dans la tribu des Genisteae (Bisby, 1981). Le nombre de base $x = 12$ est le plus fréquent chez les Genisteae sauf pour quelques genres qui présentent les nombres de base 8, 9, 11 et 13.

Plusieurs nombres ont été signalés chez le genre *Genista* ($2n = 18, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 72, 80, 96$) (Sanudo, 1953 *in* Bisby, 1980). De nombreux dénombrements chromosomiques ont été effectués sur plusieurs espèces appartenant au genre *Genista* en Péninsule Ibérique (Cubas et al., 1998) et en Turquie (Martin et al., 2009). Sur les espèces de la Péninsule Ibérique, des nombres variables de 24, 36, 40, 48 et 64 ont été mentionnés. Les nombres chromosomiques des espèces turques sont $2n = 18, 36, 46, 48, 52, 72$ et 144. Le genre *Genista* constituerait un complexe polyploïde dominé par le cytotype tétraploïde $4x$ ($2n = 4x = 48$ avec $x = 12$), où les polyploïdes à $6x$ et à $8x$ seraient moins fréquents. Une étude sur les taxons du genre *Genista* appartenant à la section *Spartioides* de la péninsule des Balkans montre deux nombres de base $s\ x = 9$ et $x = 12$, le nombre de base $x = 12$ peut être interprété comme dérivant de $x = 9$ par aneuploïdie (Cusma Velari et al., 1999).

L'hétérogénéité du genre *Genista* est due à la polyploïdie, la dysploïdie et à l'aneuploïdie (Verlaque, 1992).

- **La taille des génomes**

Depuis plus de cinquante ans, la taille des génomes est estimée grâce à « la valeur C » qui représente la quantité d'ADN nucléaire présente dans le noyau (Greilhuber, 2005). Chez les angiospermes, la magnitude observée est d'au moins 2000 entre les plus petits et les plus grands génomes (Bennett et al., 2000). Le génome nucléaire des légumineuses varie fortement en taille, de 370 Mbp chez *Niger lablab* à l'énorme génome de *Vicia faba* à plus de 13000 Mbp. (Young et al., 2003).

Différents mécanismes sont impliqués dans la variation de la taille des génomes comme la polyploïdie et les éléments transposables. Les rétrotransposons jouent un rôle majeur dans le maintien de la plasticité du génome des plantes (Kumar et Hirochika, 2001). Plusieurs études ont montré que la variation de la taille du génome peut être corrélée à d'autres facteurs comme la taille des cellules, le taux de croissance des graines, la température moyenne au cours de l'année, la latitude (Ohri, 1998).

Chez les Genisteeae, la taille du génome du genre *Lupinus* a été particulièrement étudiée. La quantité d'ADN chez le genre *Lupinus* varie de 1 à 2,5 pg (Naganowska et al., 2003). Elle varie aussi entre espèces ayant le même nombre chromosomique. Par exemple, une variation notable de la taille du génome est observée entre les espèces méditerranéennes à $2n = 52$, *Lupinus luteus* (2,42 pg) et *L. micranthus* (1,0 pg), ou encore entre des espèces africaines à $2n = 38$, telles que *L. atlanticus* (1,7 pg), endémique du Sud marocain, et *L. princei* (1,0 pg) endémique du Kenya (Aïnouche et Bayer, 1999 ; Aïnouche et al., 2004). Chez trois espèces du genre *Retama* : *Retama monosperma*, *Retama raetam* et *Retama sphaerocarpa*, ayant un nombre chromosomique $2n = 48$, la taille du génome varie de 1,76 à 1,97 pg. Le genre *Retama* présente des variations intraspécifiques de la taille du génome, corrélées à la répartition géographique des populations (Benmiloud-Mahieddine et al., 2011).

6. Biologie de la reproduction

Chez les Fabaceae, 22,1% des Papilionoideae sont auto-incompatibles. Cette auto-incompatibilité est corrélée avec le type ligneux. Il serait donc raisonnable de s'attendre que la tribu des Genisteeae avec des genres majoritairement ligneux soit auto-incompatibilité (Arroyo, 1981 in Rodríguez-Riaño et al., 2004).

La plupart des représentants ligneux des Genisteeae ont des fleurs jaunes, une corolle papilionacée, un androcée monadelphes avec des anthères dimorphe et une grande production

de pollen, ils sont donc clairement adapté pour une pollinisation entomophile (par les abeilles) (Bisby, 1981).

Une étude réalisée par Rodríguez-Riaño et al., 2004, sur la biologie de la reproduction de deux morphotypes de *Cytisus multiflorus*, l'un à petite fleur et l'autre à grande fleur montre que la visite de l'insecte pollinisateur est indispensable à la formation du fruit et des graines. Ainsi, une pollinisation naturelle de ces deux morphotypes a permis la formation du fruit alors qu'une auto-pollinisation spontanée et une auto-pollinisation manuelle n'a pas permis la production de fruit indiquant une auto-incompatibilité et le besoin de la visite de l'insecte pour que la pollinisation puisse avoir lieu.

Outre le phénomène d'auto-incompatibilité, la fragmentation de l'habitat des espèces qui conduit à des petites populations isolées, altère les interactions plantes-pollinisateurs et diminue leur reproduction (Tsaliki et Diekmann, 2011).

Matériel et Méthodes

1. Matériel

Le matériel végétal étudié a été récolté dans différentes stations écogéographiques. Les récoltes ont été réalisées entre le mois Mars et Juillet de l'année 2008, 2009 et 2010. Plusieurs prospections de terrain ont été faites afin de bien localiser les stations de récolte d'une part, et de ne pas rater le stade floraison de la plante d'une autre part. L'échantillonnage a été fait dans l'Algérie septentrionale entre Bejaia et Kristel. La localisation des stations sur la carte bioclimatique simplifiée de l'Algérie du nord (Figure 7) montre la diversité écogéographique de l'aire d'échantillonnage. Nous avons des stations littorales (Tipaza, Ténès, Kristel), des stations de basse montagne (Tablat, Boghni, Draa El Mizan, Azazga et Adekar) et de haute montagne (Chrèa et Tikjda) (Tableau 3).

Dans chaque station, nous avons prélevé 10 rameaux sur une dizaine d'arbustes (01 rameau par arbuste) éloignés les uns des autres d'une distance de 10 mètres environ. Néanmoins dans certaines stations, moins de 10 rameaux ont été récoltés (4 à 8). Les rameaux prélevés sont au même stade phénologique, c'est-à-dire en pleine floraison. Chaque rameau est équivalent à un individu. Ainsi, 102 individus de différentes espèces du genre *Genista* sont prélevés au niveau de 13 stations différentes. Les individus sont mis en herbier pour être utilisés dans les analyses morphologiques. Des récoltes de boutons floraux et de graines sont également effectuées pour des analyses caryologiques.

Tableau 3. Paramètres bioclimatiques des différentes stations de récolte						
Stations	Alt (m)	Pmm	m°C	M°C	Bioclimat et caractéristiques de la station	
Tipaza (Tombeau)	10	690	5.9	31.7	SH	Au bord de la route
Hadjout (Fedjana)	150	690	8.10	29.5	SH	Maquis au bord de la route
Ténès (le cap)	120	330	4.8	35.0	SH	Forêt de pin d'Alep
Kristel	50	312	9.5	29.1	SA	Forêt de genévrier
Oran	27	381	9.1	28.7	SA	Bord de route
Chrèa 1	500	1005	1.1	30.5	SH	Clairière
Chrèa 2	1250	1230	0.4	22.08	H	Forêt de cèdre
Tablat (2 bassins)	450	616	5.2	32.6	SH	Matorral
Tikjda	1650	1190	0.9	29.0	H	Végétation de rocaille
Azazga	520	1200	5.8	31.9	SH	Sous chêne liège
Boghni	400	652	6.6	33.9	SH	Maquis au bord de la route
Draa El Mizan	450	652	6.6	33.9	SH	Maquis au bord de la route
Adekar	950	750	3.0	30.0	H	Maquis au bord de la route

Pmm : pluviosité moyenne annuelle en mm, **m°C** : température moyenne minimale du mois le plus froid, **M°C** : température moyenne maximale du mois le plus chaud. Les données bioclimatiques sont celles de Seltzer (1948) et de Chaumont et Paquin (1971).

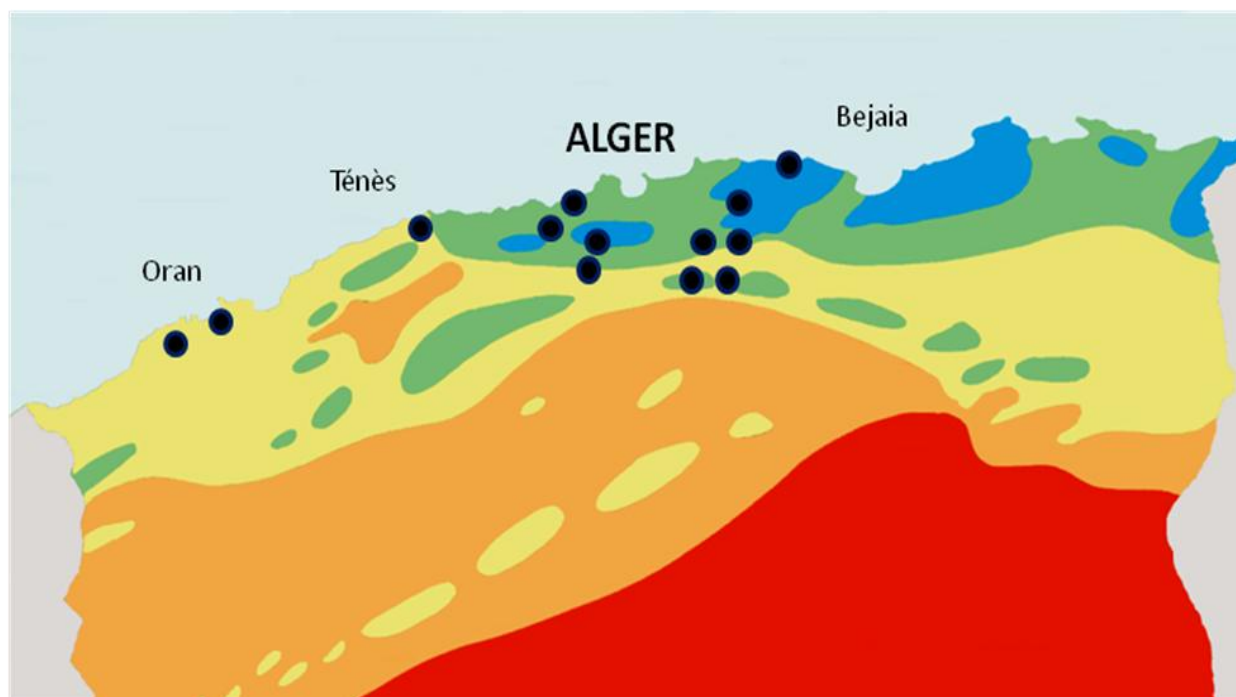


Figure 7. Localisation bioclimatique des stations de récolte
(Limites bioclimatiques d'après Stewart, 1974)

2. Méthodes

La méthodologie adoptée dans notre travail consiste en trois approches : détermination des espèces récoltées, étude morphologique et étude caryologique.

2.1. Traitement taxonomique

Pour la reconnaissance et la détermination des espèces échantillonnées, nous avons consultés plusieurs flores de références (Flore de Quézel et Santa, 1962 ; Flora Europea, 1968 ; Flore de Maire, 1987 ; Flora iberica, 1999 ; Flore de Corse, 2007). Cependant beaucoup d'entre elles comportent des imprécisions et ne donnent pas une description très détaillée à l'exception de la flore de Maire pour laquelle nous avons opté.

Plusieurs bases de données et sites spécialisés du web ont été consultés notamment :

- African Flowering Plants Database et Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord par A. Dobignard
<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjd/africa/>.
- The International Legum Database and Information Service
<http://www.ildis.org/database/>

2.2. Etude morphologique

- **Choix des caractères**

Un caractère peut être défini dans la taxonomie comme tout attribut faisant référence à la forme, la structure, la physiologie... etc dans un but de comparaison, d'identification ou d'interprétation (Heywood, 1976).

Le caractère peut avoir plusieurs natures : morphologiques, anatomiques, cytologiques, écologiques et chimiques. Cependant, dans notre travail, nous nous sommes basés uniquement sur les caractères morphologiques. La variabilité morphologique des différentes espèces du genre *Genista* a été étudiée sur la base de plusieurs caractères diagnostiques de flores et sur des observations personnelles.

Un total de 21 caractères a été choisi dont 13 quantitatifs et 08 qualitatifs, parmi eux des caractères se rapportant à l'appareil végétatif, à l'inflorescence et à l'appareil reproducteur. Tous les caractères ont été symbolisés par une lettre alphabétique. Pour les caractères qualitatifs, nous avons représenté les différents états du caractère par des chiffres allant de 0 à 3. Ces caractères se rapportent dans le tableau 4 et la figure 8.

Les mesures des caractères ont été faites à l'aide de papier millimétré et d'une loupe binoculaire comme suit :

Pour la feuille, nous avons mesuré la longueur du point d'attachement au rameau jusqu'à l'extrémité (A), la largeur de l'extrémité droite à l'extrémité gauche (B), aussi nous avons estimé la quantité de poil qui couvre la surface inférieure ainsi que les extrémités de la feuille (C).

Pour les épines simples, nous avons mesuré la longueur à partir du point d'insertion sur le rameau jusqu'à l'extrémité (D). Concernant l'épine trifurquée, seule la longueur de l'épine médiane était prise en considération.

Pour l'inflorescence, nous avons mesuré la longueur de l'inflorescence de la première fleur située à la base jusqu'à la dernière située au sommet (E). Aussi, nous avons compté le nombre de fleur de chaque inflorescence (F).

Pour la fleur, nous avons mesuré les caractères suivants :
La longueur du pédoncule floral (G) et sa pilosité (H), la longueur de la bractée (I). Nous avons comparé la taille de la bractée avec la taille du tube calicinal (J). Nous avons mesuré la longueur de la première bractéole (K) et nous avons comparé sa taille jusqu'à l'extrémité du

tube calicinal (L). La longueur de la deuxième bractéole (M). Nous avons comparé la taille de la deuxième bractéole jusqu'à l'extrémité du tube calicinal (N). La longueur de la fleur jusqu'à l'extrémité de la carène (O). La longueur du calice jusqu'à l'extrémité de la dent médiane de la lèvre supérieure du calice (P). Nous avons estimé la pilosité du tube calicinal (Q) et comparé la taille de la dent médiane aux deux dents latérales de la lèvre supérieure du calice (R). Nous avons aussi estimé l'ouverture du tube calicinal qui sépare la lèvre supérieure de la lèvre inférieure du calice (S). En dernier, nous avons mesuré la longueur de l'étendard (T) et la longueur de la carène (U).

Tableau 4. Liste des caractères utilisés pour l'étude morphologique

Abréviation	Caractères	
A	Longueur de la feuille	
B	Largeur de la feuille	
C	<i>Pilosité de la face inférieure de la feuille</i>	
	glabre	0
	velue	1
	peu velue	2
	très peu velue	3
D	Longueur des épines	
E	Longueur de l'inflorescence	
F	Nombre de fleur par inflorescence	
G	Longueur du pédoncule floral	
H	<i>Pilosité du pédoncule florale</i>	
	pédoncule floral non poilu	0
	pédoncule floral poilu	1
I	Longueur de la bractée	
J	<i>Taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal</i>	
	bractée plus courte que le tube calicinal	0
	bractée égalant le tube calicinal	1
	bractée dépassant le tube calicinal	2
K	Longueur de la première bractéole	
L	<i>Taille de la première bractéole comparée à la taille du tube calicinal</i>	
	bractéole plus courte que le tube calicinal	0
	bractéole égalant le tube calicinal	1
	bractéole dépassant le tube calicinal	2
M	Longueur de la deuxième bractéole	
N	<i>Taille de la deuxième bractéole comparée à la taille du tube calicinal</i>	
	bractéole plus courte que le tube calicinal	0
	bractéole égalant le tube calicinal	1
	bractéole dépassant le tube calicinal	2
O	Longueur de la fleur	
P	Longueur du calice	
Q	<i>Pilosité du calice</i>	
	absence de poils sur tout le calice	0
	poilu juste au niveau des dents du calice	1
	calice totalement poilu	2
R	<i>Taille des trois dents de la lèvre supérieure du calice</i>	
	dents du calice subégales	0
	la médiane plus longue que les latérales	1
S	<i>Ouverture du calice</i>	
	calice moyennement bilabié	0
	calice fortement bilabié	1
T	Longueur de l'étendard	
U	Longueur de la carène	

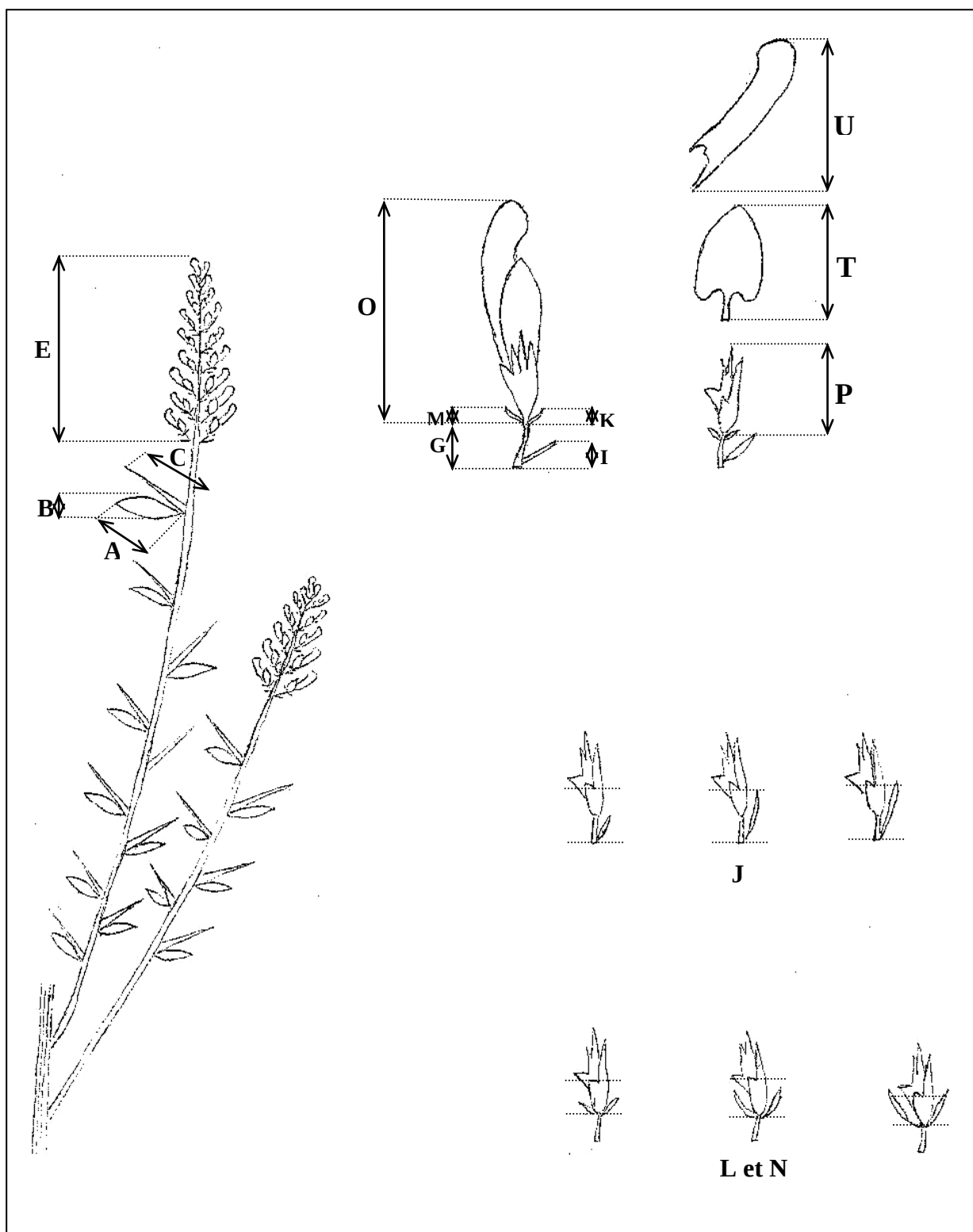


Figure 8. Localisation des caractères mesurés sur la plante

- **Traitement des données**

Différentes méthodes d'analyses sont utilisées dans le traitement des données morphologiques :

Méthodes statistiques univariées

Pour chaque population et pour chaque caractère, nous avons calculé les paramètres statistiques suivants (Lamotte, 1971) :

La moyenne $\bar{X}$ $\bar{X} = \sum x/n$

La moyenne c'est une valeur centrale autour de laquelle se groupe les mesures de la variable.

La variance v $v = \sum (x - \bar{X})^2/n$

L'écart type σ (erreur standard) $\sigma = \sqrt{v}$

La variance et l'écart type indiquent la dispersion des diverses mesures autour de leur moyenne.

Diagrammes de dispersions symboliques (métroglyphes)

Le métroglyphe est un graphique sur lequel les ordonnées et les abscisses indiquent les valeurs de deux caractères numériques qui permettent de situer géométriquement chaque individu dont on complète la description en ajoutant des signes conventionnels représentant divers caractères quantitatifs ou qualitatifs (Bidault, 1971).

Ainsi, sur un plan à deux axes, on représente les valeurs de l'un des caractères sur l'axe des abscisses et les valeurs de l'autre sur l'axe des ordonnées. Le point d'intersection des coordonnées de chaque individu représente sa position. Des caractères qualitatifs peuvent être indiqués sur l'individu en ajoutant des symboles sur le point d'intersection.

Le degré de ressemblance des individus sera traduit par la proximité relative des points représentatifs et la plus ou moins grande similarité des signes conventionnels (Bidault, 1971).

Méthodes de taxonomie numérique

La taxonomie numérique est le groupement par des méthodes numériques d'unités taxonomiques en taxons, sur la base de l'étude de leurs caractères. Le schéma théorique est

simple: les différentes « unités » (individus, populations, etc.) sont observées et évaluées sur des caractères, puis leur ressemblance est calculée par des moyens mathématiques divers, enfin leur situation les unes par rapport aux autres est représentée graphiquement par différents procédés. Chaque individu ou population est considéré comme une unité taxonomique opérationnelle = OTU « *Operationnel Taxonomic Unit* » (Sneath et Sokal, 1973).

Le but de la taxonomie numérique étant de faire intervenir le maximum de caractères distinctifs dans la recherche des similitudes entre unités taxonomiques opérationnelles (Daget et Hureau, 1968).

Les données ont été traitées par différentes analyses numériques : l'Analyse en Composantes Principales (A.C.P), l'Analyse Discriminante (A.D) et l'Analyse Discriminante Canonique (A.D.C).

L'Analyse en Composantes Principales (A.C.P) est une méthode essentiellement descriptive. Elle utilise un tableau de données ou matrice constituée par n individus et p variables quantitatives, et la transforme en graphe appelé nuage de points, qui n'est autre qu'une projection des individus ou des variables sur un plan bidimensionnelle (Philippeau, 1992).

L'Analyse Discriminante consiste à prédire l'appartenance d'un ensemble d'observation (individu) à des groupes prédéfinis. Elle détermine les variables qui différencient le mieux les observations. L'Analyse Discriminante Canonique c'est la représentation des variables sous forme de projection factorielle.

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistica software package version 5.1 (StatSoft Inc. 1984-1997).

2.3. Etude caryologique

Nous avons étudié aussi bien les méioses polliniques que les mitoses racinaires. Pour les méioses polliniques quelques essais ont été réalisés. Pour l'étude des mitoses racinaires, plusieurs protocoles appliqués sur différentes espèces de la famille des Fabaceae ont été

testés, cependant, un seul a été adapté au genre *Genista* et a pu donner quelques résultats avec certaines mises au point.

Protocole 1 : Jahier et al., 1990

Germination

Les graines ont été mises à germer après scarification dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre à l'obscurité et à température ambiante.

Prétraitement

Une fois les graines germées, les racines atteignant entre 0,5-1,5 cm sont disséquées et prétraitées dans une solution d' α bromonaphtalène pendant 2H à température ambiante. L' α bromonaphtalène a pour effet de bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase et de contracter les chromosomes.

Fixation et Conservation

Les racines sont ensuite transférées après rinçage à l'eau distillée dans l'alcool-acétique (3-1) pendant 24 H à 4° C pour la fixation. La conservation se fait dans l'alcool 70%.

Hydrolyse

L'hydrolyse des racines se fait dans l'HCL 1N, au bain marie à 60°C pendant 12 min. Cette hydrolyse acide entraîne la rupture des liaisons glucidiques des bases puriques et la libération de groupements aldéhydes, elle facilite par ailleurs l'écrasement et l'étalement des cellules.

Coloration

Après rinçage à l'eau distillée, les racines sont immergées dans le réactif de Schiff (Annexe I) à l'obscurité durant 3H. La coloration des racines se fait grâce à la fixation de la Fuch sine sur les groupements aldéhydiques libérés.

Montage et observation

Les pointes racinaires sont coupées et placées entre lame et lamelle dans une goutte de carmin acétique. Un squash est réalisé en tapotant avec un bâtonnet sur la lamelle afin de bien étaler les chromosomes. L'observation se fait au microscope photonique. Les meilleures plaques sont photographiées avec un microscope ZEISS doté d'un appareil photo au Gr x 100. Les lames sont conservées au Depex.

Protocole 2 : Cubas et al., 1998

Les mêmes étapes que le protocole 1 ont été adoptées, avec quelques modifications dans le prétraitement et la fixation. Les racines ont été prétraitées dans de l'eau froide pendant 24H à température ambiante, ensuite transférées après rinçage à l'eau distillée dans l'alcool-acétique

(3-1) pendant 24 H à -15°C. Le temps de l'hydrolyse dans l'HCL 1N, au bain marie à 60°C est de 5min.

Protocole 3 : Mercado Ruaro et Delgado Salina, 1998

Une fois les graines germées, les racines atteignant entre 0,5-1,5 cm sont disséquées et prétraitées dans une solution de 8 de l'eau distillée pendant 24H à 0°. Les racines sont ensuite transférées après rinçage à l'eau distillée dans l'éthanol-acide lactique (5-1) pendant 24 H à 4°C pour la fixation. La conservation se fait dans l'alcool 70%. L'hydrolyse des racines se fait dans l'HCL 1N, au bain marie à 60°C pendant 12 min et la coloration dans le réactif de Schiff (Annexe I) à l'obscurité durant 3H. Le montage et l'observation sont réalisés entre lame et lamelle dans une goutte d'orceïne acétique à 3% (Annexe I).

Protocole 4 : Seijo et Fernadez, 2003

Les graines germées, ont subi un prétraitement, une hydrolyse, une coloration avant de pouvoir les observer au microscope. Les racines atteignant entre 0,5-1,5 cm sont prétraitées dans une solution de 8-hydroxyquinoléine 0,002% (Annexe I) pendant 5H à l'obscurité et à température ambiante. La fixation et la conservation ont été réalisées dans l'alcool-acétique (3-1) pendant 24 H à 4°C pour la fixation. La conservation se fait dans l'alcool 70%. L'hydrolyse des racines se fait dans l'HCL 1N, au bain marie à 60°C pendant 12-18 min et la coloration dans le réactif de Schiff (Annexe I) à l'obscurité durant 1-3H. Le montage et l'observation est réalisée entre lame et lamelle dans une goutte d'orceïne acétique à 3% (Annexe I).

Résultats

Pour la reconnaissance et la détermination des espèces échantillonnées, nous nous sommes essentiellement basés sur la flore de Maire (1987) tout en prenant en considération la flore de Quézel et Santa (1962). Plusieurs bases de données et sites spécialisés du web ont été consultés pour les synonymes et pour la répartition géographique de nos espèces :

- African Flowering Plants Database et Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord par A. Dobignard
<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjd/africa/>.
- The International Legum Database and Information Service
<http://www.ildis.org/database/>

Nous avons identifié 5 espèces. Pour certaines, qui présentent des caractéristiques bien tranchées, comme *G. cephalantha*, *G. ulicina* et *G. hirsuta*, les déterminations sont plus au moins aisées. Par contre, pour les deux autres espèces, *G. erioclada* et *G. tricuspidata*, un grand polymorphisme existe, en particulier pour *G. tricuspidata*.

I. Taxonomie

1. Caractéristiques des différents taxons

La description des taxons étudiés suit celle adoptée par la flore de Maire (1987), des observations personnelles ont été rajoutées.

Section Voglera Gartn. Mey. et Scherb.

Genista erioclada Spach

- **Description (Figure 9, Figure 14a, b)**

C'est un arbrisseau très rameaux et très épineux. Les rameaux sont glabres ou presque glabres, côtelés, portant de nombreuses épines axillaires. Les épines sont simples, robustes, glabres, plus longues que les feuilles axillantes. Les feuilles sont toutes unifoliolées, ovales, lancéolées, peuvent être stipulées ou sans stipules, glabres en dessus, lâchement poilues en dessous et sur les marges à poils longs. L'inflorescence est une grappe dense, multiflore avec l'axe de l'inflorescence poilu. Le pédoncule floral est poilu portant à sa base une bractée et au sommet deux bractéoles. La bractée est linéaire, herbacée, ciliée sur les marges égalant ou dépassant le tube du calice. Les bractéoles sont plus petites que la bractée et plus petites que le tube du calice, ciliées sur les marges, insérées à la moitié du pédoncule floral. Le calice est nettement bilabié. Le labiole est divisé jusqu'à la moitié en trois dents, la médiane plus longue que les latérales. Le labre est divisé jusqu'à la moitié en deux dents triangulaires. Le labiole est plus grand que le labre. L'étendard est glabre à onglet large. Les ailes sont légèrement plus courtes ou égalant l'étendard. La carène dépasse fortement les ailes et l'étendard, à onglet fin collé au tube staminal. L'ovaire est poilu. La gousse marron-verdâtre est légèrement poilue.

Dans la flore de Maire et de Quézel et Santa, cette espèce est représentée par deux sous-espèces :

- ssp. *eu-erioclada* Emb. et Maire
- ssp. *atlantica* (Spach) Maire
 - var. *glabrescens* Pomel ex B. et T.
 - var. *glabrior* Maire

Nous avons rencontré cette espèce dans la station littorale de Tipaza (Tombeau) et dans la station de Tablat.

- **Distribution géographique (*):** Algérie, Maroc

- **Synonymes :**

Synonymes homotypiques

- ≡ *G. hirsuta* ssp. *erioclada* (Spach) Raynaud
- ≡ *G. erioclada* Spach ssp. *erioclada*

Synonymes hétérotypiques

- = *G. hirsuta* var. *atlantica* (Spach) Raynaud
- = *G. erioclada* ssp. *atlantica* (Spach) Maire
- = *G. atlantica* Spach
- = *G. erioclada* var. *glabrior* Maire

(*) <http://www.ildis.org/database/>



Figure 9. *Genista erioclada* Spach

a-morphologie générale de la plante, **b**-feuille et épine, **c**-calice, **d**-étendard, **e**-aile, **f**-carène

***Genista hirsuta* Vahl.**

- **Description (Figure 10, Figure 14c, d)**

C'est un arbrisseau très rameux et très épineux. Les rameaux sont très poilus à poils flexueux (ondulés). Les épines sont simples, situées de part et d'autre des rameaux, lâchement poilus à la base pour les épines jeunes, glabres pour les épines adultes ; le sommet des épines est pointu avec une pointe de 2mm de couleur jaune. Les feuilles sont deux à trois fois plus courtes que les épines, elles sont glabres au dessus, lâchement poilues au dessous à poils longs et longuement ciliées sur les marges. L'inflorescence est une grappe terminale courte, densément fleurie. Le pédoncule florifère est presque nul, très poilu, portant à son sommet une bractée et deux bractéoles. La bractée est foliacée dépassant nettement le tube du calice, longuement ciliée sur les marges avec des poils longs. Les bractéoles sont foliacées, plus petites que la bractée, égalant ou dépassant peu le tube du calice, longuement et densément ciliées sur les marges. Le calice est nettement bilabié, longuement et densément cilié sur les marges et sur les dents. Le labiole est divisé jusqu'à la moitié en trois dents, la médiane est nettement plus longue que les latérales. Le labre est divisé jusqu'à la base en deux dents. L'étendard est très poilu extérieurement à onglet large. Les ailes sont légèrement plus petites que l'étendard à onglet fin, ciliées à la base. La carène est très poilue extérieurement, dépassant les ailes et l'étendard, à onglet fin collé avec la base du tube staminal. L'ovaire est poilu, il est surmonté par un style filiforme.

Ce taxon n'a pas été cité par la flore de Quézel et Santa. Dans Flora Iberica, cette espèce est divisée en trois sous espèces :

- ssp. hirsuta*
- ssp. lanuginosa* (Spach) Nyman
- ssp. erioclada* (Spach) Raynaud

Nous avons prélevé *G. hirsuta* dans la station d'Oran et dans la station de Ténès (le cap).

- **Distribution géographique :** Algérie, Maroc, les Iles Baléares, Portugal, Espagne

- **Synonymes :**

Synonymes homotypiques

≡ *Genista hirsuta* Vahl. *ssp. hirsuta*

Synonymes hétérotypiques

- = *Genista hirsuta* var. *atlantica*
- = *Genista erioclada* ssp. *atlantica*
- = *Genista atlantica*
- = *Spartium cuspidatum*

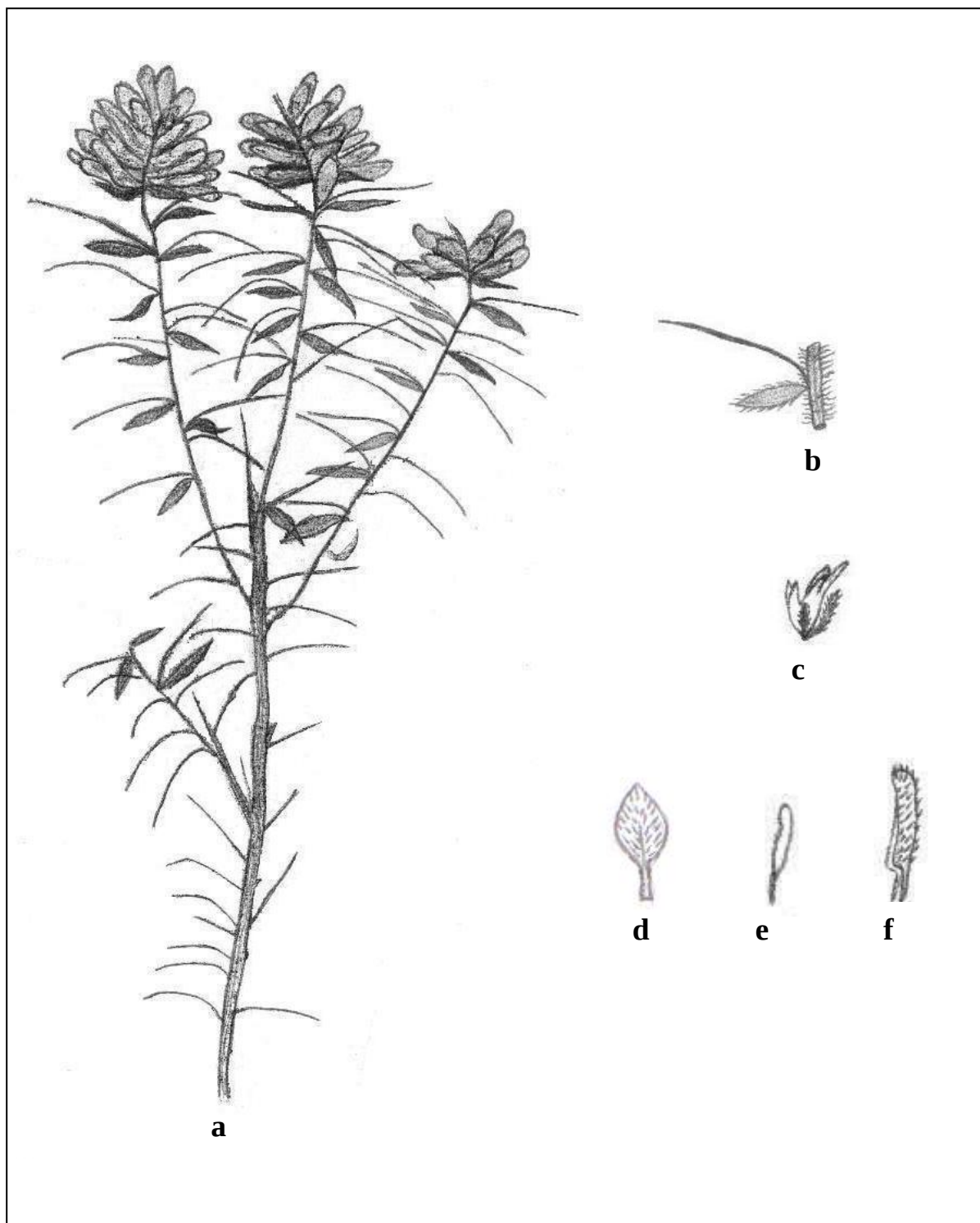


Figure 10. *Genista hirsuta* Vahl.

a-morphologie générale de la plante, **b**-feuille et épine, **c**-calice, **d**-étendard, **e**-aile, **f**-carène

***Genista ulicina* Spach**

- **Description (Figure 11, Figure 14e, f, g)**

C'est un arbrisseau très rameaux et très épineux. Les rameaux sont densément hirsutes à poils longs. Les épines sont grêles, peu vulnérantes, pennées ou bipennées depuis la base, glabres. Les épines peuvent porter quelques fois des diverticules ressemblant à des petites feuilles. Les feuilles sont toutes unifoliées, sans stipules, ovales lancéolées, glabres au dessus, très poilues en dessous et ciliées sur les marges, à poils longs. L'inflorescence est en grappe terminale, dense, multiflore à axe prolongé en rameau feuillé. Le pédoncule florifère est très court, densément poilu, portant à son sommet une bractée et deux bractéoles. La bractée est foliacée, ovale lancéolée, lâchement poilue extérieurement et ciliée sur les marges avec des poils longs, dépassant fortement le tube du calice. Les bractéoles sont ovales lancéolées, lâchement poilues extérieurement et ciliées sur les marges, atteignant le tube du calice ou le dépassant de très peu. Le calice est nettement bilabié, de couleur orangée, longuement cilié sur les marges et sur les dents, glabre extérieurement. Le labiole est divisé jusqu'à la moitié ou presque en trois dents filiformes, la médiane dépassant fortement la latérale. Le labre est divisé jusqu'à la base en deux dents triangulaires. Le labiole est deux fois plus long que le labre. La corolle est de couleur jaune orangé. L'étendard est glabre à onglet large et long. Les ailes sont glabres, à onglet fin, elles égalent à peu près l'étendard. La carène est glabre et dépassent fortement l'étendard et les ailes, à onglet fin. L'ovaire est très poilu.

Cette espèce est peu variable, seules deux variétés sont signalées par Maire :

var. *elata* Maire

var. *humilis* Pomel

Nous avons échantillonné cette espèce dans la station d'Adekar.

- **Distribution géographique :** Algérie, Maroc, Tunisie

- **Synonymes :**

Synonymes hétérotypiques

= *G. ulicina* var. *humilis*

= *G. hispanica*

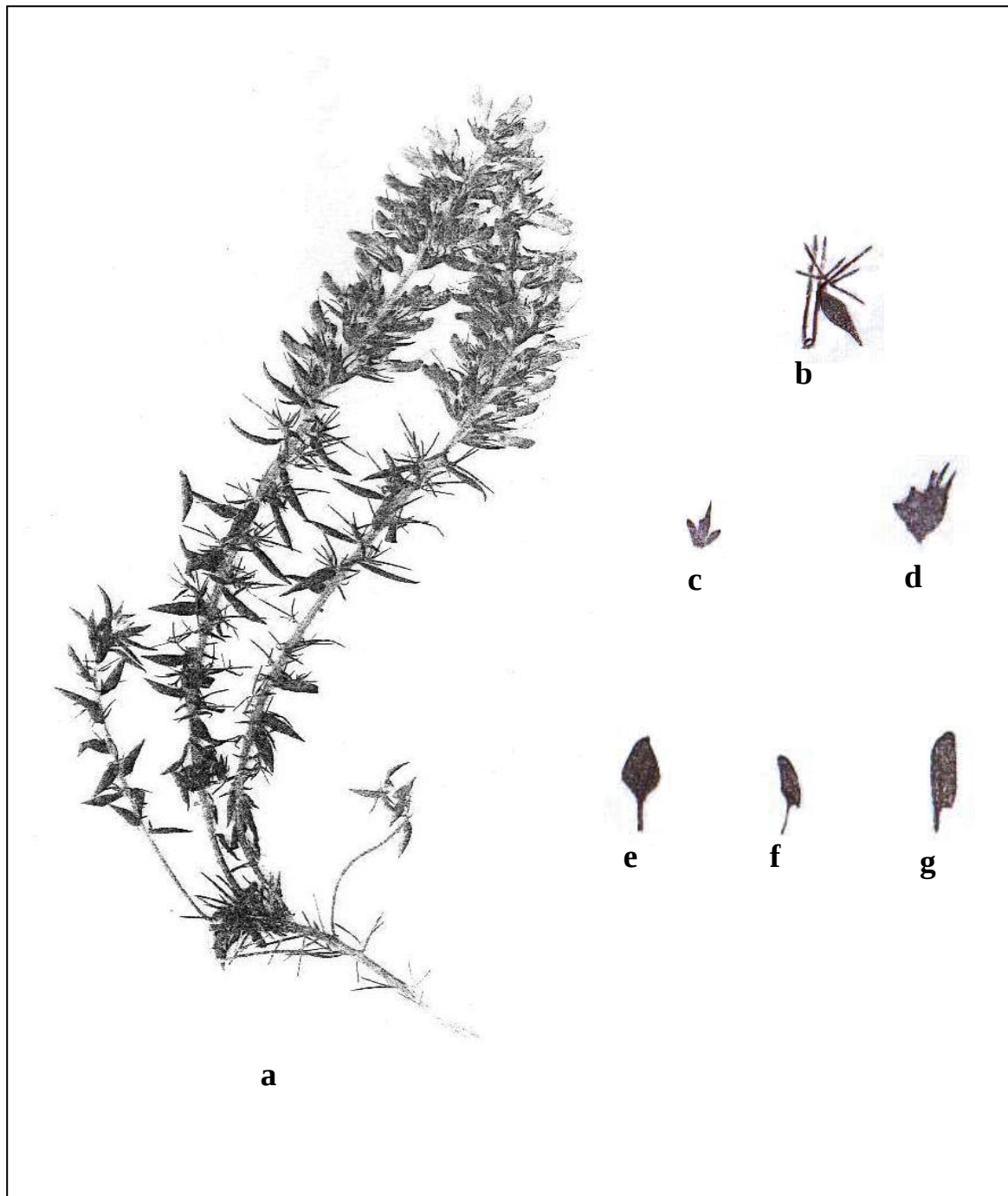


Figure 11. *Genista ulicina* Spach

a-morphologie générale de la plante, **b**-feuille et épine, **c**-bractée et bractéoles, **d**-calice, **e**-étendard, **f**-aile, **g**-carène

Genista tricuspidata Desf.

- **Description (Figure 12, Figure 15h, i, g)**

C'est un arbrisseau épineux et très rameux. Les épines peuvent être trifurquées ou simples, robustes, divariqués. Les feuilles sont toutes unifoliées, subsessiles, entières. L'inflorescence est une grappe terminale dense ou lâche. Le pédoncule florifère est court, pubescent, pourvu à la base d'une bractée et au sommet de deux bractéoles. La bractée est insérée au dessus de la base du pédoncule et dépasse ce dernier. Les bractéoles sont insérées au dessus du sommet dépassant peu ou pas le tube calicinal. Le calice est glabre, bilabié. Le labre est divisé jusqu'à la base en deux segments égalant le tube calicinal et le labiole est divisé jusqu'au milieu ou au delà en trois dents, la médiane plus longue que les latérales. Le labiole est plus long que le labre. L'étendard est glabre, un peu pubescent extérieurement au sommet, multinervié. Les ailes égalent l'étendard. La carène est longue, droite avec le sommet légèrement arqué.

Cette espèce est très polymorphe avec 3 sous-espèces et 12 variétés décrites par Maire :

- ssp. *eu-tricuspidata* Maire
 - var. *hirtula* Maire
 - var. *crebrispina* (Pomel) Batt.
 - var. *virescens* Pomel
 - var. *genuina* Maire
 - var. *microcarpa* Batt.
 - var. *cirtensis* (Pomel) Batt.
- ssp. *duriaei* (Spach)
 - var. *sennenii* Maire
 - var. *longirostrata* Maire
 - var. *villosissima* Faure et Maire
 - var. *caballerio* (Pau) Maire
 - var. *eu-Duriarei* Maire
 - var. *stipulacea* Faure et Maire
- ssp. *spasiflora* (Ball) Maire

Nous avons échantillonné cette espèce dans les stations de Hadjout, Chréa, Tikjda, Azazga, Boghni, Draa El Mizan et Adekar.

- **Distribution géographique** : Algérie, Maroc, Tunisie

- **Synonymes** :

Synonymes homotypiques

≡ *G. tricuspidata* Desf. ssp. *tricuspidata*

≡ *Spartium tricuspidatum* (Desf.) Cav.

Synonymes hétérotypiques

- = *G. tricuspidata* ssp. *duriaei* (Spach) Batt.
- = *G. duriaei* Spach
- = *G. tricuspidata* var. *cirtensis* (Pomel) Batt.
- = *G. cirtensis* Pomel
- = *G. tricuspidata* var. *crebrispina* (Pomel) Batt.
- = *G. crebrispina* Pomel
- = *G. duriaei* var. *longirostrata* Sennen
- = *G. tricuspidata* var. *longirostrata* (Sennen) Raynaud
- = *G. duriaei* var. *mauritii* Sennen
- = *G. duriaei* var. *sanctorum* Sennen & Mauricio
- = *G. echinata* Sennen
- = *G. sennenii* Font Quer
- = *G. tricuspidata* var. *caballeroi* (Pau) Raynaud
- = *G. tricuspidata* ssp. *caballeroi* (Pau) Maire
- = *G. sennenii* Font Quer
- = *G. tricuspidata* var. *senneni* (Font Quer) Maire
- = *G. tricuspidata* var. *stipulacea* (Faure & Maire) Raynaud
- = *G. tricuspidata* var. *stipulacea* Faure & Maire
- = *G. tricuspidata* var. *villosissima* Faure & Maire
- = *G. tricuspidata* var. *hirtula* Maire
- = *G. tricuspidata* var. *microcarpa* Batt.
- = *G. tricuspidata* var. *villosa* Sennen
- = *G. tricuspidata* var. *virescens* Pomel
- = *G. barbara* Munby



Figure 12. *Genista tricuspidata* Desf.

a-morphologie générale de la plante, **b**-feuille et épine, **c**-calice, **d**-étendard, **e**-aile, **f**-carène

Section *Cephalospartum* Spach

Genista cephalantha Spach

- **Description (Figure 13, Figure 15k, l)**

C'est un arbrisseau rameux et inerme. Les rameaux sont côtelés et légèrement pointus (subspinescent) au sommet, les jeunes rameaux sont densément poilus à longs poils et faiblement côtelés, et les rameaux adultes sont poilus et fortement côtelés. Les feuilles sont unifoliolées, peu nombreuses, lancéolées, étroites ou peu larges, pointues au sommet, très poilues sur les deux faces avec des poils longs ainsi que sur les marges, stipulées. Les stipules sont longues atteignant 3mm de long. L'inflorescence est une grappe capituliforme terminale, multiflore. Le pédoncule florifère est très poilu à poils longs, pourvu à la base d'une bractée et au sommet de deux bractéoles. La bractée est foliacée, longuement ciliées sur les marges, lancéolées, un peu pointue au sommet dépassant le tube calicinal. Les bractéoles sont herbacées, villeuses, dépassant le tube du calice, soudées à la base du calice. Le calice est peu bilabié, longuement poilu extérieurement et sur les dents. Le labiole est divisé jusqu'à la base en trois dents fines et le labre est divisé jusqu'à la base en deux dents fines avec labre égalant le labiole. L'étendard est glabre à onglet large. Les ailes sont aussi longues que l'étendard. La carène est très poilue, légèrement droite ou à peine arquée au sommet à onglet fin. L'ovaire est villeux.

Les sous-espèces décrites par Maire (1987) sont :

- ssp. *eu-cephalantha* Maire
 - var. *oranensis* Maire
 - var. *plumosa* Batt.
 - var. *valdes*
 - var. *gomarica* Emb. Et Maire
- ssp. *demnatensis* (Coss. ex Murb.) Maire

Nous avons échantillonné cette espèce dans la station de Kristel

- **Distribution géographique :** Algérie, Maroc

- **Synonymes :**

Synonymes homotypiques

≡ *G. cephalantha* Spach ssp. *Cephalantha*

Synonymes hétérotypiques

- = *G. cephalantha* var. *oranensis*
- = *G. cephalantha* var. *plumosa*
- = *G. cephalantha* var. *valdespinulos*
- = *G. demnatensis* var. *valdespinulosa*
- = *G. demnatensis* var. *gomarica*
- = *G. cephalantha* var. *gomarica*
- = *G. demnatensis* var. *mouilleronii*
- = *G. cephalantha* var. *mouilleronii*

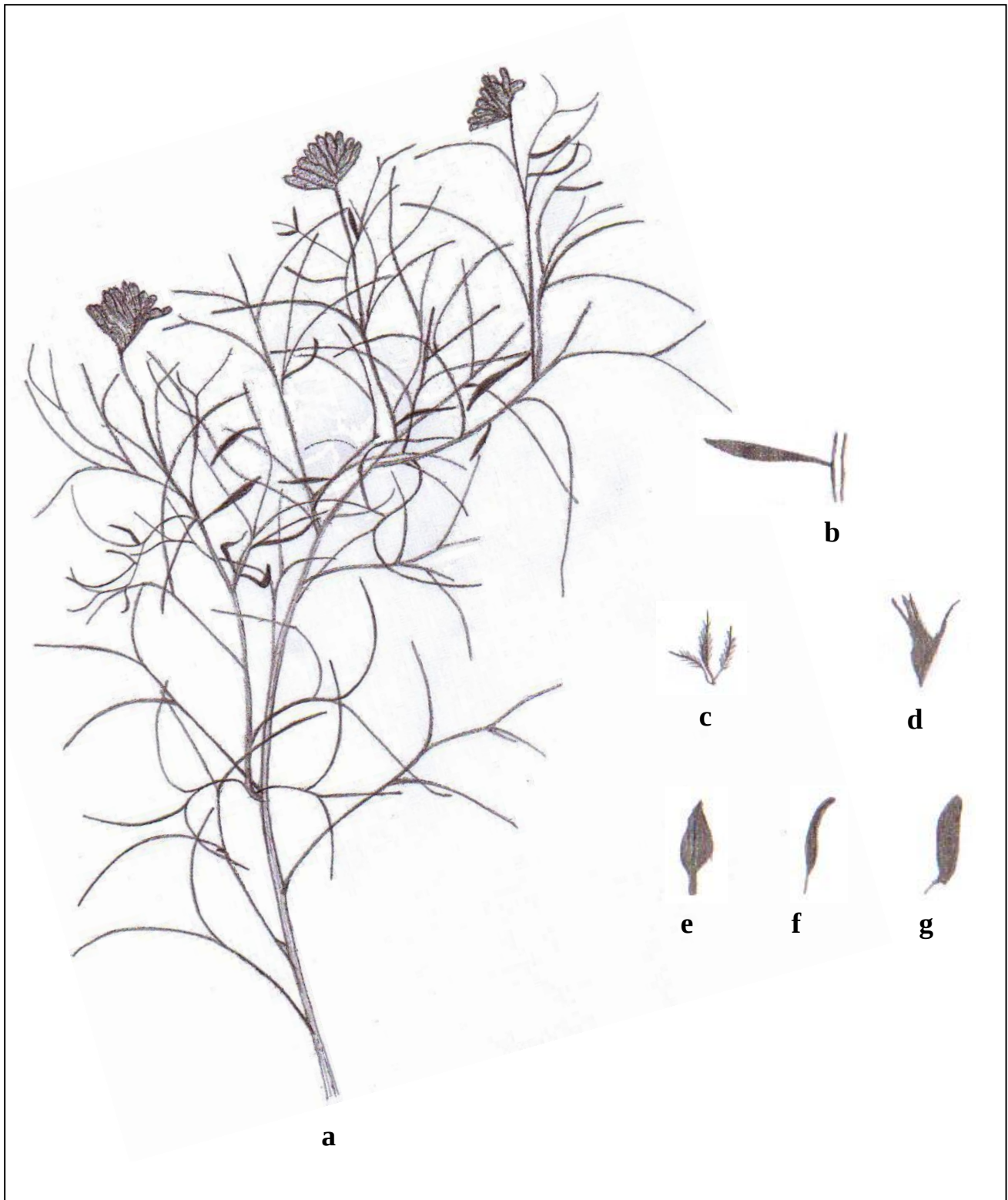


Figure 13. *Genista cephalantha* Spach

a-morphologie générale de la plante, **b**-feuille et épine, **c**-bractée et bractéoles, **d**-calice, **e**-étendard, **f**-aile, **g**-carène



Figure 14. Illustration des différentes espèces du genre *Genista* L.
Genista erioclada Tombeau (**a**-rameaux, **b**-inflorescence), *Genista hirsuta* Oran (**c**-rameaux, **d**-inflorescence),
Genista ulicina Adekar (**e**-rameaux, **f**-épines, **g**-inflorescence terminée par un rameau feuillé).



Figure 15. Illustration des différentes espèces du genre *Genista* L.
Genista tricuspidata Chr  a (**h**-arbustes de *G. tricuspidata*, **i**-inflorescence, **j**-épines), *Genista cephalantha* Kristel (**k**-rameaux, **l**-Inflorescence).

II. Etude de la variabilité morphologique

La diversité phénotypique des populations Algériennes du genre *Genista* est abordée par diverses méthodes d'analyses statistiques, elle est étudiée à l'échelle interspécifique et intraspécifique.

A l'échelle interspécifique, une Analyse en Composantes Principales ainsi qu'une Analyse Discriminante et Canonique sont réalisées dans le but de connaître l'importance hiérarchique des caractères, et les affinités des populations les unes par rapport aux autres. Elles englobent toutes les populations échantillonnées avec tous les caractères étudiées. Après ces premières analyses, nous avons tenté de comprendre la variabilité intra et interpopulations des caractères en effectuant des analyses univariées. Seuls les caractères quantitatifs qui ont été mis en évidence par les analyses multivariées et qui contribuent fortement à la formation des axes factoriels sont considérés. L'influence des caractères bioclimatiques tel que : Alt, Pmm, M°C et m°C sur les différentes populations du genre *Genista* a aussi été étudiée.

A l'échelle intraspécifique, une deuxième Analyse en Composantes Principales a été réalisée sur le complexe *Genista tricuspidata* sensu lato ainsi qu'un diagramme de dispersion symbolique afin de rechercher d'éventuelles hybridations.

1. Variabilité phénotypique et relations interspécifiques

1.1. Analyse globale des populations

Une Analyse en Composantes Principales (A.C.P) a été effectuée sur 14 populations du genre *Genista* comprenant 102 individus. Chaque individu est considéré comme une unité taxonomique opérationnelle OTU ou « Operational Taxonomic Units » selon Sneath et Sokal (1973). L'ACP est réalisée à partir de la matrice des données brutes de 21 caractères dont 13 caractères quantitatifs (A, B, D, E, F, G, I, K, M, O, P, T et U) et 8 caractères qualitatifs (C, H, J, L, N, Q, R et S).

Les axes 1 et 2 sont ceux qui ont été retenus car ils représentent le pourcentage le plus élevé d'information (61,59%). Les caractères qui sont les plus proches du cercle de corrélation sont ceux qui contribuent le plus à la formation des axes. Les valeurs de contribution des caractères à la formation des axes 1 et 2 sont représentées dans le tableau 5.

- **Les caractères**

La figure 16a représente la projection des caractères sur le plan 1-2 de l'A.C.P. Les axes 1 et 2 représentent respectivement 43,42% et 18,17% d'informations. Les caractères qui participent à la formation de l'axe sont :

Les caractères de l'appareil végétatif :

- largeur de la feuille (B),
- longueur des épines (D).

Les caractères de la fleur :

- taille du pédoncule floral (G),
- taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal (J),
- longueur de la fleur (O),
- longueur de l'étendard (T),
- longueur de la carène (U),
- longueur de la deuxième bractéole (M),
- longueur de la première bractéole (K),
- longueur de la bractée (I),
- longueur du calice (P),
- ouverture du calice (S).

Les deux caractères « taille de la première bractéole comparée à la taille du tube calicinal (L) et taille de la deuxième bractéole comparée à la taille du tube calicinal (N) », contribuent à la formation des deux axes.

Tableau 5. Valeurs des contributions des caractères

Caractères		Axe 1	Axe 2
A.	Longueur de la feuille	-0,120	0,534
B.	Largeur de la feuille	0,353	0,718
C.	Pilosité de la feuille	0,506	0,350
D.	Longueur des épines	0,131	-0,604
E.	Longueur de l'inflorescence	0,521	0,381
F.	Nombre de fleur par inflorescence	0,607	0,369
G.	Longueur du pédoncule floral	0,004	-0,691
H.	Pilosité du pédoncule florale	0,167	0,068
I.	Longueur de la bractée	-0,950	0,154
J.	Taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal	-0,716	0,412
K.	Longueur de la premier bractéole	-0,892	0,363
L.	Taille de la première bractéole comparée à la taille du tube calicinal	-0,686	0,605
M.	Longueur de la deuxième bractéole	-0,887	0,362
N.	Taille de la deuxième bractéole comparée à la taille du tube calicinal	-0,683	0,608
O.	Longueur de la fleur	-0,837	-0,350
P.	Longueur du calice	-0,955	-0,001
Q.	Pilosité du calice	-0,510	-0,399
R.	Taille des trois dents da la lèvre supérieure du calice	0,364	0,236
S.	Ouverture du calice	0,770	0,083
T.	Longueur de l'étendard	-0,863	-0,347
U.	Longueur de la carène	-0,865	-0,315
Valeurs propres		9,118	3,815
Pourcentage de variance		43,42%	18,16%

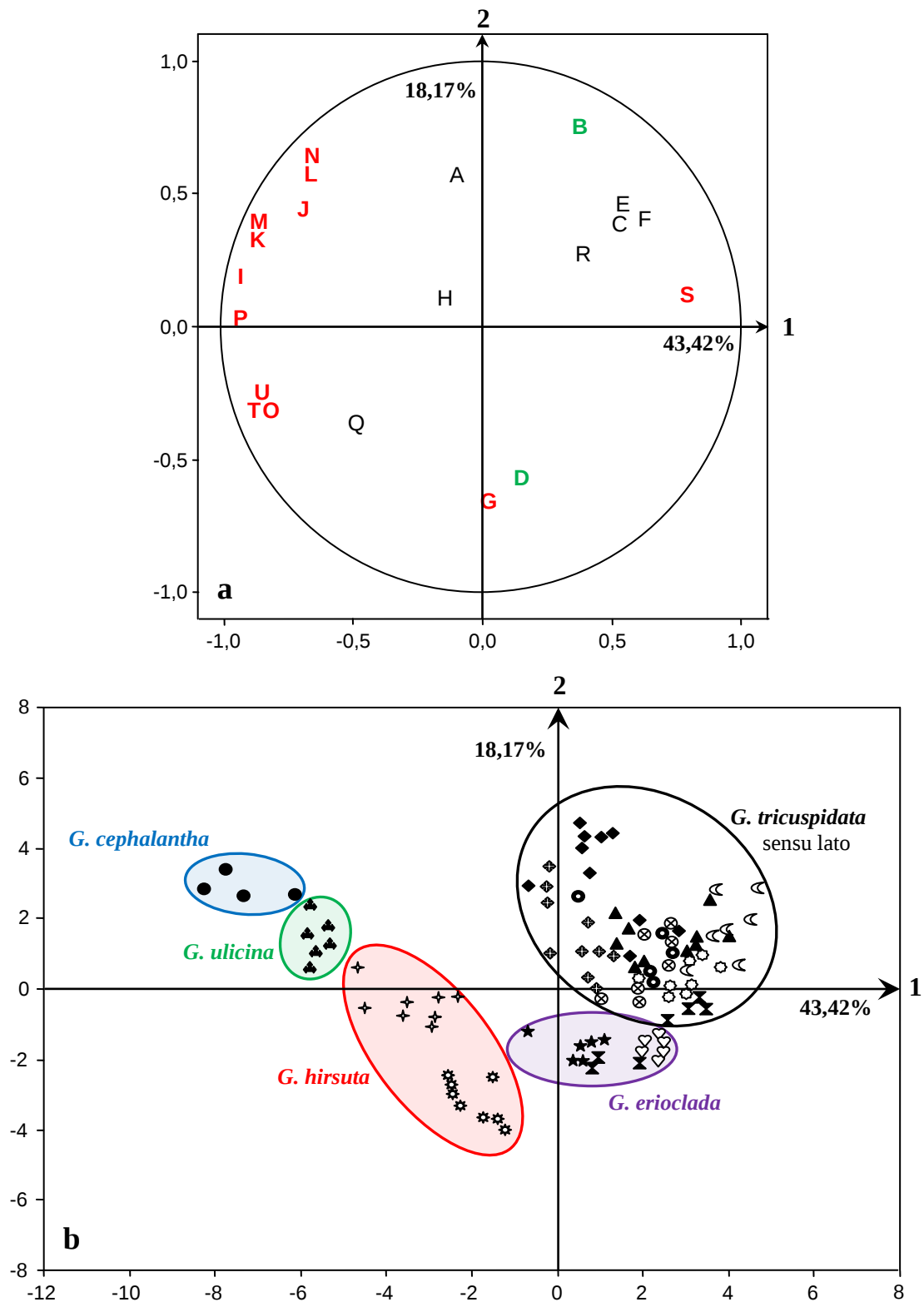


Figure 16. Analyse en Composantes Principales
a-Projection des 21 caractères sur le plan 1-2 de l'A.C.P
b-Projection des 102 individus

En fait, les caractères qui contribuent le plus à la formation de l'axe 1 correspondent à ceux de la fleur et des pièces florales. Ce sont par ordre croissant : J (-0,716), O (-0,837), T (-0,863), U (-0,865), M (-0,887), K (-0,892), I (-0,950), P (-0,955) et S (0,770).

En ce qui concerne l'axe 2, nous retrouvons comme caractères à forte contribution les caractères de l'appareil végétatif : D (-0,604) et B (0,718) ainsi que le caractère G (-0,691).

- **Les individus**

La projection des 102 individus montre la formation de cinq ensembles distincts (Figure 16b).

Trois ensembles homogènes situés dans la partie négative de l'axe 1 comprenant les individus de : *G. cephalantha* (Kristel), *G. ulicina* (Adekar) et *G. hirsuta* (Oran et Ténès).

Les deux autres ensembles se localisent dans la partie positive de l'axe 1 et rassemblent tous les individus de *G. erioclada* (Tombeau et Tablat) et ceux appartenant à *G. tricuspidata* (Chrèa, Tikjda, Boghni, Draa El Mizan, Adekar, Azazga).

La comparaison des nuages de points « caractères et individus », nous permet de caractériser les espèces étudiées. Dans le premier axe, la longueur de la fleur et des pièces florales augmente de droite à gauche, et dans le second axe, la largeur des feuilles augmente de bas en haut, alors que la longueur des épines diminue (Figure 17). Ainsi, cinq groupes d'individus avec les caractéristiques morphologiques cités ci-dessous sont considérés :

- *G. cephalantha* est caractérisée par une grande fleur O (10,5-12,25mm) et des grandes pièces florales, I (8,33-8,75mm), K (4,25-6,33mm), M (3,5-5,9mm), P (6,84-9,4mm), T (8,35-9,3mm), U (10-11,55mm), une absence d'épines et de larges feuilles B (2-3,5mm).

- Les individus appartenant à *G. ulicina* ont également une grande fleur O (12,9-13,5mm), de grandes pièces florales I (7,15-8,7mm), K (4,05-4,75mm), M (3,95-4,75mm), P (6,8-8,05mm), T (8,9-9,7mm), U (9,59-10,65mm). Les feuilles sont de largeur moyenne B (2,3-2,85mm) et les épines sont de longueur moyenne D (9,85-11,6mm).

- *G. hirsuta* présente une fleur et des pièces florales de longueur moyenne O (10,5-12,5mm), I (2,87-7,5mm), K (1,35-3,1mm), M (1,31-3mm), P (4-6,1mm), T (8-10,25mm), U (8,7-10,6mm), feuilles de largeur moyenne B (1,5-2,75mm) et de grandes épines D (13,8-25,5mm).

- *G. erioclada* présente une fleur et des pièces florales de longueur moyenne O (8,35-10,25mm), I (1,45-1,8mm), K (0,33-1,65mm), M (0,31-1,45mm), P (2,55-4,25mm), T (5,5-7,62mm), U (7,1-9,25mm), feuilles de largeur moyenne B (2,1-2,85mm) et de grandes épines D (13,65-18,9mm).

- *G. tricuspidata* présente une fleur et des pièces florales moyennes à petites O (6,12-9,25mm), I (0,93-3,22mm), K (0,37-2,7mm), M (0,5-2,75mm), P (2-3,75mm), T (3,75-7,5mm), U (5,1-8,25mm), feuilles larges B (1,95-4,55mm) et des épines de longueur moyenne D (6,85-17,6mm).

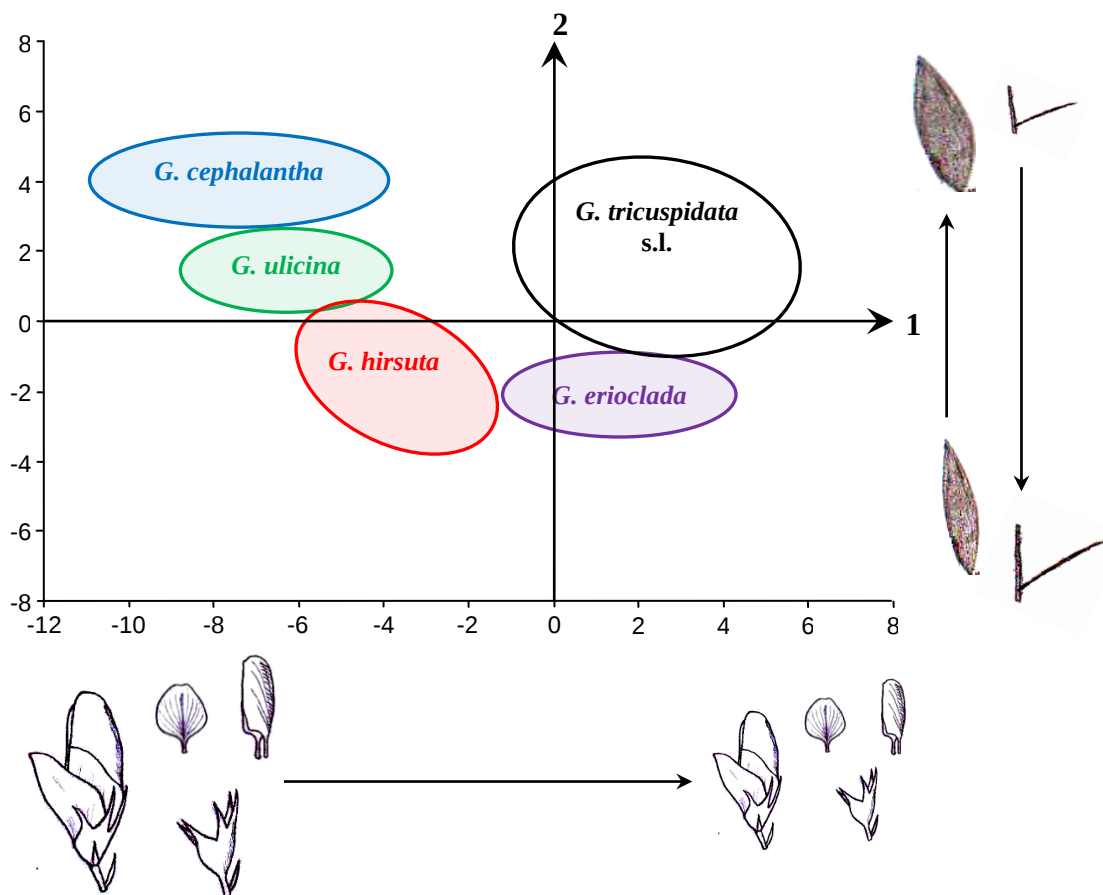


Figure 17. Caractérisation morphologique des différentes espèces étudiées du genre *Genista*

1.2. Analyse discriminante et analyse canonique

Les analyses discriminante et canonique ont porté sur les mêmes individus et les mêmes variables que l'A.C.P précédente.

L'analyse discriminante a permis de classer globalement les 102 OTU avec 98,03% de succès (Tableau 6). Les individus de *G. erioclada* ont 91,66% de classement correct. Ceux de *G. tricuspidata* ont un pourcentage de 98,43%. Alors que ceux de *G. hirsuta*, *G. cephalantha* et *G. ulicina* ont montré 100% d'individus correctement classés.

Tableau 6. Synthèse de l'analyse discriminante des populations de <i>Genista</i>						
Taxon	<i>G.erioclada</i>	<i>G.tricuspidata</i>	<i>G.hirsuta</i>	<i>G.cephalantha</i>	<i>G.ulicina</i>	%
<i>G. erioclada</i>	11	1	0	0	0	91,66%
<i>G. tricuspidata</i>	1	63	0	0	0	98,43%
<i>G .hirsuta</i>	0	0	16	0	0	100%
<i>G. cephalantha</i>	0	0	0	4	0	100%
<i>G ulicina</i>	0	0	0	0	6	100%
Total correct	12	64	16	4	6	98,03%

Le résultat obtenu par l'analyse canonique confirme ceux de l'analyse en composantes principales et ceux de l'analyse discriminante. La relation entre les différents groupes morphologiques observés dans l'A.C.P est reflétée dans cette analyse. La projection des individus sur le plan 1-2 de l'analyse canonique (Figure 18) montre que les 102 individus étudiés s'associent en 05 groupes homogènes. Chaque groupe représente une espèce bien définie, il s'agit des espèces *G. cephalantha*, *G. ulicina* et *G. hirsuta* qui sont situés dans la partie positive du premier axe canonique, et des espèces *G. erioclada* et *G. tricuspidata* situés dans la partie négative de l'axe.

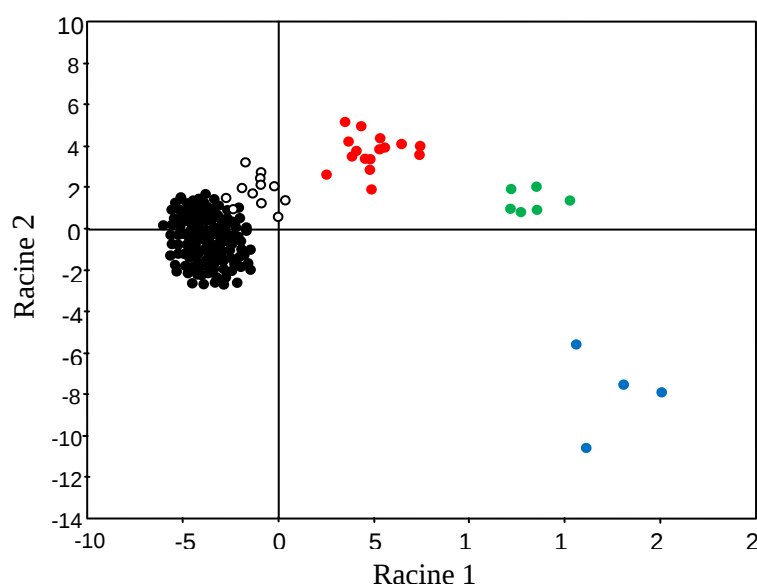


Figure 18. Analyse canonique discriminante des populations de *Genista*

Groupe 1○: *G. erioclada*, Groupe 2●: *G. tricuspidata*, Groupe 3●: *G. hirsuta*, Groupe 4●: *G. cephalantha*, Groupe 5●: *G. ulicina*

1.3. Amplitude de la variabilité des caractères

L'analyse statistique univariée, ne porte que sur les caractères quantitatifs qui ont été mis en évidence par l'ACP et qui participent fortement à la formation du cercle de corrélations. Les valeurs moyennes, l'écart type sont calculés pour les 14 populations (Annexe II).

Les caractères de l'appareil végétatif plus précisément, le caractère longueur de l'épine (D) et à moindre degré le caractère largeur de la feuille (B) apparaissent le plus variable (Figure 19). Les populations de Boghni et de Hadjout montrent pour ces deux caractères un important intervalle de confiance. La population d'Oran montre la plus grande amplitude de variation pour le caractère D. Le caractère longueur du pédoncule floral (G) est aussi très variable.

Les caractères longueur de la bractée (I), longueur des bractéoles (K, M), longueur de la fleur (O), longueur du calice (P) isolent significativement les populations de *G. tricuspidata* des populations de *G. erioclada*, *G. hirsuta* et *G. cephalantha* (Figure 20). Les populations de *G. tricuspidata* ont les plus petits intervalles de confiances pour ces caractères.

Les caractères I, K, M, O, P, T et U ne différencient pas les populations d'une même espèce (*G. tricuspidata*), mais des populations de différentes espèces. Les populations de *G. tricuspidata* présentent les plus faibles longueurs de ces caractères.

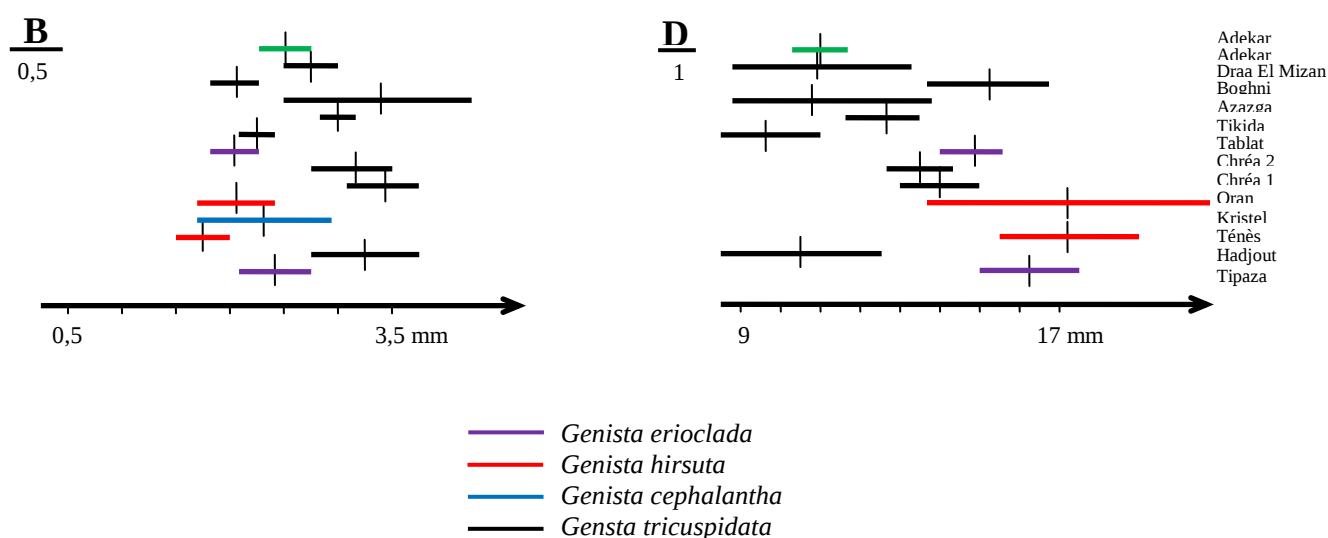


Figure 19. Intervalles de confiance des caractères quantitatifs de l'appareil végétatif des différentes populations du genre *Genista*

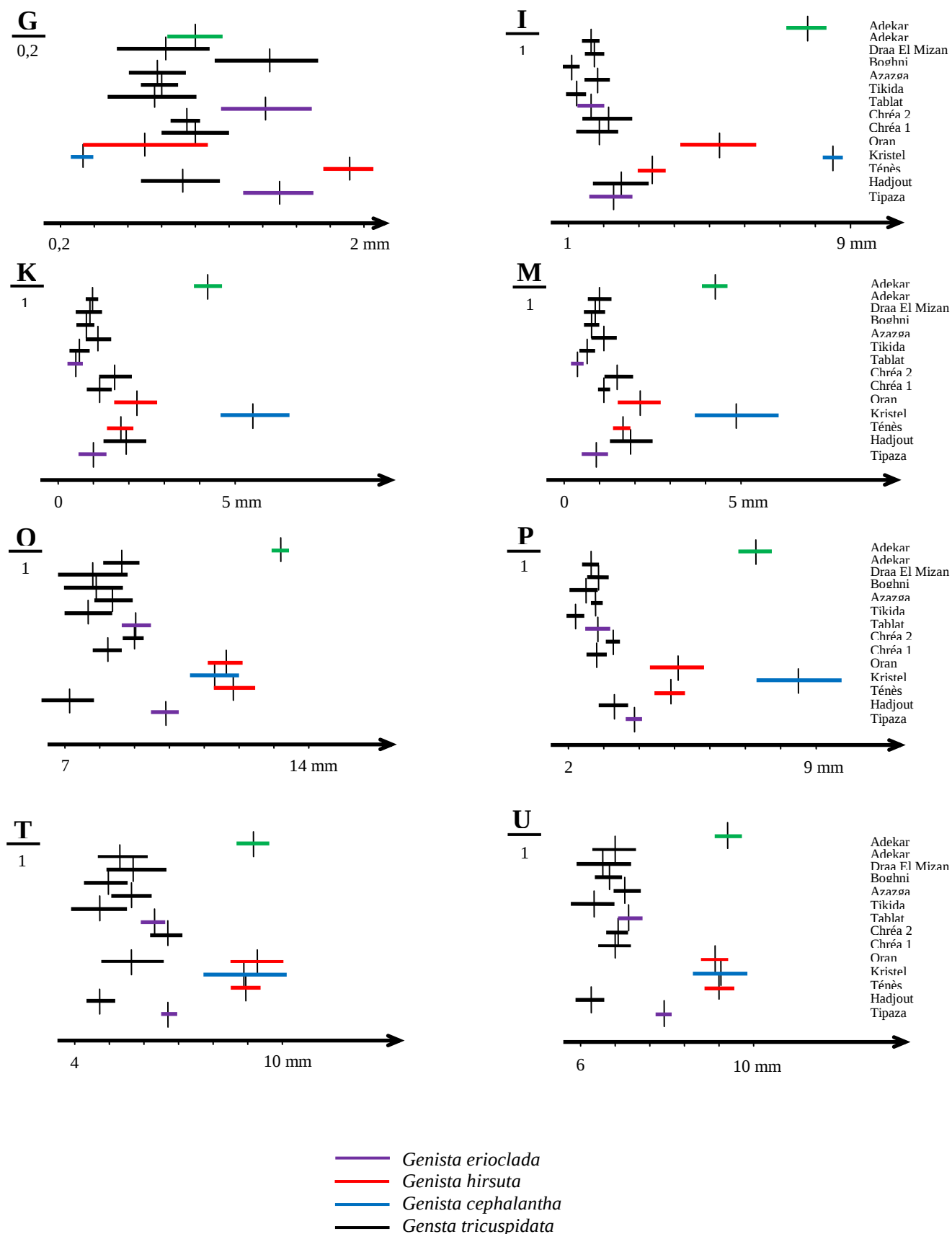
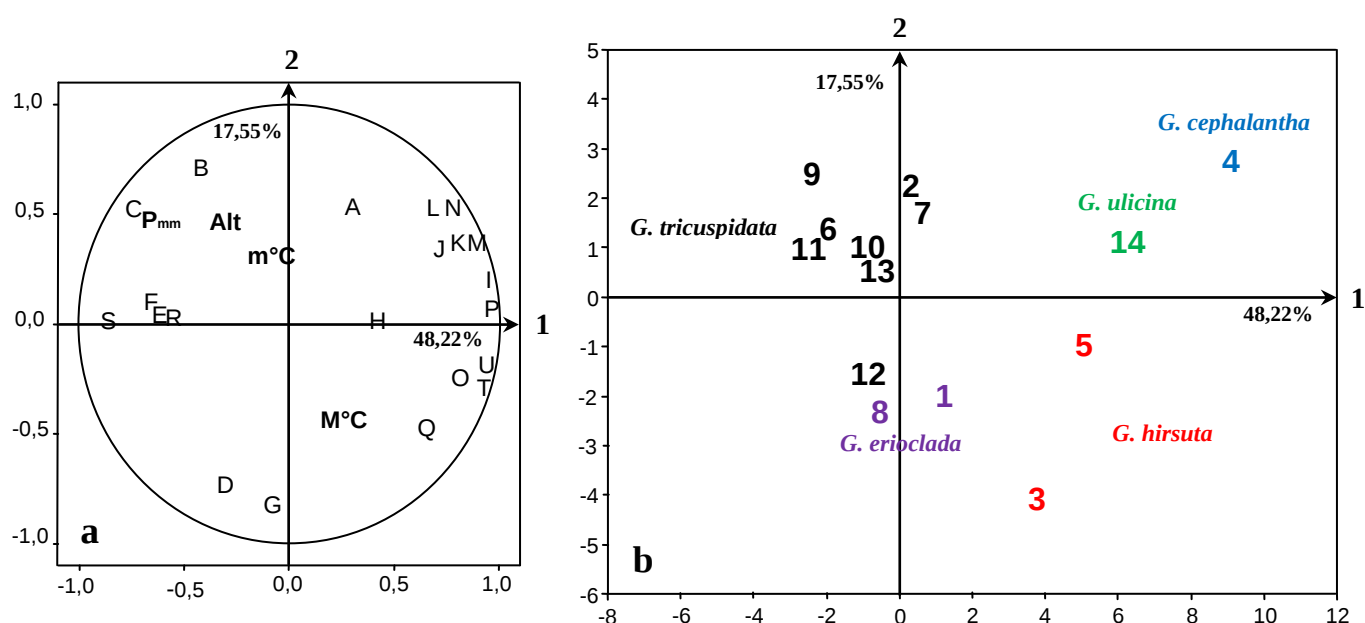


Figure 20. Intervalles de confiance des caractères quantitatifs de l'appareil reproducteur des différentes populations du genre *Genista*

1.4. Relation avec les facteurs bioclimatiques

Une deuxième Analyse en Composantes Principales a été réalisée, sur la base des moyennes des 21 caractères des 14 populations, en incluant les paramètres du bioclimat (Alt, Pmm, m°C et M°C). Le cercle de corrélation (Figure 21a) montre que les températures (m°C et M°C) participent à la formation de l'axe 1. Elles ont donc une influence sur les caractères de la fleur (I, J, K, M, O, P, S, T et U). Les caractères de l'appareil végétatif (B, D) et du pédoncule floral (G) qui expliquent l'axe 2 sont corrélés à la pluviométrie (Pmm) et à l'altitude (Alt).



1-Tipaza, 2-Hadjout, 3-Ténès, 4-Kristel, 5-Oran, 6-Chréa1, 7-Chréa2, 8-Tablat, 9-Tikjda, 10-Azazga, 11-Boghni, 12-Draa El Mizan, 13-Adekar, 14-Adekar

Figure 21. Analyse en Composantes Principales basée sur les moyennes des populations et les paramètres du bioclimat

a-Projection des variables morphologiques et bioclimatiques

b-Projection des 14 populations

La projection des différentes populations récoltées du genre *Genista* (Figure 21b), nous indique que les populations de *G. tricuspidata* (Hadjout, Chréa 1, Chréa 2, Tikjda, Azazga, Boghni, Draa El Mizan et Adekar) ainsi que celle de *G. erioclada* (Tablat) sont influencées par l'altitude (Alt), la pluviométrie (Pmm), et la température hivernale (m°C) alors que les populations de *G. cephalantha* (Kristel), *G. ulicina* (Adekar), *G. hirsuta* (Ténès et Oran) et *G. erioclada* (Tipaza) sont corrélées à la température estivale (M°C).

2. Variabilité intraspécifique de *Genista tricuspidata*

2.1. Analyse en Composantes Principales

Cette analyse multivariée a été effectuée pour évaluer les différenciations entre les populations de *Genista tricuspidata*. *G. tricuspidata* est un genre très polymorphe, difficile à déterminer avec des taxons infraspécifiques. Cette analyse a été réalisée sur 8 populations (64 individus). Le même nombre de caractères (21) que précédemment a été pris en considération.

- **Les caractères**

Nous avons retenu les deux premiers axes (1 et 2) qui représentent 50,45% d'inertie. L'axe 1 représente 34,00% d'information alors que l'axe 2 représente 16,45%. Les caractères qui participent à la formation des axes (Figure 22a) sont : longueur de la bractée (I), taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal (J), longueurs de la première bractéole (K) et de la deuxième bractéole (M), taille de la première et la deuxième bractéole comparée à la taille du tube calicinal (L et N), longueur de l'étendard (T), longueur de la fleur (O), longueur de la carène (U) et longueur du calice (P).

L'axe 1 est caractérisé par les caractères I, J, K, L, M, N et P alors que l'axe 2 est caractérisé par les caractères O, T, U. Ce sont tous des caractères de l'appareil reproducteur.

- **Les individus**

La projection des 64 individus (Figure 22b) montre que le nuage de points obtenu distingue les individus de part et d'autre de l'axe 1. La majorité des individus de Hadjout, de Chréa 2 et quelques uns de Chréa 1 regroupés dans le cercle se répartissent dans la partie négative de l'axe alors que l'ensemble des autres (Tikjda, Azazga, Boghni, Draa El Mizan et Adekar) sont situés sur la partie positive. L'axe 2 ne semble pas avoir de signification particulière.

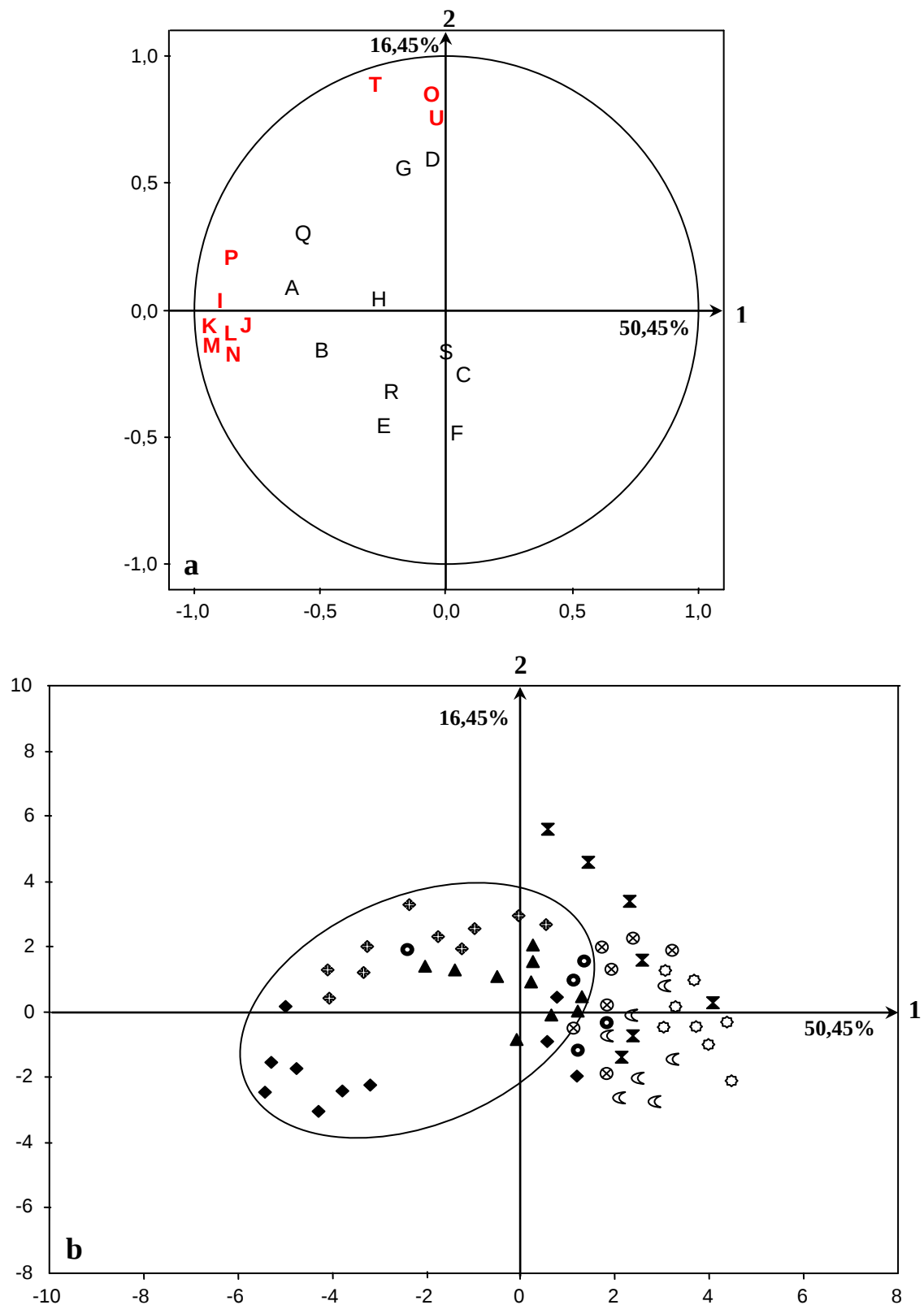


Figure 22. Analyse en Composantes Principales de *G.tricuspidata*

a-Projection des 21 caractères sur le plan 1-2 de l'A.C.P

b-Projection des 64 individus représentant 8 populations :

Hadjout ◆, Chréa 1 ▲, Chréa 2 ◆, Tikjda ⊗, Azazga ●, Boghni ○, Draa El Mizan ✕, Adekar ⊙

2.2. Diagrammes de dispersion symbolique (Métroglyphes)

Afin de mieux caractériser les taxons infraspécifiques, nous avons effectué un diagramme de dispersion (métroglyphe) avec les mêmes populations de l'analyse précédente. Ce diagramme est une représentation graphique des points-individus selon des caractères quantitatifs et qualitatifs.

Plusieurs diagrammes ont été effectués sur la base des caractères qui ont eu un rôle discriminant dans l'A.C.P précédente, mais nous avons choisi de présenter seulement deux. Il s'agit des métroglyphes avec les caractères longueurs de la première et de la seconde bractéole (Figure 23a) et longueurs du calice et de la fleur (Figure 23b). Nous avons associés à ces valeurs quantitatives, des données qualitatives (ouverture du calice S et longueur de la bractée comparée au tube calicinal J). Ces caractères sont représentés par des tirets verticaux.

Le premier diagramme (Figure 23a) montre une distinction entre deux ensembles : le premier ensemble ayant un long calice moyennement bilabié et un deuxième ensemble caractérisé par un calice court et fortement bilabié. Sur le second diagramme établi (Figure 23b), nous avons une relation linéaire positive nette entre les caractères : longueur de la première bractéole (K) et longueur de la deuxième bractéoles (M). En fait, plus la taille de la première augmente, plus celle de la deuxième augmente. La répartition des individus sur ce diagramme montre deux groupes : un constitué des populations de Hadjout et Chréa 2. L'autre englobe toutes les populations restantes.

Le groupe I constitué par les populations de Hadjout, Chréa 2 et quelques individus de Chréa 1 est marqué par de longues bractéoles, une bractée égalant ou dépassant le tube calicinal.

Le groupe II ; Chréa 1, Tikjda, Azazga, Boghni, Draa El Mizan et Adekar, est marqué par des petites bractéoles et une bractée ne dépassant pas le tube du calice.

Sur la base de l'interprétation des figures 22 et 23, nous remarquons que les 8 populations de *Genista tricuspidata* présentent les mêmes groupements. L'un constitué des populations de Hadjout et de Chréa 2, l'autre est formé du reste des populations. Chaque groupe présente des caractères particuliers démontrés par les diagrammes de dispersion symbolique. En conclusion nous pouvons suggérer que les populations de Hadjout et Chréa seraient apparentées à la sous-espèce *duriaei* alors que les autres correspondent plus à la sous-espèce *eu-tricuspidata*.

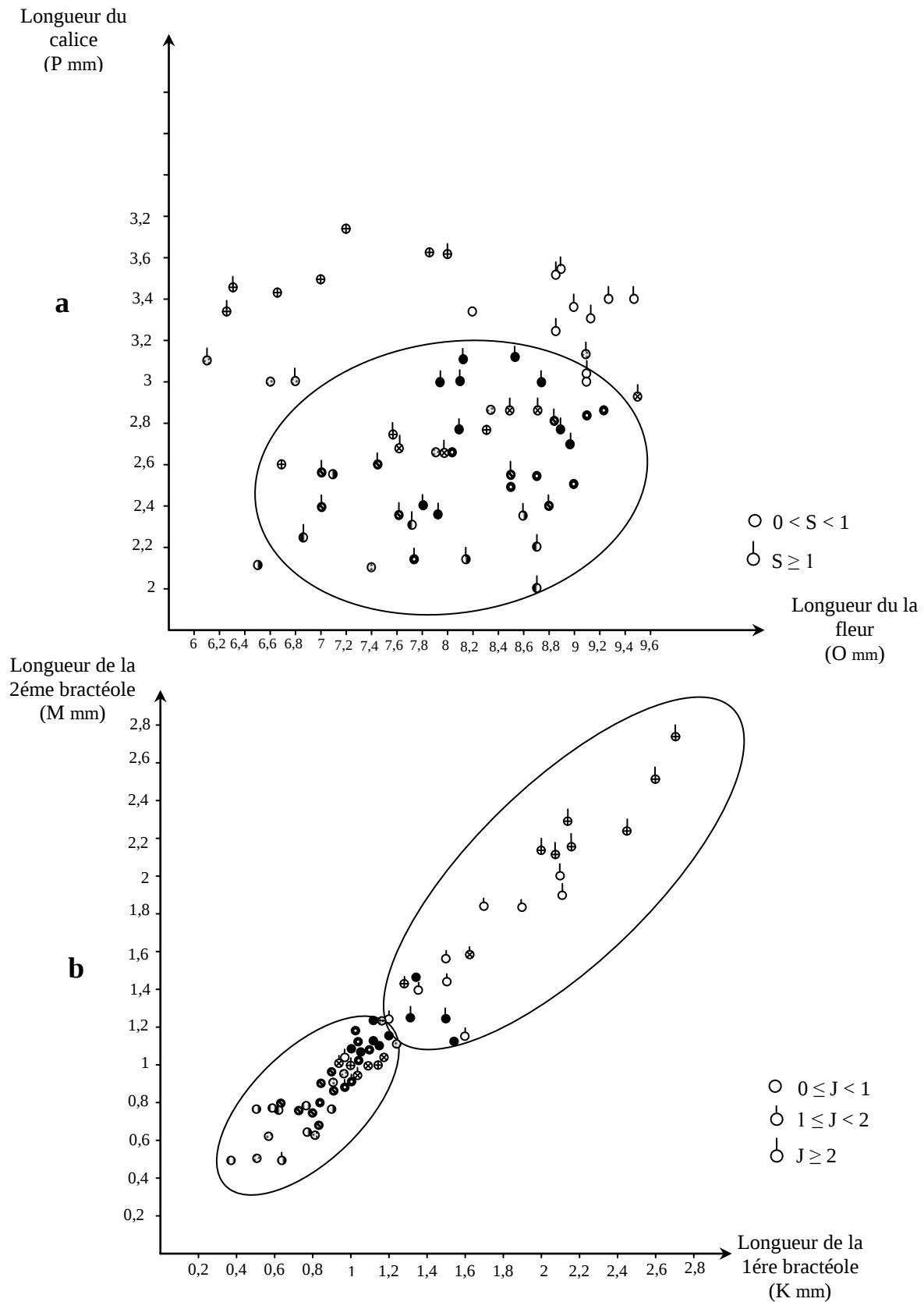


Figure 23. Diagrammes de dispersion symbolique
 Hadjout ⊕, Chréa 2 ○, Chréa 1 ●, Tikjda ⊙, Azazga ⊗, Boghni ⊛, Draa El Mizan ⊙, Adekar ⊗

III. Caractéristique caryologique

Les Genisteae sont caractérisés par un nombre chromosomique variable. De nombreux essais ont été réalisés sur les échantillons récoltés. Plusieurs protocoles ont été testés, mais seulement un seul a pu donner des résultats. Il s'agit du protocole de Mercado-Ruaro et Delgado-Salinas (1998) appliqué aux espèces du genre *Phaseolus*.

Les principales étapes des différents protocoles testés sont résumées dans le tableau 7.

Tableau 7. Récapitulatif des différentes étapes des quatre protocoles testés				
Etapes	Jahier et al., 1990	Cubas et al., 1998	Mercado-Ruaro et Delgado-Salinas, 1998	Seijo et Fernàdez, 2003
Prétraitement	Bromonaphtalène pendant 2H à T° ambiante	Eau froide pendant 24 H à T° ambiante	0,002 mol /L 8-hydroxyquinoline 5H à 18°C à l'obscurité	Eau distillée pendant 24 H à 0°C
Fixation	Alcool acétique (3-1) pendant 24 H à 4°C	Alcool acétique (3-1) pendant 24 H à - 15°C	Alcool acétique (3-1) pendant 24 H à 4°C	Ethanol acide lactique (5-1) pendant 24 H à 4°C
Conservation	Alcool 70%	Alcool 70%	Alcool 70%	Alcool 70%
Hydrolyse	HCL 1N pendant 12 min à 60°C	HCL 1N pendant 5 min à 60°C	HCL 1mol /L pendant 12 min à 60°C	HCL 1N pendant 12 min à 60°C
Coloration	Réactif de Schiff à l'obscurité pendant 3H	Réactif de Schiff à l'obscurité pendant 3H	Réactif de Schiff à l'obscurité pendant 1H	Réactif de Schiff à l'obscurité pendant 3H
Ecrasement	Entre lame et lamelle dans une goutte de carmin acétique	Entre lame et lamelle dans une goutte de carmin acétique	Entre lame et lamelle dans une goutte d'aceto-orceine à 1%	Entre lame et lamelle dans une goutte d'orceine acétique à 3%

Les dénombrements chromosomiques ont été effectués pour une espèce : *Genista tricuspidata* appartenant à deux populations différentes: Chréa 1 et Azazga (Figure 24a, b).

Les plaques métaphasiques nous montrent un étalement adéquat des chromosomes. Le dénombrement effectué nous a permis de compter 42 chromosomes. Ces chromosomes sont de petites tailles (environ $0.65\ \mu$). D'autres nombres ont été trouvés sur des échantillons du Maroc $2n = 48$ (Cusma Velari et al., 1999) et $2n = 50$ (Kamari et al., 2004). Ce nombre $2n = 42$, est un nouveau nombre pour *Genista tricuspidata*.

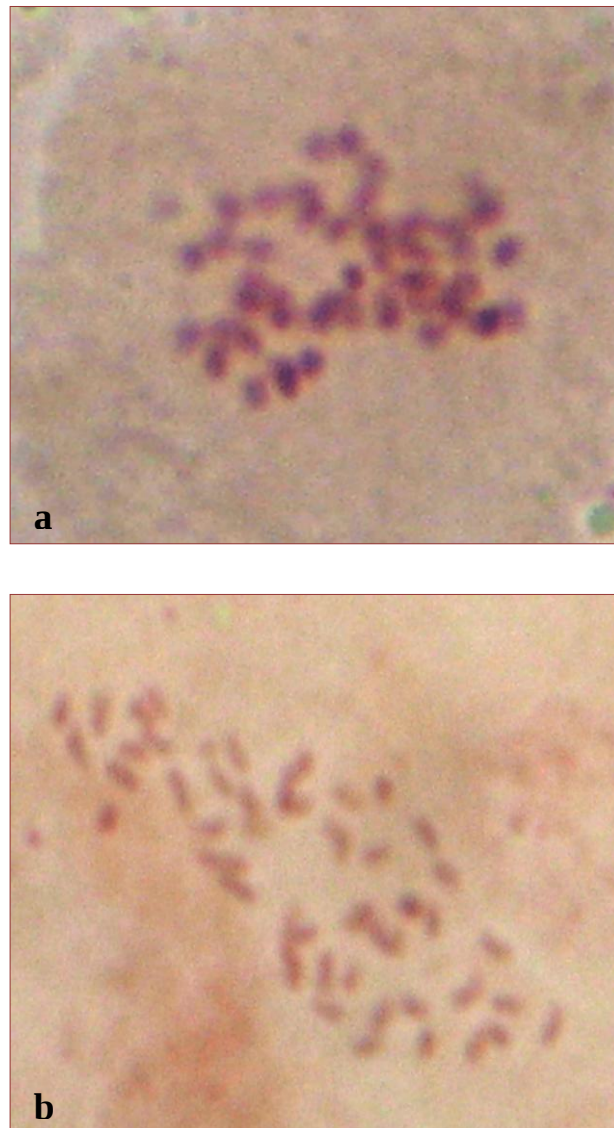


Figure 24. Plaques métaphasiques des mitoses somatiques de *Genista tricuspidata*
a-population de Chréa 1, **b**-population d'Azazga

Discussion

L'analyse morphologique fournit un outil puissant pour évaluer les relations phénétiques entre les taxons étroitement liés et morphologiquement similaires. Dans notre étude, la variabilité morphologique a été évaluée à l'échelle interspécifique et intraspécifique.

Des Analyses en Composantes Principales et une Analyse Discriminante Canonique ont été réalisées sur 21 caractères diagnostiques. Trois types de caractères ont été utilisés ; caractères de l'appareil végétatif, caractères de l'inflorescence et caractères de l'appareil reproducteur.

L'analyse en composantes principales nous a permis de mettre en évidence les caractères morphologiques les plus importants. Nous constatons que les caractères qui se sont avérés discriminants sur le plan taxonomique, correspondent à ceux de l'appareil reproducteur. Ils concernent principalement ceux de la fleur et des pièces florales. Les caractères de l'appareil végétatif contribuent également à la différenciation. L'importance des caractères les uns vis-à-vis des autres a été confirmée par des intervalles de confiance.

Les caractères de l'appareil reproducteur adoptés comme : longueur du pédoncule floral (G), longueur de la bractée (I), longueur de la fleur (O), longueur du calice (P), longueur de l'étendard (T) et longueur de la carène (U) sont de bons caractères diagnostiques. Ce sont des descripteurs de diagnoses de la flore de Maire (1987) où ils sont souvent mentionnés. Certains de ces caractères tels que : longueur de la bractée (I), longueur de l'étendard (T) et longueur de la carène (U) font partie aussi de la diagnose de Flora Europea (1968).

L'utilisation de Flora Europea (1968), nous a permis de sélectionner les caractères qui se rapportent aux bractéoles ; longueurs de la première bractéole et de la deuxième bractéole (K, M) qui ont été discriminants dans notre analyse. Les observations personnelles effectuées sur l'ensemble des échantillons, nous ont permis de sélectionner, le caractère taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal (J), il s'est avéré discriminant. En ce qui concerne les caractères : taille relative de la première bractéole comparée à la taille du tube calicinal (L) ainsi que ; taille de la deuxième bractéole comparée à la taille du tube calicinal (N), une grande attention leur a été donnée dans la flore de Maire (1987). Pour chaque espèce décrite, Maire signale si les bractéoles égalent, dépassent ou ne dépassent pas le tube calicinal en prenant compte les deux bractéoles en même temps. Dans notre étude, ces caractères se sont avérés avoir une certaine importance discriminante.

Les caractères qualitatifs de l'appareil reproducteur que nous avons utilisés à partir de différentes flores : taille des trois dents de la lèvre supérieure du calice (R) ; de la flore de Maire (1987), pilosité du calice (Q) et ouverture du calice (S) ; de la flore de Quézel et Santa (1962), ainsi que ceux tirés d'observations personnelles : pilosité du pédoncule florale (H), n'ont pas eu un impact dans notre étude à l'exception du caractère ouverture du calice (S). L'ouverture du calice (S) est un caractère qui a été cité aussi bien dans la flore de Quézel et Santa (1962) que dans la flore de Maire (1987), cependant avec beaucoup d'ambiguïté à son utilisation ; calice bilabié, calice nettement bilabié, calice fortement bilabié, calice à peine bilabié. Dans notre étude il a été nettement discriminant.

Les caractères de l'appareil végétatif, comme la longueur de la feuille (A) et la pilosité de la face inférieure de la feuille (C) sont peu significatifs à l'exception de la largeur de la feuille (B) citée dans Flora Europea (1968) et de la longueur des épines (D) citée dans la flore de Maire (1987).

Les deux caractères de l'inflorescence utilisés dans notre étude : longueur de l'inflorescence (E) et nombre de fleur par inflorescence (F) ne sont pas significatifs, ils n'ont également pas une importance taxonomique.

En morphométrie, les caractères de la feuille, de la fleur et du fruit ont prouvé leur utilité pour la clarification taxonomique au niveau générique et infragénérique du genre *Cytisus* (Gonzalez-Andres et Ortiz, 1996). Les caractères de l'appareil reproducteur sont largement utilisés dans la taxonomie des plantes, les caractères floraux jouent un rôle dans la différenciation entre les populations. Chez les Fabaceae, la diversité morphologique de différents genres a été analysée sur la base d'un large ensemble de caractères morphologiques, notamment ceux que nous avons utilisés dans notre étude. Van de Wouw et al., (2003) en étudiant le complexe *Vicia sativa*, a montré que des caractères comme la longueur de l'étendard, le rapport entre les dents du calice et le tube calicinal ainsi que la pilosité du tube calicinal jouent un rôle important dans la séparation des sous-espèces. Les caractères qui se rapportent à la longueur des folioles, la largeur des folioles et le nombre de folioles confirment leur utilité dans une étude de plusieurs espèces du genre *Indigofera* du Nigeria (Soladoye et al., 2010).

Il existe peu d'études sur la variabilité morphologique des différents genres appartenant à la tribu des Genisteeae. Sur le genre *Ulex*, Kirchner et Bullock (1999) ont mesuré la longueur de la première épine, les longueurs du calice, de l'étendard, de la carène et des ailes afin de

différencier les 2 sous-espèces *minor* et *gallii* car ce sont deux espèces morphologiquement semblables et difficile à séparer. Pour la famille des Fabaceae en général, et la tribu des Genisteae en particulier, la morphologie de la gousse et de la graine sont très utilisées. Plusieurs espèces ont pu être différenciées sur la base d'études utilisant ces caractères, par exemple : les espèces ligneuses du genre *Medicago* (González-Andrés et al., 1999) ainsi que plusieurs espèces et variétés du genre *Acacia* d'Argentine (Pometti et al., 2007). González-Andrés et Ortiz (1995), montrent que les caractères : longueur et largeur de la graine, longueur et largeur de l'arille de la graine sont adéquats au niveau générique, ils différencient bien les genres *Cytisophyllum*, *Cytisus*, *Chamaecytisus* et *Genista*.

Pour notre cas, les caractères qui se rapportent à la gousse (taille de la gousse, pilosité de la gousse, nombre de graines par gousse) n'ont pas pu être utilisés car plusieurs populations échantillonnées ne présentaient pas ces caractères. Certaines populations possédaient des gousses dont les graines n'avaient pas terminées leur croissance. La production de graines chez le genre *Genista* est élevée, mais beaucoup sont mangés par les insectes, et certaines dégènerent. Seule une petite partie est capable de germer (Rega, 2006).

D'une manière générale, les caractères de l'appareil reproducteur sont plus stables que ceux de l'appareil végétatif. Les caractères qui se forment après une longue période d'activité méristématique (surtout la taille et le nombre des feuilles) seraient sous l'influence de l'environnement, par conséquent, ils seraient plus plastiques que ceux qui sont formés plus vite tel que les caractères reproductifs. La fleur est l'organe le plus constant au sein d'un taxon donné parce qu'il est moins influencé par l'adaptation aux différentes situations physio-écologique (Stebbins, 1950 ; Emberger, 1960 in González-Andrés et Ortiz, 1996).

Sur d'autres groupes d'angiospermes comme les Poaceae et les Hyacinthaceae, les caractères floraux s'avèrent plus stables que ceux de l'appareil végétatif (Amirouche et Misset, 2007 ; Bandou et al., 2009 ; Hamouche et al., 2010).

Les espèces du genre *Genista* sur lesquelles nous avons travaillé, sont localisées dans différents bioclimats. En Kabylie, à l'est, on retrouve *G. ulicina* dans le subhumide (à la limite de l'humide). *G. erioclada* se localise dans l'étage subhumide. *G. cephalantha* et *G. hirsuta* se développent dans le semi-aride dans l'Oranie. Par contre, les populations de *G. tricuspidata*, sont réparties depuis l'étage bioclimatique subhumide jusqu'à l'humide.

En étudiant l'influence des caractères bioclimatiques sur les différentes espèces récoltées du genre *Genista*, nous remarquons que *G. tricuspidata* ainsi que *G. erioclada* sont influencées par l'altitude (Alt), la pluviométrie (Pmm) et la température hivernale (mC°) alors que *G. cephalantha*, *G. ulicina* et *G. hirsuta* sont corrélées à la température estivale (MC°).

La variabilité de *Genista tricuspidata* a été particulièrement analysée. La répartition des populations est probablement corrélée aux facteurs bioclimatiques d'une part et aux facteurs microclimatiques d'autre part. La sous-espèce *duriaei* de Hadjout et Chréa est localisé à l'Ouest d'Alger et la sous-espèce *eu-tricuspidata* (Tikjda, Azazga, Boghni, Draa El Mizan et Adekar) plus à l'est est proche du Djurdjura.

A l'heure actuelle, une grande attention est portée aux modifications montrées par une espèce ou une forme face à différentes influences environnementales, ainsi qu'au degré de ces modifications (Bradshaw, 1965 ; Schlichting, 1986). La plasticité phénotypique, ou la capacité d'un génotype donné de prendre différents phénotypes sous différentes conditions environnementales, est un moyen de faire face à l'hétérogénéité de l'environnement (Bradshaw, 1965; Sultan, 2000). Beaucoup d'études ont montré que les plantes peuvent être plastiques pour de nombreux traits tels de la morphologie, la physiologie et l'anatomie (Sultan, 2003 ; Valladares, 2007). Chez *Astragalus lentiginosus* (Knaus, 2010), la morphologie est corrélée avec le climat. Pour le genre *Genista*, la plasticité phénotypique est également sous tendue par la multitude de nombres chromosomiques. En effet, plusieurs nombres ont été signalés chez le genre *Genista* ($2n = 18, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 72, 80, 96$). Leur petite taille rend leur comptage très difficile. La dysploïdie et l'aneuploïdie, rend ce genre très hétérogène (Verlaque, 1992). Selon Azzoui et al., (1999), le genre *Genista* L. à une grande plasticité écologique. De plus, les espèces de ce genre, sont présentes dans des territoires soumis à des conditions bioclimatiques très différentes, depuis le semi-aride jusqu'au perhumide.

Conclusions

Ce travail est une approche préliminaire d'inventaire, de mise à jour taxonomique et nomenclaturale des populations naturelles du genre *Genista* en Algérie. Notre travail a porté sur 14 populations récoltées en Algérie du nord dans diverses conditions bioclimatiques.

La première partie de ce travail est consacrée au statut taxonomique des cinq espèces étudiées. L'identification des échantillons récoltés est réalisée à partir des flores en usage et à partir de banques de données spécialisées.

En accord avec les bases de données dont *African Plant Database* (Dobignard, 2011) qui les considèrent comme valides, nous avons retenu *G. cephalantha* Spach, *G. ulicina* Spach, *G. hirsuta* Vahl et *G. tricuspidata* Desf. Par contre, pour *G. erioclada* qui est considérée comme sous-espèce de *G. hirsuta* suivant *Flora Iberica* (Talavera et al., 1999), nous avons maintenu pour ce taxon, le rang d'espèce en conformité avec la flore et de Maire (1987).

La seconde partie a porté sur la variabilité morphologique des espèces et la recherche de critères diagnostiques. Les études ont reposé sur des analyses numériques univariées (intervalles de confiance, métroglyphes) et multivariées (Analyses en Composantes Principales, Analyses Discriminantes et Canoniques). Nous avons retenu 12 caractères discriminants, les plus importants sont relatifs à:

- *l'appareil végétatif:*

largeur des feuilles et longueur des épines.

- *l'appareil reproducteur:*

longueur du pédoncule floral, longueur de la bractée, taille de la bractée comparée à la taille du tube calicinal, longueur des bractéoles, taille des bractéoles comparée à la taille du tube calicinal, longueur de la fleur, longueur du calice, longueur de l'étendard, longueur de la carène et l'ouverture du calice.

Ces caractères nous ont permis de distinguer et de bien caractériser les cinq taxons :

- *G. cephalantha* Spach
- *G. ulicina* Spach
- *G. hirsuta* Vahl
- *G. erioclada* Spach
- *G. tricuspidata* Desf.

Pour les genêts d'Algérie, nous avons remarqué une structuration écogéographique qui semble être reliée à l'endémisme des espèces. Nous avons mis en évidence que la variabilité de *G. tricuspidata* et de *G. erioclada*, est corrélée aux paramètres bioclimatiques principalement l'altitude, la pluviométrie et des températures hivernales basses. Par contre, *G. cephalantha*, *G. ulicina* et *G. hirsuta* sont corrélées à des températures estivales élevées.

Le genre *Genista* représente sans doute un modèle d'étude et de compréhension de la biodiversité et des relations entre endémisme, adaptation et spéciation. Un échantillonnage plus large prenant en compte l'ensemble des espèces algériennes et une caractérisation écologique des stations permettraient de mieux appréhender la variabilité de ce genre.

Des études cytogénétiques (caryologie, quantité d'ADN...), pour l'Afrique du Nord et l'Algérie en particulier seraient souhaitables. En effet, les premières données caryologiques acquises dans le cadre de cette étude, ont permis de déterminer un nouveau nombre chromosomique ($2n = 42$) chez *Genista tricuspidata*.

Par ailleurs, des études phylogénétiques basées sur des séquences de l'ADN nucléaire ou chloroplastique devraient permettre de caractériser les types morphologiques et les relations phylogéographiques. Des premiers résultats de phylogénie sur l'ADN ribosomal (ETS, *External Transcribed Spacers*) acquis dans le cadre de la collaboration avec l'université de Rennes 1, indiquent l'importance de ces marqueurs et l'originalité des *Genista* algériens.

Références bibliographiques

- Aïnouche A., Bayer R.J. 1999.** Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Amer. J. Bot.* 86 (4): 590-607.
- Aïnouche A., Bayer R.J., Cubas P., Misset M.T. 2003.** Phylogenetic relationships within tribe Genisteae (Papilionoideae) with special reference to genus *Ulex*. In: Klitgaard B., Bruneau A. (eds.). *Advances in Legume Systematics*, part 10, Higher Level Systematics, pp. 239-252.
- Aïnouche A., Bayer R.J., Misset M.T. 2004.** Molecular phylogeny, diversification and character evolution in *Lupinus* (Fabaceae) with special attention to Mediterranean and African lupines. *Plant Syst. Evol.* 246: 211-222.
- Amirouche N., Misset M.T. 2007.** Morphological variation and distribution of cytotype in diploid tetraploid complex of genus *Dactylis* L. (Poaceae) in Algeria. *Plant Syst. Evol.* 264: 157-174.
- Amirouche R., Misset M.T. 2009.** Flore spontanée d'Algérie: différenciation écogéographique des espèces et polyploïdie. *Cah. Agric.* 18 (6): 474-480.
- Angiosperm Phylogeny Group 2009.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linnean Society* 161: 105-121.
- Azzioui O., Es-Sgaouri A., Fennane M. 1999.** Valeur écologique et biogéographique du genre *Genista* L. au Maroc. *Lagascalia* 21 (2): 263-278.
- Bandou H., Rodriguez-Quijano M., Carrillo J.M., Branlard G., Zaharieva M., Monneveux P. 2009.** Morphological and genetic variation in *Aegilops geniculata* from Algeria. *Plant Syst. Evol.* 277: 85-97.
- Benmiloud-Mahieddine R., Abirached-Darmency M., Brown S.C., Kaid-Harche M., Silijak Yakovlev S. 2011.** Genome size and cytogenetic characterization of three Mediterranean *Retama* species. *Tree Genetics and Genomes* 7: 987-998.
- Bennett M.D., Bhandol P., Leitch I.J. 2000.** Nuclear DNA amounts in Angiosperms and their modern uses-807 new estimates. *Annals of Botany* 86: 859-909.
- Bidault M. 1971.** Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs. Notions fondamentales de systématique moderne. Eds. Doin. Paris. 145 p.
- Bisby F.A. 1981.** Genisteae (Adans.) Benth. In Polhill, R. M., Raven, P. H., (eds.): *Advances in Legume Systematics*, 1. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 409-425.
- Bradshaw A.D. 1965.** Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13: 115-155
- Cavin A.L. 2007.** Contribution à la connaissance taxonomique et chimique de fruits africains du genre *Detarium* (Fabaceae-Caesalpinioideae): *D. microcarpum* Guill. et Perr. et des formes comestibles et toxiques de *D. senegalense* J.F. Gmel. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences de l'Université de Genève. 145 p.
- Chaumont et Paquin 1971.** Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500000ème. *Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*. Faculté des Sciences. Alger. 24p.
- Crisp M.D., Gilmore S., Van Wyk B.E. 2000.** Molecular phylogeny of the genistoid tribes of papilionoid legumes. In: herendeen P.S., Bruneau A. (eds.). *Advances in Legume Systematics* 9. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 249-276.
- Cristofolini G. 1997.** The biodiversity of the Leguminosae-Genisteae and its genesis. *Lagascalia* 19 (1-2): 121-128.
- Cubas P., Pardo C., Sanchez-Mata D., Canto P. 1998.** Karyological and taxonomic notes on *Genista* L. (Papilionoideae, Leguminosae) from the Iberian Peninsula. *Bot. J. of the Linnean Society* 128: 423-434.
- Cubas P., Pardo C., Tahiri H. 2002.** Molecular approach to the phylogeny and systematic of *Cytisus* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (*trnL-trnF* intergenic spacer). *Plant Syst. Evol.* 233: 223-242.
- Cusma Velari T., Feoli Chiapella L., Kosovel V. 2009.** Karyomorphology and systematics of the eastern taxa of *Genista* sect. *Spartioides* and *G. pulchella* (Genisteae-Fabaceae). *Caryologia* 62 (2): 102-113.
- Cusma Velari T., Feoli Chiapella L., Cristin C. and Kosovel V. 1999.** Karyological systematics of *Genista ifniensis* A. Caballero, *Genista tricuspidata* Desf., and related species (Genisteae-Fabaceae). *Studia Geobotanica* 17: 77-83.

- Daget J., Hureau J.C. 1968.** Utilisation des statistiques d'ordre en taxonomie numérique. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*. 2e Série - Tome 40, n° 3: 465-473.
- Daly D.C., Cameron K.M., Stevenson D.W. 2001.** Plant systematics in the age of genomics. *Plant physiology* 127: 1328-1333.
- De Castro O., Cozzolino S., Jury S., Caputo P. 2002.** Molecular relationships in *Genista* L. Sect. *Spartocapus* Spach (Fabaceae). *Plant Syst. Evol.* 231: 91-108.
- Doyle J.J., Chappill J.A., Bailey D.C., Kajita T. 2000.** Towards a comprehensive phylogeny of legumes: evidence from *rbcL* sequences and non-molecular data. In: P.S. Herendeen and A. Bruneau (eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens. Kew. pp 1-20.
- Doyle J.J., Doyle J.L., Ballenger J.A., Palmer J.D. 1996.** The distribution and phylogenetic significance of a 50 kb chloroplast DNA inversion in the flowering plant family Leguminosae. *Mol. Phyl. Evol.* 5: 429-438.
- Doyle J.J., Luckow M.A. 2003.** The Rest of the Iceberg. Legume Diversity and Evolution in a Phylogenetic Context. *Plant physiology* 131: 900-910.
- Ferrari J. 2002.** Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elles: *Gnidia involucrata* Steud. ex A. Rich. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences de l'Université de Lausanne. 282 p.
- Frodin D.G., Heywood V.H. 1968.** *Genista* L. In **Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A.** (eds.) *Flora Europea*. Cambridge University Press. Vol 2. 455 p.
- Gibbs P.E. 1966.** A revision of the genus *Genista* L. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 27: 11-99.
- González-Andrés F., Chávez J., Montañez G., Ceresuela J.L. 1999.** Characterisation of woody *Medicago* (sect. *Dendrotelis*) species, on the basis of seed and seedling morphometry. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 505-519.
- González-Andrés F., Ortiz J.M. 1995.** Seed morphology of *Cytisophyllum*, *Cytisus*, *Chamaecytisus* and *Genista* (Fabaceae: Genisteae) species for characterization. *Seed Sci. and Technol.* 23: 289-300.
- González-Andrés F., Ortiz J.M. 1996.** Morphometrical characterization of *Cytisus* and allies (Genisteae: Leguminosae) as an aid in taxonomic discrimination. *Israel Journal of Plant Sciences* 44: 95-114.
- Greilhuber J. 2005.** Intraspecific variation in genome size in Angiosperms: Identifying its existence. *Annals of Botany* 95: 91-98
- Greinwald R., Cantó P., Bachmann P., Watte L., Czygan F.C. 1992.** Distribution and taxonomic significance of alkaloids in the *Genista cinerea* aggregat. *Biochem. Syst. Ecol.* 20: 75-81.
- Hamouche Y., Amirouche N., Misset M.T., Amirouche R. 2010.** Cytotaxonomy of autumnal flowering species of Hyacinthaceae from Algeria. *Plant Syst. Evol.* 285:177-187
- Herendeen P. S., Wing S. 2001.** Papilionoid legume fruits and leaves from the Paleocene of northwestern Wyoming. *Botany 2001 Abstracts*, published by Botanical Society of America (<http://www.botany2001.org/>).
- Hewitt G. 2000.** The genetic legacy of the quaternary ice ages. *Nature*. 405: 907-913.
- Heywood V.H. 1976.** *Plant taxonomy*. Ed. Edward Arnold. 63p.
- Hsü K.J., Montadert L., Bernouli D., Cita M.B., Erickson A., Garrison R.E., Kidd R.B., Mèlierés F., Wright R. 1977.** History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature* 267: 399-403
- Jahier J., Chèvre A.M., Delourme R., Eber F.S., Tanguy A.M. 1990.** *Techniques de cytogénétique végétale*. Ed. INRA. Paris. 184 p.
- Jeanmonod D., Gamisans J. 2007.** *Flora Corsica* Edition Edisud: 442-453.
- Judd W., Campbell C, Bouharmont J., Kellog E.A., Stevens P., Evrard C. 2002.** *Botanique Systématique: Une Perspective Phylogénétique*. Ed. De Boeck Université. France. 488 p.
- Kamari G., Blanché C., Garbari F. 2004.** Mediterranean chromosome number reports. *Fl. Medit.* 14: 423-453.
- Käss E., Wink M. 1995.** Molecular phylogeny of the Papilionoideae (Family Leguminosae): *rbcL* gene sequences versus chemical taxonomy. *Bot. Acta.* 108: 149-162.
- Käss E., Wink M. 1996.** Molecular evolution of the Leguminosae: Phylogeny of the three subfamilies based on *rbcL* sequences. *Biochem. Syst. Ecol.* 24: 365-378.

- Käss E., Wink M. 1997a.** Phylogenetic relationships in the Papilinoideae (Family Leguminosae) based on nucleotide sequences of cpDNA (*rbcL*) and (ITS1 and 2). *Mol. Phyl. Evol.* 8 (1): 65-88.
- Käss E., Wink M. 1997b.** Molecular phylogeny and phylogeography of *Lupinus* (Leguminosae) inferred from nucleotide sequences of *rbcL* gene ITS 1+2 regions of rDNA. *Plant Syst. Evol.* 208: 139-167.
- Kirch J., Veit M., Watzig H., Greinwald R., Czygan F. 1995.** Alkaloidal variation in *Genista lobelii* s.l. (Fabaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 23 (6): 635-643.
- Kirchner F., Bullock M. 1999.** Taxonomic separation of *Ulex minor* Roth and *U. gallii*. Planch morphometrics and chromosome counts. *Watsonia* 2: 365-316.
- Knaus B.J. 2010.** Morphometric architecture of the most taxon rich species in the U.S. flora: *Astragalus lentiginosus* (Fabaceae). *Amer. J. Bot.* 97 (11): 1816-1826.
- Krijgsman W., Hilgen F.J., Raf I., Sierro F.J., Wilsonk D.S. 1999.** Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature* 400: 652-655.
- Kumar A., Hirochika H., 2001.** Applications of retrotransposons as genetic tools in plant biology. *TRENDS in Plant Science* 6 (3):127-134.
- Lai Fang N.R., Bahorun T., Khittoo G. 2001.** Chemosystematics: a new source of evidence for the classification of the endemic flora of Mauritius In: *Proceedings of the second Annual Meeting of Agricultural Scientists*, Réduit, Mauritius, 73-79.
- Lamotte M., 1971.** Initiation aux méthodes statistiques en Biologie. Edt. Masson et Cie. Paris. 144 p.
- Loget N., Van Den Driessche J. 2006.** On the origin of the strait of Gibraltar. *Sedimentary Geology* 188-189: 341-356.
- Maire R. 1987.** Flore de l'Afrique du nord. Eds. Paul Lechevalier. Vol.16. pp.132-300
- Martin E., Dinc M., Duran A., Dogan B., Hakki E.E. 2009.** Cytogenetical analysis of 12 taxa of *Genista* L. (Fabaceae) from Turkey. *Bangladesh. J. Plant Taxon* 16 (2): 151-156.
- Masharabu T., 2010.** Distribution et fréquence d'occurrence des plantes vasculaires au Parc National de la Ruvubu, Burundi. *European Journal of Scientific Research* 43 (4): 466-479.
- Mercado-Ruaro P., Delgado-Salinas A. 1998.** Karyotypic studies on species of Phaseolus (Fabaceae: Phaseolinae). *Amer.J. Bot.* 85 (1): 1-9.
- Naganowska B., Wolko B., Śliwińska E., Kaczmarek Z. 2003.** Nuclear DNA content variation and species relationships in the genus *Lupinus* (Fabaceae). *Annals of Botany* 92: 349-355.
- Ohri D. 1998.** Genome size variation and plant systematic. *Annals of Botany* 82: 75-83.
- Pardo C., Cubas P., Tahiri H. 2004.** Molecular phylogeny and systematics of *Genista* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (*trnL-trnF* intergenic spacer). *Plant Syst. Evol.* 244: 93-119.
- Pardo C., Cubas P., Tahiri H. 2008.** Genetic variation and phylogeography of *Stauracanthus* (Fabaceae, Genisteae) From the Iberian Peninsula and northern Morocco assessed by chloroplast microsatellite (cpssr) markers. *Amer. J. Bot.* 95(1): 98-109.
- Philippeau G. 1992.** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales.
- Polhill R.M. 1981.** Tribe 29. Crotalariaeae (Benth.) Hutch. In: Polhill R.M. and Raven P.H. (eds.) *Advances in legume systematics*, part 1, pp. 191-208. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Polhill R.M. 1994.** Classification of the Leguminosae. In: Bisby F.A., Buckingham J., Harborne J.B. (eds.). *Phytochemical dictionary of the Leguminosae*, Vol. 1, XliX-Ivi. Chapman et Hall, London.
- Pometti C.L., Cialdella A.M., Vilardi J.C., Saidman B.O. 2007.** Morphometric analysis of varieties of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): taxonomic inferences in the context of other Argentinean species. *Plant Syst. Evol.* 264: 239-249
- Quézel P., Santa S. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales Ed. CNRS. France. Tome I. 560 p.
- Rega D.M. 2006.** Filogenesi del genere *Genista* L. (Fabaceae): evidenze molecolari e morfologiche. Thèse de Doctorat. Uuniversità Degli Studi di NAPOLI FEDERICO II. 111 p.
- Rigano D., Cardile V., Formsano C., Maldini M.T., Piacente S., Bevilacqua J., Russo A., Senatore F. 2009.** *Genista sessilifolia* DC. And *Genista tinctoria* L. inhib UV light and nitric oxide-induced DNA damage and human melanoma cell growth. *Chemico-Biological Interactions* 180: 211-219.

- Rodríguez-Riaño T., Ortega-Olivencia A., Devesa J.A. 2004.** Reproductive biology in *Cytisus multiflorus* (Fabaceae). *Ann. Bot. Fennici*. 41: 179-188.
- Schlichting C.D. 1986.** The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: 667-693.
- Seijo J.G., Fernandez A. 2003.** Karyotype analysis and chromosome evolution in South American species of *Lathyrus* (Leguminosae). *Amer. J. Bot.* 90 (7): 980-987.
- Seltzer 1948.** Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phys. Glob. Université d'Alger. 219p.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. 1973.** Numerical Taxonomy. The principles and practise of numerical classification. Freeman.W.H & Co., San Francisco. 573 p.
- Soladoye M.O., Sonibare M.A., Chukwuma E.C. 2010.** Morphometric study of the genus *Indigofera* Linn. (Leguminosae-Papilionoideae) in South-Western Nigeria. *Inter. J. Bot.* 6 (3): 343-350.
- Soltis D.E., Soltis P.S. 1999.** Polyploidy: recurrent formation and genome evolution. *Tree* 14 (9): 348-352.
- Soltis P.S., Soltis D.E. 2000.** The role of genetic and genomic attributes in the success of polyploids. *PNAS*. 97(13): 7051-7057.
- Soltis P.S., Soltis D.E. 2009.** The role of hybridization in plant speciation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 60: 561-88.
- Stebbins G.L. 1971.** Chromosomal evolution in higher plants. Ed. Arnold E. London. 216 p.
- Stewart P. 1974.** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du nord* 65: 239-248.
- Suc J.P. 1984.** Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307: 429-432.
- Sultan S.E. 2000.** Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends Plant. Sci.* 5: 537-542.
- Sultan S.E. 2003.** Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. *Evolution and Development*. 5(1): 25-33.
- Talavera S. 1999.** *Genista* L. In Talavera S., Aedo C., Castroviejo S., Romero Zarco C., Saez L., Salgueiro F.J., Velayos M. Flora Iberica, (eds.), Real Jardin Botanico, CSIC, Madrid. 7 (1): 45-119.
- Thompson J.D., Lavergne S., Affre1 L., Gaudeul M., Debussche1 M. 2005.** Ecological differentiation of Mediterranean endemic plants. *Taxon* 54(4): 967-976
- Tsaliki M., Diekmann M. 2011.** Population size, pollination and reproductive success in two endangered *Genista* species. *Flora* 206: 246-250.
- Valladares F., Gianoli E., Gómez J.M. 2007.** Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist* 176: 749-763.
- Van de Wouw M., Maxted N., Ford-Lloyd B.V. 2003.** A multivariate and cladistic study of *Vicia* L. ser. *Vicia* based on analysis of morphological characters. *Plant Syst. Evol.* 237: 19-39
- Van Wyk B.E. 2003.** The value of chemosystematics in clarifying relationships in the genistoid tribes of papilionoid legumes. *Biochem. Syst. Ecol.* 31: 875-884.
- Verlaque R. 1992.** Modalités de la spéciation chez les Genisteae. *Actes del Simposi Internacional de Botànica Pius Font i Quer* 2: 49-68.
- Wink M. 2003.** Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry* 64: 3-19
- Wink M., Mohamed G.I.A. 2003.** Evolution of chemical defense traits in the Leguminosae: mapping of distribution patterns of secondary metabolites on a molecular phylogeny inferred from nucleotide sequences of the *rbcL* gene. *Biochem. Syst. Ecol.* 31: 897-917
- Wojciechowski M.F. 2003.** Reconstructing the phylogeny of legumes (Leguminosae): an early 21st century perspective. In BB Klitgaard, A Bruneau, eds. *Advances in Legume Systematics*, Part 10. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Wojciechowski M.F., Lavin M., Sanderson M.J. 2004.** A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid *matK* gene resolves many well supported subclades within the family. *Amer. J. Bot.* 91 (11): 1846-1862.
- Young N.D., Mudge J., Ellis Th.N. 2003.** Legume genomes: more than peas in a pod. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 199-204.

Annexes

ANNEXE I

Préparation du Réactif de Schiff

Pour un litre de solution :

- 4 g de fuschine basique
- 800 ml d'eau distillée
- 120 ml d'HCL 1N
- 12 g de métabisulfite de potassium

-Faire bouillir l'eau distillée dans un erlenmeyer de 2 litres. Eteindre la source de la chaleur, attendre l'arrêt total de l'ébullition et verser lentement la fuschine

-Agiter puis laisser refroidir jusqu'à 50°C.

-Ajouter l'acide chlorhydrique normal.

-Filtrer, puis ajouter le métabisulfite de potassium

-Agiter fortement (agitateur magnétique), pendant 2 mn, puis filtrer

La conservation se fait à l'obscurité dans un flacon en verre fumé bien bouché.

Préparation de 0.002 % de 8-hydroxyquinoleine

-Dissoudre 290 mg de 8-hydroxyquinoleine dans 1000 ml d'eaux distillées à 60°C et sous agitation pendant 5 h

-Stoker à 4°C

La solution ne se conserve que quelques jours

Préparation de 1 % d'orcéine-acétique

Solution mère

-Dissoudre 2,2g d'orcéine dans 100 ml d'acide acétique

-Porter à ébullition

-Laisser refroidir, agiter et filtrer

Solution à 1%

-Dissoudre 4,5 ml de solution mère dans 5,5 ml d'eau distillée

La dilution se fait au moment de l'emploi

ANNEXE II

Paramètres statistiques des caractères morphologiques les plus discriminants

Pop.	Ind.	Caractères														
		B mm	D mm	G mm	I mm	J mm	K mm	L mm	M mm	N mm	O mm	P mm	S mm	T mm	U mm	
Tipaza	6	Moyenne	2,48	16,18	1,56	2,32	0,71	1,01	0,10	0,92	0,10	9,95	3,86	0,76	6,74	8,45
		Ecart typa	0,26	1,68	0,21	0,37	0,37	0,33	0,24	0,27	0,24	0,25	0,21	0,39	0,75	0,45
Hadjout	10	Moyenne	3,23	10,53	0,93	2,53	1,68	1,96	1,57	1,97	1,62	7,17	3,29	0,82	4,77	6,40
		Ecart typa	0,54	2,11	0,19	0,69	0,52	0,60	0,65	0,61	0,55	0,74	0,42	0,18	0,37	0,55
Ténès	8	Moyenne	1,71	17,30	1,95	3,40	0,95	1,83	0,14	1,77	0,09	11,89	5,43	0,49	8,90	10,07
		Ecart typa	0,18	1,58	0,15	0,27	0,60	0,31	0,22	0,28	0,13	0,50	0,45	0,25	0,58	0,43
Kristel	4	Moyenne	2,61	0,00	0,37	8,53	2,00	5,45	2,00	4,85	2,00	11,36	8,51	0,00	8,83	10,80
		Ecart type	0,58	0,00	0,03	0,17	0,00	0,93	0,00	1,13	0,00	0,89	1,13	0,00	0,41	0,74
Oran	8	Moyenne	2,19	17,25	0,71	5,40	2,00	2,20	1,38	2,21	1,25	11,57	5,11	0,00	9,34	9,89
		Ecart type	0,27	3,65	0,20	1,16	0,00	0,51	0,39	0,44	0,41	0,62	0,65	0,00	0,86	0,61
Chrèa 1	10	Moyenne	3,44	14,06	1,02	1,84	0,56	1,24	0,33	1,18	0,24	8,32	2,82	1,00	5,64	7,00
		Ecart type	0,36	1,92	0,10	0,45	0,81	0,19	0,31	0,12	0,26	0,43	0,28	0,00	0,61	0,43
Chrèa 2	10	Moyenne	3,22	13,52	0,98	2,20	1,48	1,60	1,22	1,55	1,19	9,01	3,33	0,91	6,55	7,14
		Ecart type	0,44	1,73	0,24	0,44	0,36	0,37	0,64	0,34	0,62	0,35	0,17	0,25	0,17	0,33
Tablat	6	Moyenne	2,61	14,98	1,47	1,60	0,00	0,52	0,00	0,45	0,00	9,08	2,90	1,16	6,34	7,43
		Ecart type	0,22	0,75	0,20	0,14	0,00	0,11	0,00	0,08	0,00	0,56	0,21	0,32	0,61	0,28
Tikdjda	8	Moyenne	2,68	9,65	0,78	1,28	0,25	0,63	0,00	0,69	0,00	7,70	2,24	0,97	4,68	6,44
		Ecart type	0,19	1,50	0,16	0,19	0,53	0,15	0,00	0,13	0,00	0,80	0,17	0,07	0,52	0,88
Azazga	5	Moyenne	3,08	12,65	0,81	1,82	0,90	1,18	0,52	1,12	0,39	8,44	2,79	1,00	5,46	7,37
		Ecart type	0,10	0,86	0,16	0,37	0,62	0,27	0,54	0,26	0,58	0,73	0,12	0,00	0,57	0,69
Boghni	7	Moyenne	3,41	10,86	0,79	1,17	0,07	0,82	0,00	0,81	0,00	7,91	2,52	1,13	4,91	6,86
		Ecart type	0,85	2,82	0,16	0,18	0,19	0,09	0,00	0,10	0,00	0,81	0,16	0,30	0,98	0,68
Draa El Mizan	7	Moyenne	2,14	15,24	1,25	1,72	0,06	0,87	0,03	0,86	0,00	7,75	2,84	0,69	5,80	6,59
		Ecart type	0,17	1,61	0,35	0,31	0,15	0,28	0,08	0,28	0,00	1,05	0,36	0,32	1,04	1,03
Adekar	7	Moyenne	2,70	10,71	0,83	1,66	0,61	1,01	0,37	1,01	0,27	8,63	2,58	0,57	5,35	7,00
		Ecart type	0,23	2,38	0,18	0,17	0,47	0,08	0,35	0,13	0,26	0,56	0,23	0,41	0,54	0,47
Adekar	6	Moyenne	2,53	10,78	1,09	7,77	2,00	4,31	1,93	4,29	1,93	13,21	7,38	0,00	9,23	10,28
		Ecart type	0,23	0,69	0,13	0,54	0,00	0,30	0,10	0,33	0,10	0,23	0,49	0,00	0,37	0,27

Résumé : Contribution à l'étude biosystématique du genre *Genista* L. en Algérie

Le genre *Genista* (Fabaceae, sous-famille Papilionoideae, tribu des Genisteae) est représenté en Algérie par 16 espèces dont 11 endémiques. Cette étude est une approche préliminaire qui a pour objectif l'évaluation de la diversité phénotypique des populations naturelles du genre *Genista* en Algérie. Elle a porté sur 14 populations naturelles échantillonnées en Algérie du nord dans diverses conditions bioclimatiques. L'évaluation de la diversité a été appréhendée par plusieurs approches : taxonomiques, morphologique et caryologique. Cinq taxons ont été identifiés sur la base de la flore de Maire, il s'agit de : *Genista erioclada* Spach, *Genista ulicina* Spach, *Genista hirsuta* Vahl., *Genista cephalantha* Spach et *Genista tricuspidata* Desf. La consultation des sites de synonymies spécialisées a permis de statuer sur la taxonomie actuelle de ces espèces qui est acceptée pour *G. ulicina* Spach, *G. hirsuta* Vahl., *G. cephalantha* Spach et *G. tricuspidata* Desf., alors qu'elle est refusée pour *G. erioclada* Spach. Les analyses morphologiques multivariées ont mis en évidence l'importance des caractères de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur. Une grande plasticité phénotypique a été mise en évidence, elle apparaît corrélée aux paramètres bioclimatiques tels l'altitude (Alt), la pluviométrie (Pmm), la température estivale (MC°) et la température hivernale (mC°). Une approche caryologique a été réalisée sur *Genista tricuspidata* et un nouveau nombre chromosomique $2n = 42$ a été établi pour la flore d'Algérie.

Mots clés : *Genista*, Papilionoideae, Algérie, morphologie, statut taxonomique, plasticité phénotypique, caryologie.

Abstract : Contribution to the biosystematic study of the genus *Genista* L. in Aleria

The genus *Genista* (Fabaceae, subfamily Papilionoideae, tribe Genisteae) is represented in Algeria by 16 species including 11 endemic. This study is a preliminary approach which aims to evaluate the phenotypic diversity of natural populations of the genus *Genista* in Algeria. It has focused on 14 natural populations sampled in northern Algeria in different bioclimatic conditions. The evaluation of diversity was apprehended by several approaches: taxonomic, morphological and karyological. Five taxa were identified on the basis of Maire flora, these are: *Genista erioclada* Spach, *Genista ulicina* Spach, *Genista hirsuta* Vahl., *Genista cephalantha* Spach and *Genista tricuspidata* Desf. Consultation of specialized synonymies database allowed as to rule on current taxonomy of these species which is accepted for *G. ulicina* Spach, *G. hirsuta* Vahl., *G. cephalantha* Spach et *G. tricuspidata* Desf., while it is refused for *erioclada* Spach. Morphological multivariate analysis shows the importance of vegetative and reproductive characters. A large phenotypic plasticity has been demonstrated, it appears correlated to bioclimatic variables such as altitude (Alt), rainfall (Pmm), summer temperature (M°C) and winter temperature (m°C). Karyological approach was performed on *Genista tricuspidata* and a new chromosome number $2n=42$ was established for Algerienne flora.

Keywords: *Genista*, Papilionoideae, Algeria, morphology, taxonomic status, phenotypic plasticity, karyology.

ملخص: مساهمة في دراسة بيوسستمائية عن جنس *Genista* L. الجزائر
جنس *Genista* متمثل في الجزائر ب 16 نوع منها 11 مستوطنة. هذه الدراسة عبارة عن خطوات أولية تهدف إلى تقييم التنوع المظهري لهذا الجنس. ترتكز الدراسة على 16 عينة طبيعية احتصبت من شمال الجزائر وفي مختلف الظروف المناخية. تم تقييم التنوع من خلال عدة طرق كالتصنيف المورفولوجيا و الكاربولوجيا. تم تحديد 5 أصناف على أساس كتاب النباتات ل Maire و هم : *Genista erioclada*, *ulicina* *Genista* : *hirsuta*, *Genista cephalantha*, *Genista tricuspidata*. بعد التطلع على مواقع المرادفات المتخصصة يمكن القول أن التصنيف الحالي لـ *Genista tricuspidata*, *Genista cephalantha*, *Genista hirsuta* و *ulicina* مقبول.
لقد اظرت الدراسة المورفولوجية أهمية خصائص الجهاز التكاثري و الجهاز الخضري لهذا الجنس. وقد أظهرت مرونة مظهرية كبيرة مرتبطة مع التغيرات المناخية مثل الارتفاع, الأمطار, درجة الحرارة الصيفية و درجة الحرارة الشتوية.
أجريت دراسة كاربولوجية على *taticuspidat* أظهرت رقم صبغي جديد في الجزائر وهو $2n=42$
كلمات المفتاح : الجزائر , المورفولوجيا , المرونة المظهرية , الكاربولوجيا ,