

---

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane Mira de Béjaïa  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie des Organismes et des Populations



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biologie.  
Option : Biologie de la Conservation et Ecodéveloppement

**Analyse des méioses et des mitoses de quelques morphotypes de *Medicago polymorpha* L. dans la région de la Soummam et Taskriout (Béjaïa).**

**Présenté par:** Mr. BOUCHIBANE Mebarek

**Devant le jury composé de :**

**Président** : Pr. Aïssa MOALI (Professeur à U.A.M.B).

**Rapporteur** : Dr. Mohamed SAHNOUNE (Maître de conférences à U.A.M.B)

**Examineurs** : Dr. Aïcha ZEBBOUDJ (Maître de Conférences à U.A.M.B)

: Dr. Mokrane IGUER-OUADA (Maître de conférences à U.A.M.B)

**Avril 2009**

---

---

## Remerciements

Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer mes vifs et sincères remerciements :

- à Monsieur Sahnoune Mohamed, Maître de conférences à l'université A. Mira de Béjaïa pour avoir accepté de m'encadrer ainsi que pour son aide, sa disponibilité et ses conseils et orientations ;
- à Monsieur Moali Aïssa, Professeur à l'université A. Mira de Béjaïa d'avoir sans hésiter, accepté de présider son jury de soutenance ;
- à Monsieur Iguer-Ouada Mokrane, Maître de conférences à l'université A. Mira de Béjaïa pour son amabilité à avoir accepté d'examiner ce modeste travail.
- à Madame Zebboudj Aïcha, Maître de conférences à l'université A. Mira de Béjaïa pour avoir aimablement accepté de porter son jugement sur nos modestes résultats.
- Je tiens aussi à remercier Mademoiselle Benmouhoub Hassina, Magister en biologie de la conservation et Eco développement, pour son aide et sa disponibilité lors de mon initiation aux techniques cytogénétiques ; Madame Djafri-Bouallag Linda et Monsieur Belhadi Maîtres - assistants à l'université A. Mira de Béjaïa, de nous avoir généreusement permis d'utiliser leurs appareils à photos numériques.

Enfin, que tous ceux et toutes celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

---

## **Sommaire**

---

# Sommaire

## Remerciements

## Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

Introduction générale.....	01
<b>1/ Revue bibliographique .....</b>	<b>03</b>
1.1/ Genre <i>Medicago</i> .....	03
1.1.1/ Intérêts des luzernes .....	03
1.1.1.1/ Intérêt agronomique.....	03
1.1.1.2/ Intérêt zootechnique .....	04
1.1.1.3/ Intérêt médicinal .....	04
1.1.2/ Classification dans le genre <i>Medicago</i> .....	05
1.1.3/ Nombres chromosomiques des espèces de <i>La</i> section <i>Leptospirae</i> .....	06
1.1.4/Ploïdie et réarrangements chromosomiques.....	06
1.2/ Les espèces proches de <i>Medicago polymorpha</i> .....	08
1.2.1/ Les <i>Leptospirae</i> .....	08
1.2.2/ Autres travaux sur les espèces proches de <i>M. polymorpha</i> .....	08
1.3/ Données spécifiques à <i>Medicago polymorpha</i> .....	10
1.3.1/ Répartition et écologie de <i>M. polymorpha</i> .....	23
1.3.2/ Diagnoses de <i>Medicago polymorpha</i> .....	23
1.3.2.1/ D'après Hein (1963) .....	24
1.3.2.2/ Selon Lesins et Lesins (1979) .....	24
1.3.3/ Caryologie de <i>Medicago polymorpha</i> .....	25
1.3.4/ Subdivision infraspecifique de <i>Medicago polymorpha</i> .....	25
1.3.4.1/ <i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i> .....	26
1.3.4.2/ <i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>vulgaris</i> .....	26
1.3.4.3/ <i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>brevispina</i> .....	26
1.3.5/ Etude génétique.....	26
1.3.5.1/ Croisements expérimentaux réalisés pour <i>M. polymorpha</i> .....	26
1.3.5.1.1/ Croisements intraspécifiques .....	26

---

1.3.5.1.2/Croisements avec les autres espèces .....	29
1.3.5.2/ Flux de gènes.....	29
<b>2/Méthodologie</b> .....	31
2.1/Matériel utilisé .....	31
2.1.1/Les morphotypes utilisés et leurs origines.....	31
2.1.2/ Récolte des boutons floraux.....	32
2.1.3/ Récolte des gousses .....	32
2.1.3.1/ Mise à germination des graines .....	33
2.1.3.2/ Mise en culture des plantules.....	33
2.2/ Analyse des méioses polliniques .....	33
2.2.1/ Préparation des solutions.....	33
2.2.1.1/ Le fixateur .....	33
2.2.1.2/ Le colorant .....	33
2.2.2/ Le matériel végétal à observer .....	34
2.2.3/ Les différentes étapes de l'analyse de la méiose .....	34
2.2.3.1/ Prélèvement et fixation.....	34
2.2.3.2/ Hydrolyse à HCl .....	34
2.2.3.3/ Choix des boutons floraux .....	34
2.2.3.4/ La coloration .....	34
2.2.3.5/ L'observation.....	35
2.2.3.6/ Photographie.....	35
2.3/ Analyse de la fertilité pollinique.....	35
2.3.1/ Le matériel végétal utilisé .....	35
2.3.2/ Technique d'étude de la fertilité pollinique .....	35
2.3.3/ La technique de coloration des grains de pollen .....	36
2.3.4/ Estimation du taux de fertilité pollinique.....	36
2.4/ Analyse de la mitose .....	36
2.4.1/ Préparation des solutions .....	36
2.4.1.1/ Le fixateur .....	36
2.4.1.2/ Le colorant .....	36
2.4.1.3/ La solution de colchicine.....	37
2.4.2/ Le matériel végétal utilisé .....	37
2.4.3/ Les principales étapes de l'analyse de la mitose .....	37
2.4.3.1/ Prétraitement .....	37

---

2.4.3.2/ La fixation .....	37
2.4.3.3/ L'hydrolyse à HCl .....	37
2.4.3.4/ Coloration .....	37
2.4.3.5/ Préparation des lames et lamelles.....	38
2.4.3.6/ Observation .....	38
2.4.3.7/ Photographie .....	38
<b>3/ Résultats et discussions</b> .....	<b>39</b>
3.1/ Cas du morphotype 9 fleurs .....	39
3.1.1/ Analyse de la méiose .....	39
3.1.2/ Analyse de la fertilité pollinique .....	40
3.1.3/ Analyse de la mitose.....	41
3.2./ <i>M. polymorpha</i> à tache noire au centre des folioles.....	41
3.2.1/ Analyse de la méiose.....	42
3.2.2/ Analyse de la fertilité pollinique .....	42
3.2.3/ Analyse de la mitose.....	43
3.3/ <i>M polymorpha</i> à tache brune à la base des folioles.....	44
3.3.1/ Analyse de la méiose .....	44
3.3.2/ Analyse de la fertilité pollinique .....	45
3.3.3/ Analyse de la mitose .....	45
3.4/ Cas du morphotype <i>M. polymorpha</i> à taches blanches et brunes .....	46
3.4.1/ Analyse de la méiose .....	47
3.4.2/ Analyse de la fertilité pollinique .....	47
3.4.3/ Analyse de la mitose .....	48
3.5/ Cas du morphotype <i>M. polymorpha</i> bleue .....	49
3.5.1/ Analyse de la méiose .....	49
3.5.2/ Analyse de la fertilité pollinique.....	50
3.5.3/ Analyse de la mitose .....	50
3.6/ Cas du morphotype <i>M. polymorpha</i> sans taches .....	51
3.6.1/ Analyse de la méiose .....	51
3.6.2/ Analyse de la fertilité pollinique .....	52
3.6.3/ Analyse de la mitose .....	53
3.7/ Autres résultats et leurs commentaires .....	53
<b>Conclusions générales et Perspectives</b> .....	<b>57</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>58</b>

---

<b>Liste des tableaux</b>	<b>page</b>
<b>Tab. I :</b> Les Nombres chromosomiques $2n$ chez les espèces de <i>Medicago</i> section <i>Leptospirae</i>	06
<b>Tab. II:</b> Origine géographique des morphotypes de <i>Medicago polymorpha</i> , date et heure de fixation des boutons floraux et le temps météorologique à la récolte.	31
<b>Tab. III:</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> à 9 fleurs par grappe	40
<b>Tab. IV:</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> à taches noires	42
<b>Tab. V:</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> à taches brunes	45
<b>Tab. VI:</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> à taches blanches et brunes	47
<b>Tab.VII:</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> bleue	50
<b>Tab.VIII :</b> Fertilité pollinique de <i>Medicago polymorpha</i> sans taches	52

<b>Liste des figures</b>	<b>page</b>
<b>Fig. 1:</b> Vues de <i>Medicago polymorpha</i> et <i>Medicago laxispira</i> (Hein, 1984 in Rechinger <i>et al.</i> , 1984)	09
<b>Fig. 2:</b> Les principaux caractères morphologiques chez <i>Medicago polymorpha</i> et <i>Medicago laxispira</i> (Small et Jomphe, 1989).	10
<b>Fig. 3:</b> Dendrogram showing relation between polyphenol patterns in different strains of <i>Medicago</i> (Simon and Goodall, 1968).	11
<b>Fig. 4:</b> Dendrogram resulting from average linkage clustering of 55 species examined. Numbers in parentheses refer to the 12 groups recognized. (Small, 1981).	12
<b>Fig.5:</b> Clustering of species in tribe Trigonelleae, based on average linkage sorting. Major taxonomic groupings are indicated (Small <i>et al.</i> , 1981b).	13
<b>Fig. 6:</b> Dendrogram resulting from average linkage clustering of subgenus Spirocarpos. Section Pachyspirae = 1; Section Intertextae = 2; Section Rotatae = 3 and Section Leptospirae = 4. (Classen <i>et al.</i> , 1982).	14
<b>Fig.7:</b> Aglygone composition and hemolytic activity of saponins from <i>Medicago</i> seed species	15
<b>Fig. 8:</b> Zymogramme du système estérase. (Birouk, 1993).	16
<b>Fig. 9:</b> Classification des 15 espèces de <i>Medicago</i> selon l'indice de ressemblance (Nei, 1978). (Systèmes Amylase, Leucino-amino-peptidase et Péroxydase). (Birouk, 1993).	16
<b>Fig. 10:</b> One of six minimum length phylograms obtained from paup using 10 random primers on one plant from each of 33 accessions. Branch Lengths are proportional to genetic distances which are printed on each branch. Taxa marked <i>M. murex</i> * represent accessions with plants that had a morphology distinct from the other <i>M. murex</i> accessions (Brummer <i>et al.</i> , 1995).	17
<b>Fig. 11:</b> Phenogram of 31 accessions of annual <i>Medicago</i> species based on McQuitty's similarity analysis of RFLP data (Mariani <i>et al.</i> , 1996)	18
<b>Fig.12:</b> Consensus tree of those most parsimonious trees that are most consistent with nonmolecular characters evolution. Numbers above the represent the percentage of times a monophyletic group accured in 1000 bootstrap replicates. Numbers below the node indicate the decay index. Nodes without number concern polytomies that were resolved under an assumption of a parsimony criterion reconstruction of evolution of morphological and karyological characters (see text). The chromosome number is indicated after each species name. Black square indicate spiny pods species. Circle indicates spineless pods species. Black train indicates species polymorphic for spines of pod. C following species indicates a species polymorphic for pods coiling direction. Open stars across branches indicate transition in chromosomes number. Closed bars across branches indicate unambiguous transition from spiny state to polymorphic state. Open diamond pattern across branches indicate unambiguous transition from spiny state to spineless state. Open branches indicate equivocal state between polymorphic and spiny state (Bena <i>et al.</i> , 1998).	19
<b>Fig.13:</b> Phylogénétique relationships of annual <i>Medicago</i> species from other studie: A1, cpDNA RFLP (Valizadeh <i>et al.</i> , 1996); B1, RAPD (Brummer <i>et al.</i> , 1995); C1, nuclear RFLP (Mariani <i>et al.</i> , 1996); D, numerical analysis using morphological characters (Small 1981). A2, B2, C2, phylogeny reconstructed with the same species according to this study. Numbers above the node represent the bootstrap values (only available for the present study) (Bena <i>et al.</i> , 1998).	20
<b>Fig.14:</b> The strict consensus tree of 48 equally parsimonious trees, based on ITS and ETS sequence data, reconstructing phylogénétique Relationships within <i>Medicago</i> . Numbers along branches represent the percentage of times a monophyletic group occurred in 1000 bootstraps replicates. Stars ( ) indicate a 100% value. Numbers in front of some clades indicate the four clades involved in the basal polytomy (Bena <i>et al.</i> , 1998b).	21



<b>Fig. 15 :</b> Strict consensus of five thousand 301-step trees of <i>Medicago</i> derived from equally weighted parsimony analysis of nuclear ribosomal DNA ITS1 and ITS 2 sequences (CIs with and without uninformative characters = 0,661 and 0,547, respectively; R1 = 0,788). Value above the nodes indicate the number of times a monophyletic group occurred in 100 bootstraps replicates. Sectional and subsectional classification of <i>Medicago</i> is based on Small and Jomphe (1989). (Downie <i>et al.</i> , 1998).	22
<b>Fig. 16:</b> Morphotype de <i>Medicago polymorpha</i> à 9 fleurs/grappe	39
<b>Fig.17:</b> Méioses de <i>Medicago polymorpha</i> à 9 fleurs/grappe (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	39
<b>Fig. 18:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> à 9 fleurs/grappe.	40
<b>Fig. 19:</b> Mitoses de <i>Medicago polymorpha</i> à 9 fleurs/grappe (stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	41
<b>Fig. 20:</b> Morphotype <i>Medicago polymorpha</i> à taches noires au centre des folioles.	41
<b>Fig. 21:</b> Méioses de <i>Medicago polymorpha</i> à taches noires (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10 µm	42
<b>Fig. 22:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> à taches noires au centre des folioles.	43
<b>Fig. 23:</b> Mitoses de <i>M. polymorpha</i> à taches noires au centre des folioles. La barre d'échelle correspond à 10 µm..	43
<b>Fig. 24 :</b> Morphotype <i>Medicago polymorpha</i> à taches brunes à la base des folioles	44
<b>Fig. 25:</b> Méioses de <i>Medicago polymorpha</i> à taches brunes (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10µm.	44
<b>Fig. 26:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> à taches brunes à la base des folioles.	45
<b>Fig. 27:</b> Mitoses de <i>Medicago polymorpha</i> à taches brunes à la base des folioles (stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 µm	46
<b>Fig. 28:</b> Morphotype <i>Medicago polymorpha</i> à taches blanches et brunes	46
<b>Fig. 29:</b> Méioses de <i>Medicago polymorpha</i> à taches blanches et brunes (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	47
<b>Fig. 30:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> à taches blanches et brunes.	48
<b>Fig. 31 :</b> Mitose de <i>Medicago polymorpha</i> à taches blanches et brunes (stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	48
<b>Fig. 32:</b> Morphotype <i>Medicago polymorpha</i> bleue	49
<b>Fig. 33:</b> Méioses de <i>Medicago polymorpha</i> bleue (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	49
<b>Fig. 34:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> bleue.	50
<b>Fig. 35:</b> Mitoses de <i>Medicago polymorpha</i> bleue (Stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 um	51
<b>Fig. 36:</b> Morphotype de <i>Medicago polymorpha</i> sans taches	51
<b>Fig. 37:</b> Méiose de <i>Medicago polymorpha</i> sans taches (stade de métaphase I). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	52
<b>Fig. 38:</b> Histogramme montrant la variabilité du taux de fertilité pollinique chez <i>M. polymorpha</i> sans taches	52
<b>Fig. 39:</b> Mitoses de <i>Medicago polymorpha</i> sans taches (stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 µm.	53
<b>Fig. 40:</b> Méioses de <i>Medicago. polymorpha</i> à 8 bivalents. La barre d'échelle correspond à 10µm	54
<b>Fig. 41:</b> Les principaux stades de la méiose chez <i>M. polymorpha</i> . La barre d'échelle correspond à 10 µm	54

---

<b>Fig. 42:</b> Anomalies associées à la méiose chez <i>M. polymorpha</i> . La barre d'échelle correspond à 10 $\mu\text{m}$	55
<b>Fig. 43:</b> Photographie de grains de pollen normaux (fertiles) et anormaux (stériles). La barre d'échelle correspond à 10 $\mu\text{m}$ .	56
<b>Fig. 44:</b> Mitose de <i>Medicago polymorpha</i> à taches brunes (stade de métaphase). La barre d'échelle correspond à 10 $\mu\text{m}$	56

---

## **Introduction générale**

---

## Introduction générale

Le genre *Medicago* appartient à la famille des Fabaceae (Légumineuses). Cette famille compte quelques 1700 espèces réparties en quelques 700 genres, parmi ces espèces on trouve des plantes alimentaires, fourragères, ornementales et médicinales (Tootill, 1984 et Allaby, 1992).

L'une de ces espèces est la luzerne (*M. sativa*), qui représente la plus importante culture fourragère du monde. Grâce à sa richesse en protéines, vitamines et sels minéraux, elle constitue un aliment de haute qualité pour toutes les catégories de bétail (FAO, 1993).

Les luzernes améliorent la fertilité des sols grâce à une association symbiotique avec le *rhizobium meliloti*, bactérie fixatrice d'azote atmosphérique (Bouton, 1996). Les luzernes contribuent à la dépollution du sol de ses matières azotées tout en produisant plus de matière végétale et en gardant leur contenu en nitrates acceptable (Duval, 1995).

Le genre *Medicago* est très diversifié, il est d'environ 100 espèces annuelles et pérennes. Il constitue un matériel de choix pour l'étude des phénomènes d'évolution chez les plantes, ou autrement dit, la genèse des espèces (*in* Azibi, 2002). La section des *Leptospirae* compte 10 espèces (Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979), dont seulement quatre (*M. polymorpha*, *M. arabica*, *M. minima* et *M. laciniata*) sont présentes en Algérie (Quezel et Santa, 1962), toutes les quatre retrouvées dans la région de Béjaïa et/ou de la Soummam (Naraoui et Sahnoune, 1997 ; Bouchibane et Mazouz, 2001 et Meziani, 2002).

*M. polymorpha* est une espèce d'origine méditerranéenne devenue cosmopolite, elle est l'espèce la plus polymorphe et la plus ubiquiste (Prosperi *et al.*, 1995). Cette espèce a fait l'objet de plusieurs études basées sur des caractères morphologiques (Hein, 1963 ; Small, 1981), enzymatique et moléculaire (Birouk, 1993; Mariani *et al.*, 1996 et Hannachi *et al.*, 1998) et écologique (Bounejmate, 1994 et Delpozoz *et al.*, 2001 et 2002).

Hein (1963) a signalé deux cytotypes pour *M. polymorpha* :  $2n=14$  chromosomes et  $2n=16$  chromosomes, ce dernier cytotype ( $2n=16$ ) n'a été confirmé dans aucune des publications ultérieures sur la caryologie de *M. polymorpha* (Lesins et Lesins, 1979, Small 1985 et 1989, Bena *et al.*, 1998, Meziani, 2002 et Benmouhoub, 2007). Cette présente étude a été entreprise dans le but de vérifier l'existence de ce cytotype ( $2n = 16$ ) dans les populations de *M. polymorpha* de la région de Béjaïa (Vallée de la Soummam et Taskriout).

Dans ce mémoire, nous présentons d'abord, une synthèse bibliographique sur le genre *Medicago* en général, et sur *M. polymorpha* en particulier. La deuxième partie est consacrée au matériel végétal analysé ainsi que la méthodologie utilisée. Dans la troisième

---

partie nous exposons les résultats obtenus et leurs interprétations. Nous terminons avec une conclusion générale et perspectives.

---

## **1/ Revue bibliographique**

---

## 1/ Revue bibliographique

### 1.1/ Genre *Medicago*

#### 1.1.1/ Intérêts des luzernes

##### 1.1.1.1/ Intérêt agronomique

La luzerne (*M. sativa*) appartient à la famille des légumineuses bien connue pour ses avantages (Azibi, 2002). La luzerne représente la plus importante culture fourragère du monde ; elle est cultivée sur quelques 33 millions d'hectares (Bolton, 1972). D'après Requinol (1956) in Refoufi (1987), *Medicago sativa* est probablement la première plante fourragère cultivée par l'homme.

Selon Guy (1976) et Genier *et al.* (1992), cette luzerne a été utilisée pour l'alimentation des animaux, et ses principaux avantages sont :

Teneur en protéines élevée (20% de la matière sèche).

Valeur énergétique moyenne (0,74 UF/kg, de matière sèche, UF : unité Fourragère).

Productivité abondante en fourrage vert (12 à 14 tonnes de matière sèche/hectare).

Régularité de rendement d'une année sur l'autre.

Facilite d'installation en sol sain ( $6 < \text{pH} < 7,5$ ).

Culture à faible prix de revient (pérennité de 3 – 4 ans).

Une luzernière peut nourrir et engraisser jusqu'à 40 brebis par hectare avec leurs agneaux et en outre produire de 22 à 25000 kg/hectare de matière sèche (FAO, 1993). Il est concevable que les luzernes irriguées, puissent nourrir deux fois plus d'ovins (Marble, 1984 in Bettache et Ounecer, 2000). La luzerne arbustive (*M. arborea*) fournit surtout le fourrage pendant l'hiver (en été, son rendement est faible). Elle paraît très intéressante pour lutter contre l'érosion éolienne et pluviale. Elle enrichit le sol en fixant l'azote de l'air et l'ameublissent par son système racinaire (Foury, 1954).

Les luzernes annuelles (ou médiques) y présentent un intérêt agronomique manifeste aussi bien dans le cas de rotation blé-médiques que quand elles sont utilisées comme prairie temporaire ou permanente. Grâce à la dureté de leur graine, elles offrent une exploitation souple qui permet de tamponner des fluctuations importantes de pluviométrie (Bounejmate, 1985 in Aït Ouaret et Sahnoune, 1998).

D'après Rekika (1993 in Aït Ouaret et Sahnoune, 1998), la culture des médiques a permis non seulement l'intensification de l'élevage ovin, mais aussi une augmentation des rendements céréaliers grâce à l'enrichissement des sols en azote.

---

La luzerne est aussi utilisée pour l'amélioration de la structure des sols grâce à son système racinaire important et aux reliquats azotés disponibles dans le sol pour la culture suivante. Elle est utilisée pour prévenir la pollution par les nitrates. Par son système racinaire profond, elle permet de prévenir l'accumulation de nitrates dans le profil en puisant les nitrates et l'eau jusqu'à 3,6 m de profondeur (Duval, 1995 ; Bouton, 1996).

Dans quelques régions du monde, les cultures de luzernes annuelles ont été développées pour remplacer les céréales dans les systèmes de rotation avec le blé pour fournir une coupure aux développements de parasites et de maladies des céréales (Ovalle *et al.*, 1990 *in* Delpozo *et al.*, 2000 et Abdelkefi et Marrakchi, 2000 ). Ces médiques fournissent une meilleure couverture au sol et peuvent être employées comme engrais verts (Brummer *et al.*, 1995 ; Bouton, 1996 et Shrestha *et al.*, 1998).

Les luzernes sont caractérisées par leur capacité de fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie (*Rhizobium Meliloti*), qui se développe dans leurs systèmes racinaires (Mauries, 1994 et Zakhia, 2001). Grâce à cette symbiose, la luzerne apporte l'équivalent de 15% de la quantité totale d'azote fournie par l'industrie à l'agriculture française (Genier *et al.*, 1992).

### **1.1.1.2/ Intérêt zootechnique**

Les légumineuses fourragères fournissent au bétail une nourriture particulièrement riche en protides, en vitamines et en sels minéraux (Foury, 1954).

Les ovins pâturant les luzernes annuelles exclusivement, présentent un gain moyen journalier de 220g de poids vif par tête. Alors que ceux alimentés traditionnellement, avec pâture de jachère et paille de lentille, ont un gain moyen journalier de 100g uniquement. Cette différence s'explique par le fait que les luzernes annuelles fournissent 10 fois plus d'unités fourragères que les jachères (Anonyme, 1979 *in* Aït Ouaret et Sahnoune, 1998).

L'introduction des fourrages annuels dans l'assolement permettait, dans les Aurès, de fournir 300 à 1500 UF/hectare. Les luzernes annuelles fournissent un abondant fourrage riche en protéines. De plus en se régénérant naturellement et en donnant de grandes quantités de graines, elles ne nécessitent qu'un travail du sol relativement réduit (Vanswindern, 1973 *in* Adem, 1974

### **1.1.1.3/ Intérêt médicinal**

La luzerne a une valeur médicinale pour guérir les animaux malades, qui est connue depuis fort longtemps (FAO, 1993). Elle est utilisée pour traiter la cachexie et les ulcères. La luzerne renferme un taux élevée de protéines (allant jusqu'à 55%), des acides aminés utilisés



---

par l'organisme pour la synthèse de ses protéines et des vitamines (A, B1, B6, C, E, ...). Elle est très riche en minéraux ; la luzerne contient de grandes quantités de calcium, de magnésium et de potassium. Sa teneur en fer lui permet aussi d'être conseillée en cas d'asthénie et d'anémie. Elle est efficace en cas de rétention d'eau et pour conserver la tonicité des vaisseaux sanguins. C'est un excellent dépuratif de l'organisme (Anonyme, 1995).

### 1.1.2/ Classification dans le genre *Medicago*

En se basant sur un certain nombre de caractères, Lesins et Lesins (1979) ont classé le genre *Medicago*, en 4 sous-genres :

(a) Sous-genre n°1 : *Lupularia*

*M. lupulina* L.

*M. secundiflora*. Durieu

(b) Sous-genre n°2 : *Orbicularia*.

Section *Carstiensae* Kozuk.

Section *Cretaceae* Bieb.

Section *Platycarpae* E. small.

Section *Orbiculares* Urb.

Section *Hymenocarpos* Ser.

Section *Heyniana* Greu.

(c) Sous-genre n°3 *Medicago*

Section *Falcago* Reiche

Section *Papillosae*

Section *Arboreae*

Section *Suffruticosae*

(d) Sous-genre N° 4 : *Spirocarpos*

Section *Rotatae* (Urb) Hein

Section *Leptospirae* (Urb) Hein

Section *Pachyspirae* (Urb) Hein

Section *Intertextae* (Urb) Hein

La section qui nous intéresse dans cette présente étude est la section des *Leptospirae* qui se classe dans le sous-genre N° 4 : *Spirocarpos*. Les *Leptospirae* comptent 10 espèces : *M. polymorpha* (L.), *M. arabica* Hudson, *M. minima* Bartalini, *M. tenoreana* Seringe, *M. disciformis* de Candolle, *M. sauvagei* Nègre, *M. laciniata* (L.) Miller, *M. coronata* (L.) Bartalani, *M. lanigera* Winkler et Fedtschenko, *M. praecox* de Candolle.

### 1.1.3/ Nombres chromosomiques des espèces de *La* section *Leptospirae*

Des recherches très importantes ont été effectuées par plusieurs auteurs sur les nombres chromosomiques des espèces des *Leptospirae* ; les résultats obtenus sont résumés dans le tableau I.

**Tab. I: Les Nombres chromosomiques 2n chez les espèces de *Medicago* section *Leptospirae*.**

Espèces	(2n=)	Auteurs
<i>M. polymorpha</i>	14 16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989, Bena <i>et al.</i> , 1998a et Benmouhoub, 2007. Hein, 1963.
<i>M. arabica</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. minima</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989, Bena <i>et al.</i> , 1998a et Benmouhoub, 2007.
<i>M. tenoreana</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. sauvagei</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. disciformis</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. laciniata</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. coronata</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989.
<i>M. praecox</i>	14	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989 et Bena <i>et al.</i> , 1998a.
<i>M. lanigera</i>	16	Hein, 1963 ; Lesins et Lesins, 1979 ; Small et Jomphe, 1989.
<i>M. laxispira</i>	16	Hein, 1984 in Rechinger <i>et al.</i> , 1984.

### 1.1.4/ Plöidie et réarrangements chromosomiques

Des diploïdes, des tétraploïdes et des hexaploïdes sont trouvés dans le genre *Medicago* (Hein, 1963 ; Simon et Simon, 1965 et Lesins et Lesins, 1979).

Les principaux diploïdes sont de types 2n=16 chromosomes, avec un nombre chromosomique de base X=8. Quatre espèces de diploïdes ont un nombre chromosomique 2n = 14 et une espèce ayant deux cytotypes (2n = 14 et 2n = 16). L'origine des types à 2n = 14 est le fruit d'une évolution prédominante chez *Medicago murex*, dans ce cas le nombre chromosomique de base a été le résultat d'un réarrangement chromosomique. C'est-à-dire, l'union de deux chromosomes avec délétion de la région de centromère de l'un des chromosomes implique. La découverte la plus surprenante était qu'une barrière hybridationnelle complète existait entre les deux cytotypes (2n=14 et 2n=16), qui ne sont pas

---

faciles à distinguer morphologiquement. Ces deux cytotypes ont été par la suite séparés en deux espèces différentes. Les trois espèces de *Medicago* avec  $2n=14$ , *M. polymorpha*, *M. praecox* et *M. rigidula*, peuvent avoir la même destinée (délétion chromosomique) que *M. murex*, excepté que dans ce cas le chromosome résultant de ce réarrangement est long. La quatrième espèce de *Medicago* avec  $2n=14$ , *M. constricta*, n'a pas de chromosome long, comme les précédentes. *M. rigidula*, *M. constricta* et *M. murex* appartiennent à la section des *Pachyspirae* et les deux autres *M. polymorpha* et *M. praecox* appartiennent à la section des *Leptospirae* (Lesins et Lesins, 1979).

Les tétraploïdes résultent probablement des diploïdes d'une manière spontanée (Lesins et Lesins, 1979 ; Mariani *et al.*, 1996 et Bauchan et Hossain, 1999).

D'après Lesins et Lesins, (1979) des tétraploïdes ont été trouvés dans la progéniture provenant des parents diploïdes de *M. falcata* et aussi de *M. sativa* (*M. rivularis*). Une barrière hybridationnelle est intérieurement stabilisée entre plantes à deux niveaux de ploïdie.

Les deux espèces tétraploïdes (*M. scutellata* et *M. rugosa*) ont un nombre chromosomique inhabituel chez *Medicago*,  $2n=30$  (Bauchan et Elgin, 1984), alors que le nombre de chromosomes couramment mentionné est de 32 (Simon *et al.*, 1967 et Lesins et Lesins, 1979). Bauchan et Hossain (1999) suggèrent que ces espèces avec  $2n = 30$  seraient des allotetraploïdes formés par des hybridations spontanées entre des espèces avec  $2n=16$  et des espèces avec  $2n=14$ . En effet, Mariani *et al.*(1996), en utilisant la technique de la RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) ont obtenu des résultats vérifiant la suggestion de ces auteurs. Les espèces diploïdes qui sont les plus proches des espèces tétraploïdes avec  $2n = 30$  (*M. scutellata* et *M. rugosa*) sont, parmi les espèces avec  $2n = 16$ , *M. intertextata* et *M. muricoleptis*, et parmi les espèces avec  $2n = 14$ , *M. polymorpha* et *M. murex*. Cependant, les espèces avec  $2n = 14$  et  $2n = 16$  susceptibles d'être les ancêtres des espèces avec  $2n = 30$  pourraient être aussi des espèces éteintes.

Au niveau des hexaploïdes  $2n=48$ , on trouve deux espèces pérennes, (*M. concellata* et *M. saxatilis*) et certaines populations de *M. arborea* (Lesins et Lesins, 1979 et Prosperi *et al.*, 1995). Les deux espèces pérennes *M. saxatilis* et *M. concellata* sont probablement autoalloploïdes avec des génomes à partir de certains taxa reliant *M. sativa* ou *falcata* à 4 génomes à partir de *M. rhodopea* ou *M. rupestris* respectivement (Lesins et Lesins, 1979).

---

## 1.2/ Les espèces proches de *Medicago polymorpha*

### 1.2.1/ Les *Leptospirae*

Les *Leptospirae* contiennent dix espèces: *M. polymorpha*, *M. arabica*, *M. minima*, *M. tenoreana*, *M. laciniata*, *M. lanigera*, *M. sauvagei*, *M. disciformis*, *M. praecox* et *M. coronata* (Hein, 1963 et Lesins et Lesins, 1979).

Par la suite une nouvelle espèce de la flore d'Iraq *M. laxispira* a été décrite par Hein (1984 in Rechinger *et al.*, 1984) et considérée comme une espèce très proche de *M. polymorpha*. Elle est caractérisée par :

Herbe annuelle, 20 - 40 cm de long, glabre. Folioles de 10 - 15 x 5 - 10 mm, coniques et largement dentées. Stipules laciniées. Pédoncule avec 1- 2 fleurs, fleurs de 2 à 3mm de long, corolle plus longue que le calice. Gousses cylindriques, épineuses et glabres, de 3,5 à 4,5 spires/gousse, 5-6 mm de diamètre, surface de la spire avec 6-10 nervures radiales. Epines de 1- 1, 5 mm de long, insérées à un angle de 90°.

Pour Small *et al.*, 1991, *M. laxispira* avec ses gousses aux spires lâches rappellent *M. truncatula* f. *laxicycla*. (Small *et al.*, 1991).

La figure 3 nous montre les photographies représentant les deux espèces ; *M. polymorpha* et *M. laxispira* (Hein, 1984 in Rechinger *et al.*, 1984). Alors que les principaux caractères morphologiques (Folioles et stipules, fleurs, fruits et graines) chez ces deux espèces sont illustrés par la figure 4 (Small et Jomphe, 1989).



*Medicago polymorpha*



*Medicago laxispira*

**Fig. 1:** Vues de *Medicago polymorpha* et *Medicago laxispira* (Hein, 1984 in Rechinger *et al.*, 1984)

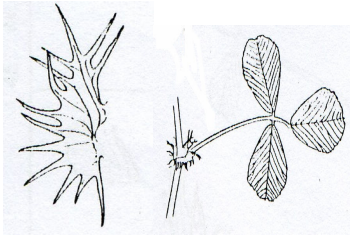

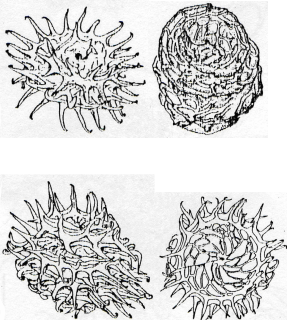





	Leaflets and stipules	flower	fruit	seed
<i>M. polymorpha</i>				
<i>M. laxispira</i>				

Fig. 2: Les principaux caractères morphologiques chez *Medicago polymorpha* et *Medicago laxispira* (Small et Jomphe, 1989).

### 1.2.2/ Autres travaux sur les espèces proches de *M. polymorpha*

Des études très importantes ont été réalisées par de nombreux auteurs et sur des aspects différents, en mettant en relation *M. polymorpha* avec d'autres espèces annuelles du genre *Medicago*.

Par les caractères graines, Small et Broockes (1990) classent *M. polymorpha* parmi les espèces à graines lisses, montrant une couche externe constante sur des coupes transversales des téguments.

Jha et Pal (1992), en étudiant les caractères des graines du genre *Medicago*, ont aussi inclu *M. polymorpha*. Les graines de cette espèce sont ellipsoïdes, brun-clair à jaune, lisses et glabres, tuberculées avec un hile blanc. Les sections du manteau vues au SEM (scanning electron microscope) montrent des macrosclérides de 24,6 x 4,5 µm et des ostéosclérides de 8,7 x 4,25 µm.

Hussain *et al.* (1994) en étudiant au SEM sept espèces de *Medicago* L. du Pakistan rapportent que *M. polymorpha* présente des graines à manteau de forme papillée.

Simon et Goodall (1968) ont étudié les relations entre les espèces du genre *Medicago*, en utilisant les composés phénoliques par chromatographie bidimensionnelle. Leurs résultats montrent que les espèces les plus proches de *M. polymorpha* sont *M. murex* et *M. rugosa* (Fig.3).

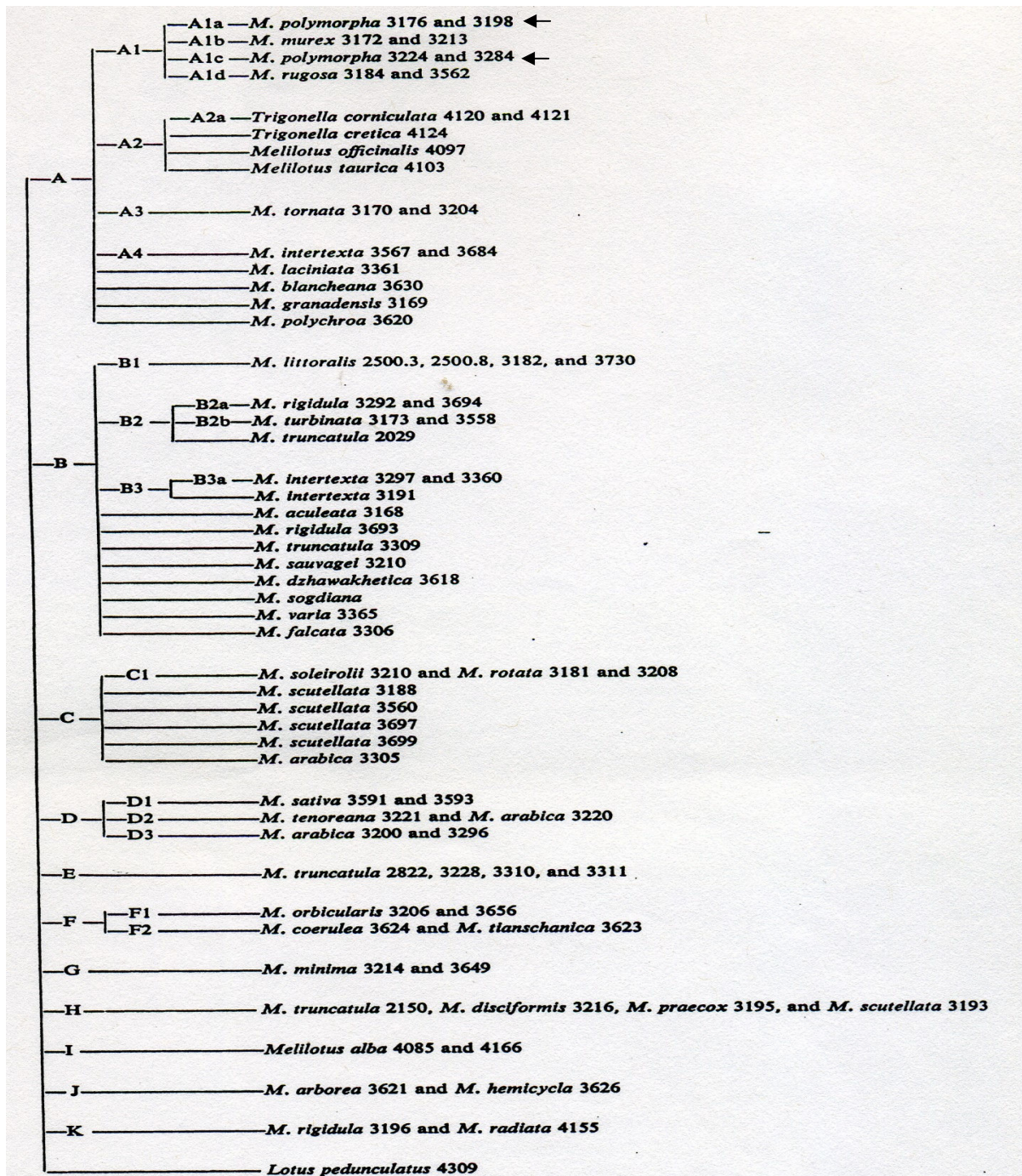
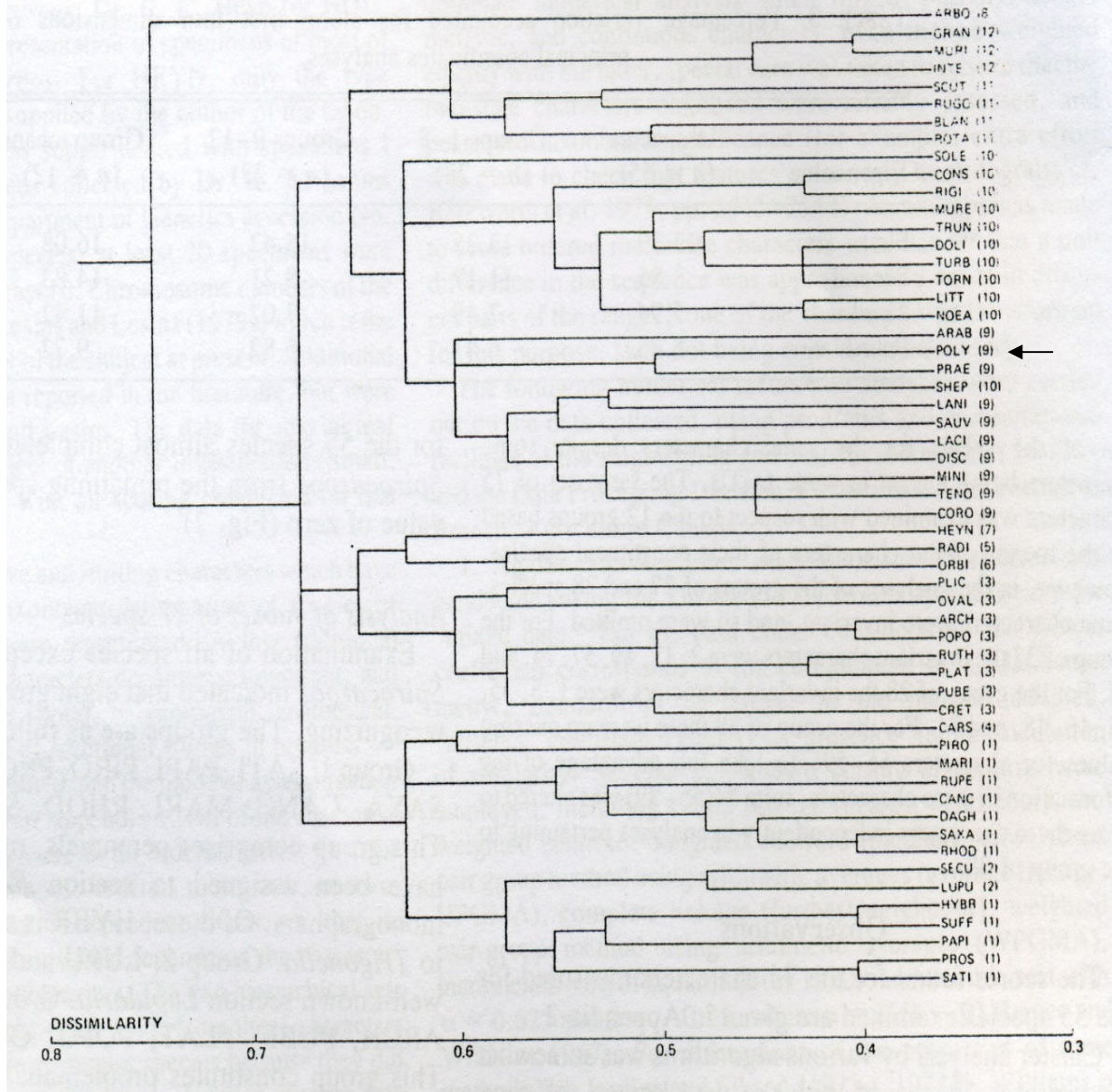


Fig. 3: Dendrogram showing relation between polyphenol patterns in different strains of *Medicago* (Simon and Goodall, 1968).

Small (1981), en se basant sur des caractères végétatifs et reproducteurs, a étudié les relations entre les espèces de *Medicago* (Fig. 4). On y voit que les espèces les plus proches de *M. polymorpha* sont *M. praecox* et *M. arabica*.

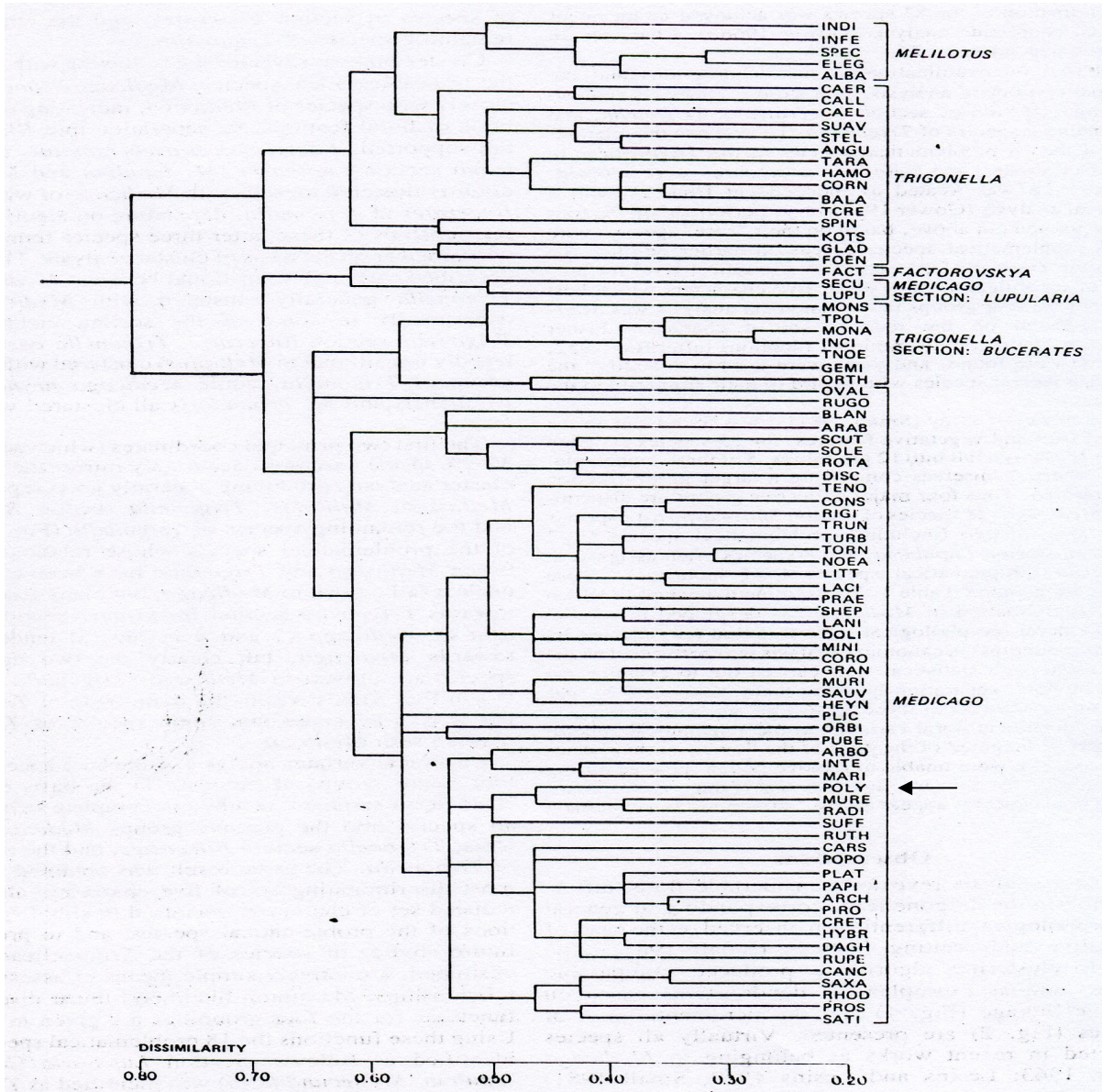


**Fig. 4:** Dendrogram resulting from average linkage clustering of 55 species examined. Numbers in parentheses refer to the 12 groups recognized. (Small, 1981).

Chez *M. polymorpha*, comme d'autres espèces de *Medicago* et autres Trifoliées, les folioles latérales montrent une nette asymétrie entre leurs parties distales et leurs parties proximales notamment du point de vue de densité de la pilosité (la partie proximale semble plus poilue que la partie distale). (Small *et al.*, 1981a).



Small *et al.* (1981b) ont analysé les caractères floraux de quelques espèces de la tribue Trigonellaeae (Légumineuses) (Fig.5). On constate que les espèces les plus proches de *M. polymorpha* sont *M. murex* et *M. radiata*.



**Fig.5:** Clustering of species in tribe Trigonellaeae, based on average linkage sorting. Major taxonomic groupings are indicated (Small *et al.*, 1981b)

Classen *et al.* (1982) ont examiné par chromatographie bidimensionnelle sur plaque de polyamide, les substances phénoliques extraites des tissus foliaires secs de 47 espèces de *Medicago*. Quelques échantillons de genres étroitement apparentés, *Melilotus* et *Trigonella*, ont aussi été inclus. Les espèces les plus proches de *M. polymorpha* sont *M. murex*, *M. sauvagei*, *M. laciniata*, *M. intertexta* et *M. rotata* (Fig. 6).

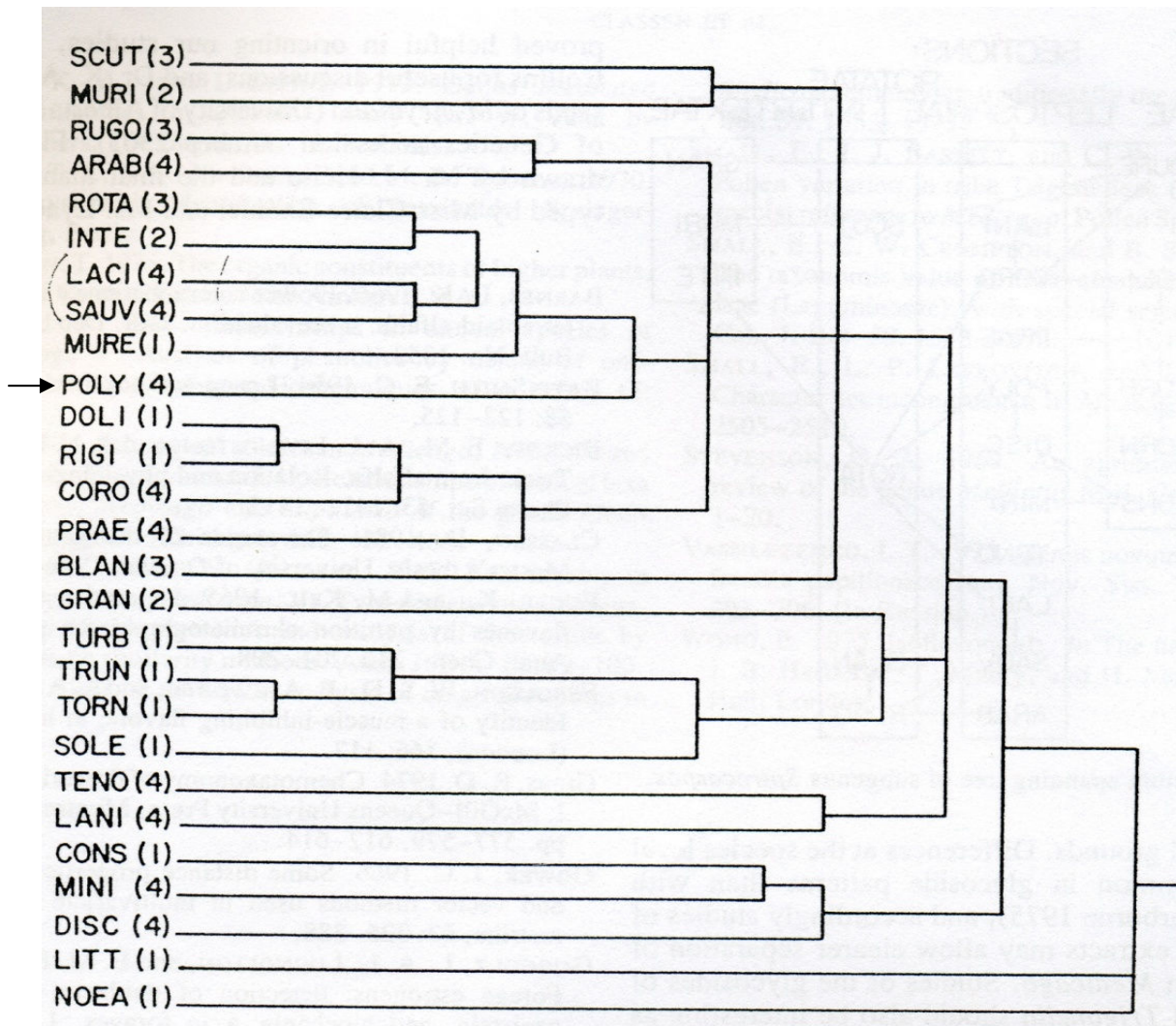


Fig. 6: Dendrogram resulting from average linkage clustering of subgenus *Spirocarpos*. Section *Pachyspirae* = 1; Section *Intertextae* = 2; Section *Rotatae* = 3 and Section *Leptospirae* = 4. (Classen *et al.*, 1982).

Les classifications des espèces de *Medicago* incluant *M. polymorpha* en utilisant différents types de données (caractères végétatifs, morphologie des fruits, morphologie des fleurs, morphologie des pollen et les données chimiques sur les flavonoides) sont incongruentes entre elles (Small, 1982).

Small et Lefkovitch (1986) rapprochent *M. polymorpha* de *M. Truncatula*, *M. murex* et *M. doliata*, cependant *M. polymorpha* n'a pas pu être croisée avec aucune autre espèce du genre *Medicago*.

Jurzysta *et al.* (1992) ont examiné la présence de saponines et de leurs aglycones (sapogénines) dans les graines de 33 espèces du genre *Medicago* (Fig. 7). On y voit que les espèces les plus proches de *M. polymorpha* sont *M. minima*, *M. preacox* et *M. laciniata*.

Taxon	Hemolysis*	Aglycones†							
		MA	ZA	OA	H	B	E	X	Y
<i>Medicago</i> sect. <i>Bucerates</i>									
<i>M. polyceratia</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Platycarpae</i>									
<i>M. cretacea</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Hymenocarpos</i>									
<i>M. radiata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Orbiculares</i>									
<i>M. orbicularis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Heynianae</i>									
<i>M. heyniana</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Lupularia</i>									
<i>M. lupulina</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Carstienses</i>									
<i>M. carstienses</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Medicago</i>									
<i>M. hybrida</i>	+	+	-	+	+	?	-	+	+
<i>M. sativa</i> ssp. <i>sativa</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. sativa</i> ssp. <i>caerulea</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. sativa</i> ssp. <i>falcata</i> var. <i>falcata</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. sativa</i> ssp. <i>falcata</i> var. <i>viscosa</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. sativa</i> ssp. <i>sativa</i> × ssp. <i>glomerata</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. sativa</i> ssp. × <i>varia</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Medicago</i> sect. <i>Spirocorpos</i>									
subsect. <i>Leptospirae</i>	λ	2	3	4	5	6	7	9	8
<i>M. arabica</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>M. coronata</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. disciformis</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. laciniata</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. minima</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. polymorpha</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>M. praecox</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>M. ...</i>	+	+	+	-	-	+	-	-	-

ERROR: ioerror  
OFFENDING COMMAND: image

STACK: