

***Evaluation et Structuration de la Variabilité
du Complexe d'Espèces Trifolium
squarrosus L. (Fabaceae), en Algérie***

Présentée par :

Mr. Salah CHOUAKI

Dr. ABDELGUERFI A. Directeur de thèse Professeur, INA
Année universitaire 2007 – 2008

Devant le jury composé de : Dr. ABDELKRIM H. Président Professeur, INA Dr. M'HAMMEDI
BOUZINA Examineur M C, Univ, Chlef Dr. LOUANCHI M. Examineur Dr. ABDELGUERFI-
LAOUAR M. Examineur

Table des matières

Dédicace . . .	5
REMERCIEMENTS . . .	6
LISTE DES ABREVIATIONS . . .	7
RESUME : . . .	9
ABSTRACT: . . .	10
صغلم . . .	11
INTRODUCTION . . .	12
I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE . . .	15
1. Taxinomie . . .	15
1.2 Classification de <i>T. squarrosus</i> . . .	15
2. Aire géographique . . .	15
3. Les légumineuses fourragères en Agriculture . . .	16
4. Autoécologie . . .	17
5. Présentation du complexe <i>Trifolium squarrosus</i> . . .	17
6. Caryologie . . .	18
7. Valeur nutritive . . .	18
8. Biologie de la reproduction . . .	18
9. Microscopie électronique à balayage (MEB) . . .	19
9.1. Principe . . .	19
9.2. Emploi de la microscopie électronique . . .	20
II. MATERIEL ET METHODES . . .	22
2.1. Description de l'espèce . . .	22
2.2. Provenance du matériel végétal . . .	22
2.3. Conditions expérimentales . . .	24
2.4. Caractères étudiés . . .	25
2.5. Traitement des données . . .	27
2.5.1. Analyse de la variance . . .	27
2.5.2. Matrice de corrélation . . .	27
2.5.3. Analyse en composantes principales (ACP) . . .	28
2.5.4. Analyse factorielle discriminante (AFD) . . .	28
2.5.5. Classification hiérarchique . . .	28
2.6. Observation au Microscope Electronique à Balayage (MEB) . . .	28
III. RESULTATS ET DISCUSSION . . .	30
3.1. Etude des caractères morphologiques . . .	30
3.1.1. Présentation des résultats . . .	30
3.2. Discussion . . .	47
3.2.1. Cas des populations homologues . . .	52
3.1.4. Conclusion . . .	55
3.2. Etude des inflorescences . . .	56
3.2.1. Présentation des résultats . . .	56

3.2.2. Discussion . . .	66
3.2.3. Conclusion . . .	67
3.3. Classification des populations en fonction des caractères étudiés . . .	68
3.4. Matrice de corrélation . . .	69
3.4. Analyse en composantes principales . . .	71
3.4.1. Etude des variable . . .	71
3.4.2. Etude des populations . . .	72
3.5. Analyse factorielle discriminante . . .	74
3.5.1. Etude des variables . . .	74
3.5.2. Etude des populations . . .	76
3.5.3. Etude des individus et leurs appartenances . . .	78
3.6. Classification hiérarchique . . .	82
3.7. Résultat des observations au microscope électronique à balayage . . .	83
CONCLUSION GENERALE . . .	86
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . . .	88
ANNEXES . . .	97

Dédicace

Dédicases A ma petite Famille, Ma femme et ma fille qui me donnent tant de bonheur. A mes parents, Pour vos mains qui ont tant travaillé, Pour votre cœur qui m'a tant donné Pour votre sourire qui m'a tant réchauffé, Pour vos yeux qui furent parfois mouillés, Pour vous qui me donnez tant. A mon frère et mes sœurs, Il aurait fallu les inventer s'ils n'existaient pas. A toute ma grande famille, que le temps que je ne vois pas passer M'empêche de profiter de leur présence, en particulier ma grand-mère maternelle (Grand-mère de trois générations), à qui je souhaite longue vie, et mes cousins d'Alger et de Béjaia, mes neveux et nièces. A mes beaux parents, Présents et disponibles. A tous mes amis A la mémoire de ceux que j'ai aimé et auprès de qui j'ai appris : Ma grand-mère paternelle, Ton radieux sourire et tes précieux conseils sont gravés à jamais. Mon oncle Ahmed, Ton plus beau cadeau est de nous avoir transmis ton audace et ton courage, tu ne nous as jamais quitté, ton souvenir est chaque jour présent. Grand père, Ta bonne humeur m'accompagne chaque jour. Mon beau père, Courage – Assurance et Sérénité. « La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage »

REMERCIEMENTS

J'adresse tout d'abord mes sincères remerciements à Monsieur le Professeur Aïssa ABDELGUERFI, qui a pris à cœur de diriger ce travail avec intelligence et patience. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes profonds remerciements à Monsieur le Docteur Hacem ABDELKRIM, pour avoir bien voulu accepter de présider mon Jury de thèse.

Je remercie Madame le Docteur Mériem LOUANCHI, pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie du jury, et de m'avoir toujours fait bénéficier de ses conseils et encouragements à aller de l'avant.

Je remercie Madame le Docteur Mériem ABDELGUERFI-LAOUAR, et Monsieur M'HAMMEDI BOUZINA, pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de mon jury de thèse.

Je saisis cette occasion pour remercier :

Monsieur le Directeur de l'INRAA, Docteur Kamel FELIACHI, à qui j'exprime ma reconnaissance pour sa compréhension, son soutien constant et pour m'avoir facilité, de diverses manières, la réalisation de cette recherche.

Mes amis qui me sont chers et qui m'ont depuis toujours tarabusté pour finaliser cette thèse (Ouahid ZANNDUCHE, Mokrane HAMANI et Hocine HIMRANE), les bosseurs de l'INRF ; je les remercie profondément pour le soutien qu'ils m'ont apporté, pour les longues discussions sur le sujet et pour leur disponibilité.

Un merci tout particulier à Monsieur le Docteur Mohammed Larbi CHERFAOUI, notre Doyen de l'INRAA, avec qui j'ai beaucoup appris. Je veux qu'il s'ache combien j'ai été heureux de travailler avec lui. L'endurance, le courage, le bon sens et la sagesse font partie de sa personnalité. Nous avons encore besoin de toi, Larbi. Merci de m'avoir poussé à finaliser mon magister.

Un grand merci à ma collègue Sabrina OUMATA pour les encouragements, le temps qu'elle a bien voulu me consacrer et pour son aide, ainsi qu'à Madame Fatiha Zine, pour ses encouragements et son insistance à me rappeler la nécessité de boucler ce travail.

Un grand merci à tous mes amis : Hakim, Skander, Hocine, Mourad, Malek, Salah, Abderrahmane, Ahmed, Kamel, Rachid et M'Hammed, pour les bons moments que nous passons ensemble au travail, à partager le stress, la bonne et la mauvaise humeur.

Comme je remercie également Farouk Eddine BELKHIRI, pour son amitié, son soutien constant, et sa disponibilité.

LISTE DES ABREVIATIONS

- ACP : Analyse en Composantes Principales
- AFD : Analyse Factorielle Discriminante
- Anova : Analyse de la variance
- CAH : Classification Hiérarchique Ascendante
- CDB : Convention sur la Diversité Biologique
- Clas : Classe
- CV : Coefficient de Variabilité
- DDL : Degré de liberté
- D.I.T : Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale
- DS : Différences significatives
- E : Diamètre Equatoriale,
- ET : Ecart type
- L.F.M : Longueur de la foliole médiane
- L.G.E : Longueur du plus grand entrenœud
- L.G.F : Largeur de la foliole médiane
- L.G.S : Largeur des stipules
- L.G.R : Ramification la plus longue
- L.I.T : Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale
- L.S : Longueur des stipules
- M : marqueur (Population avec tâche anthocyane)
- MEB : Microscope Electronique à Balayage
- Moy : Moyenne
- N.E.T : Nombre d'entrenœuds sur la tige principale
- N.F.E : Nombre de fleurs par inflorescence ensachée
- N.F.N : Nombre de fleurs par inflorescence non ensachée
- N.G.E : Nombre de graines par inflorescence ensachée
- N.G.N : Nombre de graines par inflorescence non ensachée
- N.R : Nombre de ramifications à la base de la tige principale
- P : Diamètre polaire
- Pop : Population
- Pr : Probabilité
- RCA: Radio Corporation of America
- R.F.E : Taux de nouaisons des inflorescences ensachées
- R.F.M : Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane
- R.F.N : Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées
- Signi : Significatif
- SEM : Scanning Electron Microscopy

- SM : Sans marqueurs (Populations sans tâche anthocyane)
- SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls
- T : Taille du pollen

RESUME :

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrososum* L. (Fabaceae), en Algérie"

Les ressources génétiques fourragères et pastorales naturelles restent peu étudiées et sont encore sous-exploitées malgré les efforts des chercheurs. Pour notre part, nos recherches concernent l'étude du complexe *Trifolium squarrososum*. Nous avons étudié vingt cinq populations de *Trifolium squarrososum*, avec vingt individus par population. Nous avons étudié les caractères morphologiques, les inflorescences, et nous avons observé les graines et grains de pollen au Microscope Electronique à Balayage. L'un des résultats les plus importants que nous avons confirmé par les analyses statistiques, tels que l'analyse de la variance, la comparaison multiple des moyennes, les corrélations et les analyses multidimensionnelles, l'existence de deux sortes d'individus ; des plantes avec marqueurs (tâche anthocyane à l'insertion des folioles), caractérisées par un important développement, et des plantes sans marqueurs (sans tâche anthocyane à l'insertion des folioles), dont le développement est plus réduit. L'étude du système de pollinisation a montré, qu'il existait des possibilités d'autofécondation pour les deux types de populations.

L'observation au MEB n'a pas montrée de différences entre les populations avec marqueurs et sans marqueurs pour les populations étudiées.

Mots clés : *Trifolium squarrososum*, ressources phytogénétiques, caractères morphologiques, système de pollinisation, pollen, Microscope Electronique à Balayage (MEB).

ABSTRACT:

Evaluation and structuration of the variability of the complex species *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), Algeria

The genetic resources and pastoral natural forage remained little studied and are still under-exploited despite the efforts of researchers. For the present research on the study of complex *Trifolium squarrosum*, we studied twenty-five populations of *Trifolium squarrosum*, with twenty individuals for each population. We studied the morphological characteristics, the inflorescences, and we observed the seeds and pollen grains using a Scanning Electron Microscope (SEM).

One of the most important results that we confirmed by statistical analyses, such as analysis of variance, comparing multiple averages, correlations and multivariate analyses, the existence of two kinds of population. These one with markers, are characterized by an important development, and plants without markers, which have a smaller development. The study of the pollination system has shown that there are opportunities for self- fecundation for the two populations.

The observation by SEM has not shown differences between population with and without markers for the populations studied.

Key - words: *Trifolium squarrosum*, plant genetic resources, morphological characteristics, pollination system, pollen, Scanning Electron Microscope (SEM).

ص خ لم

تكتسي الموارد الوراثية النباتية أهمية قصوى في العالم و في الجزائر ، نظرا لمكانتها المرموقة سواء على الصعيد الاقتصادي أو الزراعي أو الإيكولوجي و بالرغم من مجهودات التي بذلتها الجزائر من أجل المحافظة على التنوع الحيوي عموما و الموارد الوراثية النباتية على وجه الخصوص ، فان البرامج البحثية التطويرية الهادفة إلى معرفة و استخدام الموارد الوراثية النباتية تعاني من تأخر كبير. من جانب آخر، فان الموارد الوراثية الحلقية و الرعيوية الطبيعية لم تدرس بصورة كافية و مازالت قليلة الاستغلال بالرغم من مجهودات الباحثين . من جهتنا فان أبحاثنا تتعلق بدراسة المركب " *Brifolium squarrosom* سكاروزوم . فقد قمنا بدراسة خمس و عشرين (25) مجموعة من هذا المركب (برفلويوم سكاروزوم) و تم أخذ عشرون (20) فردا من كل مجموعة ، درسنا المميزات الظاهرية ، الألوان و لاحظنا البندور وحبوب الطلع بواسطة المجهر الالكتروني .

و من بين أهم النتائج الأكثر أهمية التي نأكدنا منها عن طريق التحليل الإحصائية ، تحليل التباين، المقارنة المنعددة للمنوسطات، الارتباطات و التحليل المنعددة الأبعاد. هي وجود نوعين من الأفراد : نباتات ذات دلائل متميزة بنمو معتبر و نباتات أخرى بدون دلائل متميزة بنمو أقل، و يبين دراسة نظام التأبير وجود إمكانيات التخصيب الذاتي عند كل نمط من المجموعتين .

وان الملاحظة بواسطة المجهر الالكتروني الماسح لم تظهر أية فروقات بين المجموعتين ذات الدلائل و الأخرى بدون دلائل من المجموعات المدروسة.

كلمات دالة : برفلويوم سكاروزوم ؛ موارد وراثية نباتية ؛ مميزات ظاهرية ؛ نظام التأبير ؛ حبوب الطلع؛ مجهر الإلكتروني ماسح ؛

INTRODUCTION

Le bassin méditerranéen en général et le Maghreb en particulier, représentent une des zones de diversité génétique les plus riches. Cette diversité génétique s'explique par la grande variété des milieux écologiques recensée surtout à travers toute la rive Sud de la Méditerranée.

Les ressources phytogénétiques constituent la base biologique de la sécurité alimentaire. Les diverses espèces locales et la diversité génétique qu'elles renferment jouent un rôle primordial dans le développement économique, social et culturel. Les ressources génétiques locales demeurent la matière première la plus importante pour le sélectionneur.

Dans un programme d'amélioration génétique, la diversité est très appréciée par le chercheur (LEFORT-BUSON *et al*, 1988). Elle constitue un véritable réservoir de caractères agronomiques intéressants et indispensables pour la production de variétés qui répondent aux problèmes d'aujourd'hui mais surtout de demain. Ceci dépend de certaines règles issues de connaissances biologiques, génétiques, biométriques et économiques.

La préparation de programme de sélection et d'amélioration débute nécessairement par des prospections systématiques des espèces spontanées ou sub-spontanées ayant pour but de recenser le maximum de variabilité en vue de l'analyser et de l'utiliser.

Depuis très longtemps, les observations ont montré aux botanistes que les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres. L'évolution des espèces repose sur l'accumulation progressive de changements dans la morphologie, la physiologie et le comportement. En effet la plupart des espèces même voisines diffèrent réellement par des caractères souvent de détail mais dans la qualité discriminante est certaine.

Aujourd'hui plus que jamais, tous les pays ont besoin de ressources génétiques pour accroître durablement leur production agricole et leurs disponibilités alimentaires afin de faire face aux défis des modifications de l'environnement, y compris les changements climatiques (DANTSEY-BARRY, SD).

C'est pourquoi, les ressources phytogénétiques sont d'actualité dans le monde et en Algérie, vu leur importance aussi bien au plan économique, agronomique qu'écologique. A ce sujet, plusieurs séminaires se sont tenus, INA en 1987, 1989 et 1993, Montpellier en 1993, Gembloux et Lille en 1997, Toulouse octobre 2000, en ne citant que ceux-là, montrant la diversité des travaux se rapportant aux espèces spontanées.

Le danger que représente la déperdition de la biodiversité à travers le monde a emmené les pays développés et en voies de développement à élaborer des stratégies de préservation et de protection et à établir des conventions et des accords, on peu citer :

- La Convention sur la Diversité Biologique (CDB) ;
- Le protocole de Cartagena sur la biosécurité ;
- Le Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation ;

- Le Plan d'action Mondial pour la Préservation des Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation ;
- Projet de Loi Modèle Africain pour la préservation et la circulation des Ressources Biologiques.

Toutes les conventions et accords reconnaissent la souveraineté des Etats sur la biodiversité. Pour sa part, l'Algérie a ratifié les deux premiers et a notifié sa ratification pour le Traité Internationale et le Plan d'Action Mondial, comme elle a également abrité la réunion des experts en juin 2000 pour l'étude du Projet de Loi Modèle Africain.

Malgré les efforts consentis par l'Algérie pour la préservation *in situ* de la biodiversité en générale et des ressources phytogénétiques en particulier par la création de parcs nationaux et de réserves naturelles, et à la valorisation des ressources phytogénétiques dans le cadre du Plan National de Développement Agricole depuis 2000, les programmes de recherche - développement pour la connaissance et l'utilisation des ressources phytogénétiques accusent un retard important. Selon Médiouni (2000), la diversité biologique algérienne (spontanée et cultivée) compte environ 16 000 espèces, mais l'économie algérienne utilise moins de 1% de ce total.

Malgré les efforts des chercheurs, ces ressources génétiques fourragères et pastorales naturelles restent peu étudiées et sont encore sous-exploitées (CHAKROUN et ZOUAGHI, 2004). En effet, culturellement, les ressources fourragères en Algérie sont perçues par les agriculteurs, éleveurs et pasteurs comme une ressource naturelle qui n'exige pas d'être cultivée et entretenue (ABDELGUERFI-LAOUAR, 2005).

Le caractère intermédiaire de la production fourragère dont la finalité ne se concrétise qu'à travers la production animale explique que souvent cette production n'a pas bénéficié du maximum d'efforts et d'attention, d'autant plus que l'effort de sélection et son résultat ne sont pas perçus de manière aussi visible et rapide que pour d'autres espèces végétales (HNATYSZYN et GUAIS, 1988).

Les divers travaux, portant sur plusieurs genres, ont permis néanmoins d'aboutir à des résultats qui vont dans le sens d'une exploitation raisonnée des ressources phytogénétiques. Nous citerons à ce propos les études entreprises par ABDELGUERFI (1978) (sur le genre *Medicago*), BENSALÉM (1982) (sur le genre *Scorpiurus*), BERREKIA (1985) (sur le genre *Hedysarum*), AGUENAROUS (1986) (sur le genre *Trifolium*).

Parmi le matériel végétal que nous venons de mentionner, notre intérêt va au genre *Trifolium*.

Le thème général des études entreprises en Algérie, sur les espèces spontanées de *Trifolium*, demeure la variabilité que l'on rencontre entre espèces ou au sein d'une même espèce, à différents niveaux. Les aspects abordés concernent le comportement en culture expérimentale et la biométrie des caractères agronomiques (AGUENAROUS, 1986), l'autoécologie (ZATOUT, 1987), la caryologie (BENMALEK, 1987) et la biométrie et la biologie de la reproduction (CHOUAKI, 1988 et CHAULET 1989).

Pour notre part, nos recherches concernent l'étude du complexe *Trifolium squarrosum*. Nous avons étudié vingt cinq populations de *Trifolium squarrosum*, avec vingt individus par population.

Notre objectif est de déterminer les caractères qui nous permettront de classer les trois taxons : *genuinum*, *majus* et *minus*. A cet effet nous évaluons la variabilité du complexe d'espèces en quantifiant les caractères morphologiques, le régime de reproduction et

l'observation des grains de pollen et des graines aux Microscope Electronique à Balayage (MEB).

Le travail de caractérisation et de classification des taxons permet d'orienter les phytogénéticiens et les généticiens pour une meilleure préservation et utilisation de l'espèce. En effet la préservation des ressources phytogénétiques nécessite une connaissance approfondie de leur diversité à des fins de meilleure gestion et valorisation par l'amélioration des plantes.

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Taxinomie

Les légumineuses comprennent trois sous familles : Papilionoideae, Mimosoideae, et Caesalpinioideae. Les Papilionoideae ou Fabaceae sont en majorité des espèces de climat méditerranéen et tempéré tandis que les deux autres entités sont essentiellement des sippes intertropicales. La famille des légumineuses est la troisième plus grande famille des phanérogames en termes de nombre d'espèces (590 genres et 14.600 espèces) (LE HOUEROU, 2006).

1.2 Classification de *T. squarrosus*

- Embranchement : Spermatophyte
- Sous Embranchement : Angiosperme
- Classe : Dicotylédone
- Famille : Papilionacées
- Genre : *Trifolium*
- Espèce : *Trifolium squarrosus* L.

2. Aire géographique

Le nombre d'espèces de légumineuses fourragères dénombrées dans le monde est de 976 dont 710 du type méditerranéen et 336 exclusivement méditerranéen (ILDIS, 1999 in HAMILTON et *al.*, 2001 in ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-LAOUAR, 2004). LE HOUEROU (2001) rapporte que le nombre d'espèces de légumineuses est d'environ 10% de l'ensemble de la flore de la zone isoclimatique méditerranéenne, qui occupe 14 millions de km² dans 50 pays et cinq continents. LE HOUEROU (2006) souligne que la sous famille des Papilionoideae est très largement dominante dans la flore spontanée du bassin méditerranéen est représentée 98%. Pour le genre *Trifolium*, le nombre total d'espèces recensé dans le monde est de 161 dont 117 espèces méditerranéennes et 37 espèces exclusivement méditerranéen (ILDIS, 1999 in HAMILTON et *al.*, 2001 in ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-LAOUAR, 2004). LE HOUEROU (2006), signale que le genre *Trifolium* est représenté dans le Bassin Méditerranéen par 148 espèces et 28 sous espèces.

Par ailleurs, la distribution des espèces diffère fortement d'une sous-région méditerranéenne à une autre. Un grand nombre d'espèces du genre *Trifolium*, ont une large distribution dans toutes les régions (Hamilton et *al.*, 2001 in ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-LAOUAR, 2004).

Les légumineuses représentent la famille la plus riche en espèces endémiques en Afrique du Nord, après les Astéracées, les Labiées et les Crucifères (LE HOUEROU, 2006). En effet, 324 espèces de légumineuses sur 540 sont endémiques, soit 60% des espèces

(DOBIGNARD et LAMBINON, 2003 in LE HOUEROU, 2006). En Algérie, l'endémisme est assez important chez les Fabacées et les Poacées (ABDELGERFI et ABDELGUERFI-LAOUAR, 2004). La richesse en genres et espèces de légumineuses de l'Algérie est de 51 genres et 440 espèces (LE HOUEROU, 2006) et le genre *Trifolium* renferme 37 espèces (QUEZEL et SANTA, 1962).

3. Les légumineuses fourragères en Agriculture

Le genre *Trifolium* regroupe environ 250 espèces de trèfles dont 30 espèces sont cultivées, les plus répandus sont le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) et le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.) qui constituent avec la luzerne, les principales légumineuses fourragères cultivées dans de nombreux pays (ABDELKEFI et MARRAKCHI, 2000).

Dans le cadre de la réintroduction des cultures fourragères dans les systèmes agricoles du centre et le sud de l'Italie préconisée par les politiques de l'UE afin de réduire les intrants et les plus favorables à des systèmes agricoles durables (RUSSI et FALCINELLI, 1998), des travaux de caractérisation morphologique et physiologique ont été entrepris sur des populations naturelles de *Trifolium squarrosus* L., *Trifolium incarnatum* L. et *Trifolium alexandrinum* L. (CORLETO, 1970 ; IANNELLI, 1977 ; MARTINIELLO, 1990 et IANNUCCI *et al.*, 2002) et des travaux d'évaluation de la production de biomasse, de la qualité du fourrage et du rendement en semences ont effectuées sur les mêmes populations en culture pure (MARTINIELLO et CIOLA, 1993 ; RUSSI et FALCINELLI, 1998) et en mélange avec des graminées (MARTINIELLO, 1999), comme a été également étudiée l'influence de l'alimentation au niveau de pâturage composé de mélange de *Lolium perenne* et *Trifolium squarrosus* sur la qualité du lait et de fromage de brebis (POVOLO *et al.*, 2007).

Ainsi, *Trifolium squarrosus* pourrait représenter une importante ressource de fourrage en frais pour la période Mars-Mai pour les régions méditerranéennes (MARTINIELLO et CIOLA, 1993). Dans le Sud de l'Italie, *Trifolium squarrosus* L. et *Trifolium incarnatum* L. sont considérées comme les principales ressources fourragères d'hiver (CAZZATO et CORLETO, 2000).

LE HOUEROU (2001) énumère 134 taxons de légumineuses fourragères, originaires des zones arides et semi-arides de l'isoclimatique méditerranéen (IASAMZ), qui semblent propres à la culture ou qui ont été couronnés de succès dans les essais en culture, mais ne sont pas encore couramment utilisés dans l'agriculture.

Les espèces de légumineuses fourragères cultivées en Algérie se limitent à la luzerne, le bersim, et la vesce en association avec des graminées (ABDELGUERFI et LAOUAR, 2002 ; 2003). Les légumineuses fournissent un taux élevé d'énergie et de protéines pour l'alimentation humaine et animale (Caputa, 1967; Cerfet *al.*, 1967 ; Olea et Paredes, 1982) et présentent un intérêt certain pour l'agriculture (VILLAX, 1963 ; DUTHIL, 1976 ; Polowick *et al.*, 2000). De plus, les légumineuses et leurs partenaires rhizobiens jouent un rôle global dans le maintien de la fertilité du sol (Polowick *et al.*, 2000).

Le genre *Trifolium* est d'intérêt fourrager (MOULE, 1967), mellifères et parfois même médicinales ; c'est le cas de *Trifolium repens* et de *Trifolium fragiferum* (expectorantes, diurétiques, astringentes et vulnérables) (FOURY, 1954) et de *Trifolium pratense* dont les isoflavones sont étudiées pour être utilisées comme traitement potentiel contre les cancers (BLAKE, 2004).

Si les légumineuses sont souvent et encore utilisées comme fourrages de qualité, leur utilisation semble actuellement s'orienter plus vers des objectifs relatifs à l'amélioration durable de l'environnement en particulier pour favoriser la remontée biologique des milieux (MASSON et GINTZBURGER, 2000), limiter la désertification et augmenter les ressources pastorales (ABDELGUERFI *et al.*, 2000).

4. Autoécologie

Chez le genre *Trifolium* en Algérie, la pluviométrie est le facteur le plus déterminant sur la présence-absence des espèces. Le pH, l'altitude et la teneur en calcaire total du sol interviennent aussi de façon non négligeable. La texture du sol semble un élément relativement moins déterminant dans la répartition de certaines espèces du genre *Trifolium* ; cependant, pour la majorité des espèces, la texture fine semble assez déterminante (Abdelguerfi, 2002).

Au point de vue répartition en fonction de l'altitude, le *T. squarrosus* var. *majus* se rencontre à faible altitude et ne semble pas dépasser les 800m et le *T. squarrosus* var. *minus*, se rencontre à différentes altitudes allant de 50 m à 1060 m d'altitude (ABDELGUERFI *et al.*, 2006). Le complexe d'espèces *T. squarrosus* semble se limiter aux régions Nord de l'Algérie, il est plus fréquent sur les sols à texture très fine et fine (sol argileux) (ABDELGUERFI, 2002).

5. Présentation du complexe *Trifolium squarrosus*

Selon Rouy (1899), le complexe d'espèces *T. squarrosus* comprend trois taxons : *genuinum*, *majus* et *minus* et les différences sont dues aux dimensions des inflorescences et la taille de la plante. *T. squarrosus* variété *majus* est constitué de plantes robustes à grandes inflorescences. *T. squarrosus* var. *minus* est constitué de plants de tailles réduites et à inflorescences petites. *T. squarrosus* var. *genuinum* a des inflorescences de tailles intermédiaires entre les deux.

La variété *majus* correspondrait aux populations dont les plants présentent la tache anthocyane, ont un port dressé, des fleurs blanches et de grosses graines. La variété *minus* correspondrait aux plants sans tache anthocyane, à port rampant, à fleurs de couleur rose violacée et à petites graines.

Lors des premières prospections sur les trèfles en 1982, il a été constaté l'existence de deux types de plants et d'inflorescences pour *Trifolium squarrosus* L. (Abdelguerfi, 2002).

AGUENAROUS (1986), dans son travail d'évaluation, a confirmé l'existence de populations à plants prostrés et de populations à plants à port dressé. Les écarts de floraison ont aussi été observés entre les deux types de populations. Sur un nombre de populations plus important, BENYOUNES (1991) a mis également en évidence des écarts de floraison entre les deux types de populations.

GHOUBAY (1987) et GHOUBAY et ABDELGUERFI (1989), sans faire de clivage entre les deux types, remarquèrent chez *T. squarrosus*, la présence d'une grande variabilité d'inflorescences et de graines qu'ils attribuèrent à l'existence de deux types de taxons.

CHOUAKI (1988), dans son travail sur la variabilité au niveau des populations de *T. squarrosum*, a clairement montré la différence qui existe entre les deux types de plants au sein de cette espèce. Les uns, portant une tache anthocyane au niveau du point d'insertion des folioles sur le pétiole, ils sont orthotropes. Les autres, sans tache anthocyane, ils sont plagiotropes. CHAULET (1989) a mis en évidence une différence du poids moyen entre les graines provenant des plants avec ou sans tache anthocyane.

6. Caryologie

La première étude caryologique sur des populations algériennes du genre *Trifolium* a été réalisée par BENMALEK (1987) à travers la détermination du nombre chromosomique chez une quinzaine d'espèces. Des résultats originaux ont été mis en évidence chez quatre espèces (*T. glomeratum* ; *T. pallidum* ; *T. squarrosum* et *T. stellatum*).

L'étude caryologique sur 24 populations spontanées de 10 espèces algériennes du genre *Trifolium* effectuée par ISSOLAH et ABDELGUERFI (1999) a mis en évidence un nouveau nombre chromosomique ($2n = 12$) pour *Trifolium scabrum* en plus des nombres déjà connus.

7. Valeur nutritive

GOUMIRI (1987) a abordé la qualité fourragère de quelques légumineuses spontanées en Algérie, parmi elles, quelques espèces du genre *Trifolium*. Les résultats obtenus indiquent que *T. angustifolium*, *T. lappaceum*, *T. pallidum*, *T. scabrum* et *T. squarrosum* ont généralement des teneurs en matières minérales et en cellulose brute assez proches de celles du bersim et de la luzerne pérenne. Ils sont, cependant, moins énergétiques. *T. squarrosum* et *T. pallidum* ont des teneurs en matières azotées totales et matières azotées digestibles supérieures à celles du bersim (Goumiri et Abdelguerfi, 1991).

8. Biologie de la reproduction

La pollinisation des plantes à fleurs, résulte principalement de trois modes de vexion : l'autopollinisation passive (transfert par gravité ou contact direct entre anthères et stigmates), le vent (flux polliniques aériens) et les insectes (VAISSIÈRE et al., 2005).

Le vent est le vecteur de pollen principal chez seulement 10 % des plantes à fleurs (espèces anémophiles), tandis que les insectes pollinisent toutes les autres espèces de façon exclusive ou dominante (espèces entomophiles) (Buchmann et Nabhan, 1996 ; Allen-Wardellet al., 1998). Plus de 20.000 espèces d'abeilles dans le monde contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80 % des espèces végétales (Burd, 1994 ; Buchmann et Nabhan, 1996 ; Allen-Wardellet al., 1998 ; Michener, 2000).

Sur le plan qualitatif, en allant de fleurs en fleurs, les abeilles transportent du pollen issu d'individus d'une même espèce mais génétiquement différent et le dépôt d'allo-pollen permet la fécondation croisée et la reproduction de toutes les espèces auto-incompatibles (VAISSIÈRE *et al.*, 2005).

Les abeilles interviennent dans la pollinisation de très nombreuses cultures mais aussi d'espèces fourragères comme la luzerne et les trèfles (VAISSIÈRE *et al.*, 2005). La pollinisation constitue un service écologique fragile qui dépend pour une large part de l'agro-écosystème (Kremen *et al.*, 2002 ; Rickett *et al.*, 2004). Aujourd'hui, l'abondance mais aussi la biodiversité des abeilles apparaissent comme des facteurs de production pour les cultures entomophiles (Klein *et al.*, 2002 ; Roubik, 2002), et assurent le maintien de la biodiversité végétale.

Il faut noter que dans le genre *Trifolium*, le système de reproduction est très variable. C'est ainsi que *T. pratense* et *T. repens* sont des espèces allogames (VILLAX, 1963 ; FREE, 1970 ; PESSON et LOUVEAUX, 1984). *T. incarnatum* est une espèce autocompatible, mais qui s'autopollinise difficilement, et de ce fait, elle doit être visitée par les abeilles (FREE, 1970 ; PESSON et LOUVEAUX, 1984). Aussi, cette espèce présente une autogamie fréquente (VILLAX, 1963), évaluée à 70% environ (PESSON et LOUVEAUX, 1984). *T. subterraneum* est, quant à elle, une espèce autogame (VILLAX, 1963 ; FREE, 1970).

Pour *T. squarrosum* plusieurs autres travaux (Chouaki, 1988 ; CHOUAKI et BERREKIA, 1989 ; Chaulet, 1989 ; Benbouali, 1990 ; Larbi-Youcef, 1991 ; Ait Aissa, 1993) ont porté particulièrement sur le mode de reproduction et ont confirmé l'existence de différences entre les deux types de populations et surtout au niveau du décalage important de floraison. Le taux d'autogamie relativement plus important chez *T. squarrosum* sans tâche anthocyane a été également quantifié (Chouaki, 1988 ; Chouaki et Berrekia, 1989).

9. Microscopie électronique à balayage (MEB)

A l'œil nu, nous ne voyons pas les détails microscopiques du monde qui nous entoure. Aujourd'hui, des appareils scientifiques nous permettent d'explorer cet univers insolite et spectaculaire. Parmi eux, la microscopie, notamment électronique, qui a permis d'atteindre de forts grossissements et de livrer des images de la surface des objets avec un réalisme tridimensionnel. La microscopie électronique constitue un puissant outil d'investigation pour les chercheurs de nombreuses disciplines (GUILLEMETTE, 2004).

Le microscope électronique à balayage (MEB) a été imaginé pour la première fois en Allemagne, dans les années 1930, par Knoll et Von Ardenne et développé par Zworykin, Hillier et Snyder dans les laboratoires RCA aux Etats-Unis (1940). Mais la microscopie électronique à balayage a connu son véritable essor entre 1948 et 1965, grâce aux progrès techniques de la télévision et des détecteurs d'électrons et grâce aux recherches d'Oatley et de ses condisciples à Cambridge (WIKIPEDIA, 2007). Cette nouvelle technologie a permis, du fait de sa profondeur de champ, l'observation du relief d'échantillons massifs (DUVAL et BOUQUILLON, 2004).

9.1. Principe

La microscopie électronique à balayage (MEB ou « Scanning Electron Microscopy » SEM) est une technique puissante d'observation de la topographie des surfaces. Elle est fondée principalement sur la détection des électrons secondaires émergents de la surface sous l'impact d'un très fin pinceau d'électrons primaires qui balaye la surface observée et permet d'obtenir des images avec un pouvoir séparateur souvent inférieur à 5 nm et une grande profondeur de champ. Elle utilise, en complément, les autres interactions des électrons primaires avec l'échantillon : émergence des électrons rétrodiffusés, absorption des électrons primaires, ainsi que l'émission de photons X et parfois celle de photons proches du visible. Chacune de ces interactions est souvent significative de la topographie et/ou de la composition de la surface (PAQUETON et RUSTE, 2006).

L'instrument permet de former un pinceau quasi parallèle, très fin (jusqu'à quelques nanomètres), d'électrons fortement accélérés par des tensions réglables de 0,1 à 30 kV, de le focaliser sur la zone à examiner et de la balayer progressivement. Des détecteurs appropriés, détecteurs d'électrons spécifiques (secondaires, rétrodiffusés, parfois absorbés...), complétés par des détecteurs de photons, permettent de recueillir des signaux significatifs lors du balayage de la surface et d'en former diverses images significatives (PAQUETON et RUSTE, 2006).

9.2. Emploi de la microscopie électronique

L'emploi de la microscopie électronique au cours de ces dernières années a apporté de nombreuses données nouvelles sur l'ontogénèse et la structure des spores et pollens tant pour les formes fossiles que pour les actuelles, en même temps que se confirmait l'importance que revêt cette structure pour la taxinomie et la phylogénie du monde végétal. (CERCEAU, *et al.*, 1976). Elle est également utilisée sur les graines et les feuilles (LUCCHESI, 2005).

Le MEB est utilisé également dans le domaine du textile pour observer les fibres de coton séchées, détail d'un tissu de lin ou un tissu de viscosse (INDUSTRIE et TECHNOLOGIES, 2005). Par ailleurs, dans le domaine métallurgique, son application permet de remonter aux causes dues aux accidents (navale, aéronautique, automobile, ponts et chaussée...), mais également de nous faire observer des pièces métalliques couramment utilisées dans l'industrie nucléaire (INDUSTRIE et TECHNOLOGIES, 2005).

9.2.1. L'utilisation du MEB sur le pollen

La microscopie électronique à balayage a permis d'affiner la systématique pour le genre *Sesbania* (NDOYE et DUHOUX, SD), le genre *Helianthemum* (Walker, 1974 ; RAYNAUD, 1987), aux espèces des familles des *Amaranthaceae*, *Loasaceae* et *Tiliaceae* (QUIROZ-GARCIA, 1994). Cinq espèces de quatre genres de la famille des *polemoneaceae* ont pu être séparées selon la variation des caractères morphologiques des pollens observées au MEB (QUIROZ GARCIA *et al.*, 2002), trois principaux types de pollen ont été identifiés.

L'observation en microscopie électronique à balayage, du pollen prisonnier d'une résine fossile (fragments de l'ambre du Quesnoy), a montré que le pollen extrait se révèle dans un excellent état de conservation, la forme tridimensionnelle des grains de pollen est conservée lors de leur fossilisation ; leur contenu cellulaire est encore présent (Franceschi *et al.*, 2000).

Les observations au MEB ont permis d'observer le développement des nectaires entre les fleurs mâles-stériles et les fleurs mâles-fertiles chez *Brassica napus* (DENIS *et al.*,

1994), et de décrire la forme des grains de pollen à l'intérieure des anthères à l'anthèse (DENIS *et al.*, 1994).

Le mécanisme de la pollinisation et l'entrée du pollen dans la chalaze chez le *Pseudotsuga* [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] a été décrit au moyen du microscope électronique à balayage (Owens *et al.*, 1981). Cette information est utilisée pour déterminer et expliquer la période optimale de pollinisation ainsi que le volume pollinique nécessaire à la production maximale de graines.

Les observations sur l'épiderme interne du calice ont mis en évidence des différences très nettes entre les populations de *T. squarrosus* var. *majus*, et *T. squarrosus* var. *minus* (Ait Younès, 1995).

9.2.2. L'utilisation du MEB sur les graines

La microscopie électronique à balayage a été également utilisée dans l'étude du tégument des graines dans la systématique (LECOMPTE-BARBET, 1981 ; KERAUDREN-AYMONIN, 1983 ; Azzioui, 1999). TILLMAN-SUTELA et KAUPPI (1998) ont étudié les structures anatomiques des couches superficielles des graines et leur rôle dans le blocage du passage de l'eau chez les graines du cyprès jaune (*Chamaecyparis nootkatensis* D. Don). Les structures de l'enveloppe séminale, des couches nucellaires et du mégagamétophyte des graines humides aussi bien que sèches, ont été examinées en sections, à l'aide d'un microscope à balayage.

La microscopie permet d'étudier la structure et l'ultrastructure des tissus végétaux, notamment les parois, leurs proportions relatives et leur degré de lignification. Elle permet aussi de suivre les processus de leur dégradation par les micro-organismes du rumen (Grenet, 1997). Comme a été étudiée l'interaction entre le *Pseudomonas fluorescens* NBRI2650 et *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* par microscopie ordinaire et microscopie électronique à balayage (Nautiyal *et al.*, 2002), la lyse de la paroi cellulaire du champignon a été clairement démontrée.

L'étude de la morphologie des graines de l'unique espèce *Erica*, appartenant à la section *Chlorocodon* : *E. scoparia*, a permis de reconnaître quatre sous-espèces : *azorica*, *maderincola*, *platycodon* et *scoparia*. La taille et la forme des graines et des cellules de leur testa ont été mesurées à l'aide du microscope électronique à balayage, les graines complètes et des détails des quatre taxons ont été photographiés (FAGÚNDEZ et IZCO, 2003).

Des graines de *Plantago palmata* provenant de 7 massifs montagneux africains ont été comparées grâce au microscope électronique à balayage. Les dimensions et ornements sont constantes et caractéristiques (LEWALLE et AVELLAT, 1989).

AIT YOUNES (1995), suite à des observations au MEB, a montré que les téguments des graines de *T. squarrosus* var. *majus* et *T. squarrosus* var. *minus* sont différents.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Description de l'espèce

Trifolium squarrosum est une espèce annuelle de 20 à 50 cm, pubescente, dressée ou ascendante, à tige glabres ou presque glabres, sans pubescence brunâtre.

Les feuilles supérieures sont opposées, pétiolées, à folioles ovales, oblongues, à peine denticulées, généralement échancrées au sommet. Les stipules sont à partie libre longuement linéaire, aiguë, en pointe entière.

Les fleurs sont d'un blanc rosé, en tête assez grosse (20 à 25 mm de long), ovales, solitaires, terminales, pédonculées. La corolle rosée ne dépasse pas ou très peu le calice, gousse incluse.

Le calice fructifère est à tube oblongue, velu, resserré sous les dents, à 10 nervures atteignant le sommet, à gorge fermée par deux callosités, à dents très inégales, l'inférieure linéaire, lancéolée, réfléchie, une fois plus longue que les autres et que le tube ; les dents prennent une forme étoilée à maturité (FOURY, 1954 ; FOURNIER, 1961 ; QUEZEL et SANTA, 1962 ; COSTE, 1983).

2.2. Provenance du matériel végétal

Le matériel végétal que nous avons utilisé est représenté par plusieurs populations, et il convient donc de définir ce que nous entendons à travers ce terme. En effet, il existe plusieurs définitions scientifiques ; selon VALDERYON (1962), il s'agit d'un ensemble d'individus se reproduisant entre eux. Pour MAYR (1974), la population est une communauté d'individus capables d'accouplement et vivant dans un endroit donné, et partageant un même pool de gènes. GENERMONT (1979) définit la population comme un ensemble d'individus vivant en général sur un même territoire, entre lesquels n'existe aucune barrière d'isolement reproductif.

Dans notre travail, nous entendons au sens de population, un ensemble d'individus issus de graines provenant d'un même point de récolte, appelé milieu d'origine de la population.

Les inflorescences sont issues d'une prospection correspondant à 22 points de récolte (Tab. Ia, Ib ; Fig.1), effectuée en 1985 par A. ABDELGUERFI et ont servis de matériel de base, dans les travaux de nos prédécesseurs.

Tableau n° I a : Origine des populations de *T. squarrosum* mises en essais.

Populations	Origine	Altitudes (m)	Pluviométrie (mm)
A1	CHERCHELL	20	600 – 700
A2	SIDI GHILES	60	600 – 700
A3	GOURAYA	20	500 – 600
A4	EL-OUMARIA	1290	800 – 900
A5	DOUAOU DA	130	600 – 700
A6	BAB EZZOUAR	10	600 – 700
A7	LARBATACHE	190	700 – 800
A8	BOUDOUAOU	30	600 – 700
A9	AIN CHROUB OUAHROUB	460	500 – 600
A10	AIN NOUAL	420	500 – 600
A12	AOKAS	10	1200 – 1500
A13	SIKIDA	30	800 – 900
A14	AIN CHERCHAR	60	700 – 800
A15	AIN ELKERMA	200	800 – 900
A16	AIN TAHAMIMINE	250	600 – 700
A17	DJENET	5	700 – 800
A18	TIGZIRT	70	700 – 800
A20	AZEFOUN	90	700 – 800
A21	FREHA	150	700 – 800
A22	TIZI-OUZOU	100	800 – 900

Tableau n° I b : Populations de *T. squarrosus* mises en essais et leur correspondant

Populations initiales	Populations correspondantes	Origine
A1	M1	CHERCHELL
	SM1	
A2	M2	SIDI GHILES
	SM2	
A3	SM3	GOURAYA
A4	M4	EL-OUMARIA
A5	M5	DOUAOUDA
A6	M6	BAB EZZOUAR
A7	M7	LARBATACHE
	SM7	
A8	M8	BOUDOUAOU
A9	SM9	AIN CHROUB OUAHROUB
A10	SM10	AIN NOUAL
A12	M12	AOKAS
A13	SM13	SKIKDA
A14	SM14	AIN CHERCHAR
A15	SM15	AIN ELKERMA
A16	M16	AIN TAHAMIMINE
A17	M17	DJENET
	SM17	
A18	M18	TIGZIRT
	SM18	
A20	M20	AZEFOUN
	SM20	
A21	M21	FREHA
A22	M22	TIZI-OUZOU

2.3. Conditions expérimentales

L'essai a été entrepris sous serre, à l'Institut National Agronomique d'El-Harrach (INA).

Les graines provenant du milieu d'origine, ont été scarifiées manuellement, afin de faciliter leur germination. Le semis, effectué début décembre, a été réalisé en pots, à raison de 10 graines par pot, et de 5 pots par populations. Nous avons donc 140 pots disposés aléatoirement sur les paillasses. Les pots utilisés ont une hauteur de 21 cm et un diamètre de 23 cm, le substrat consiste en une terre homogène prélevée directement du champ de l'INA.

Nous irriguons tous les trois jours environs, jusqu'à la fin du mois de mars. Les apports d'eau ont ensuite été effectués plus fréquemment, tous les jours et même deux fois par jour, suivant la nécessité. Plusieurs traitements phytosanitaires ont été effectués, durant le cycle végétatif des plantes. Nous avons également procédé à plusieurs désherbages manuels, en cours de végétation.

Après avoir mis les populations en essais, nous avons scindé les individus issus du même milieu d'origine en populations en fonction de la morphologie des individus et en

fonction de la présence ou de l'absence de la tâche d'anthocyane au point d'insertion des folioles.

Les individus avec une tâche d'anthocyane à l'insertion des folioles et appartenant au même milieu d'origine correspondent dans notre cas aux populations avec marqueurs (M) et les individus sans tâche d'anthocyane à l'insertion des folioles appartenant au même milieu d'origine sont appelées populations sans marqueurs (SM).

Au cours de notre expérimentation, nous avons éliminé la population A22 car nous avons obtenu que 5 individus en très mauvais état. Nous travaillons sur 25 populations et 20 individus par population.

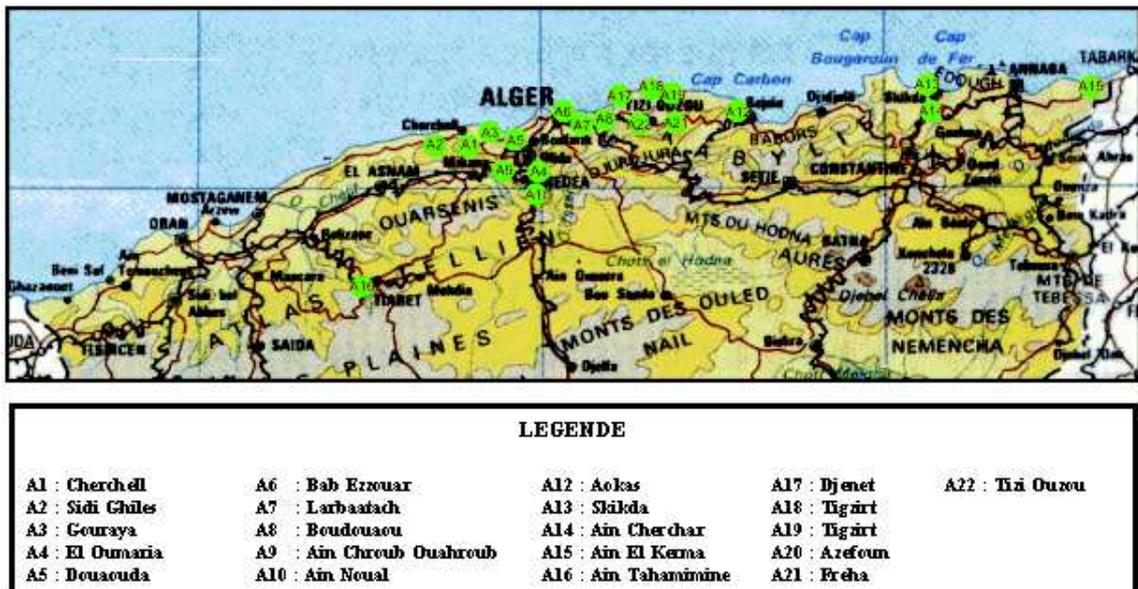


Figure 1 : Carte de répartition des différentes populations de *Trifolium squarrosum* récoltées.

2.4. Caractères étudiés

Les caractères étudiés ont été choisis de manière à quantifier les différences observées par nos prédécesseurs.

Nous nous sommes également inspiré des travaux de SMALL et BROOKES (1985) sur *Medicago lesinsii* ; ces auteurs ont en effet, entrepris la distinction entre deux groupes de plantes, inclus dans l'espèce *M. murex*, ce qui les a amenés à décrire une nouvelle espèce (*M. lesinsii*) en utilisant entre autre, des caractères morphologiques.

Au cours de notre travail, nous avons pris en compte pour *T. squarrosum* (Tab.II) :

- Le nombre de ramifications situées à la base de la tige principale ;
- Le nombre d'entre-nœuds sur la tige principale ;
- Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane ;
- Taux de nouaisons des inflorescences ensachées ;
- Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées.

Nous avons mesuré :

- La ramification la plus longue ;
- Tous les entrenœuds, afin de déterminer la longueur du plus grand entrenœud ;
- La longueur et la largeur de la foliole médiane de la feuille située à la base du plus grand entrenœud de la tige principale ;
- La longueur et la largeur de la paire de stipules de cette même feuille ;
- La longueur et le diamètre de l'inflorescence terminale sur l'axe principal.

Compte tenu des problèmes phytosanitaire que nous avons rencontrés, l'étude biométrique n'a porté que sur 25 populations en utilisant un nombre élevé d'individus (20 individus ; Tab.1), afin d'avoir des informations précises. En effet, comme nous le signalerons ultérieurement, nous avons pu détecter la présence de deux catégories d'individus ; des individus orthotropes avec marqueur et des individus plagiotropes sans marqueur dans les populations (CHOUAKI, 1988), d'où la nécessité pour nous d'analyser le plus grand nombre de populations et d'individus dont nous disposions.

De plus, nous avons procédé à l'ensachage de 20 inflorescences par population. L'ensachage a été réalisé au stade bouton floral bien développé, et avant l'apparition des premières fleurs.

Ceci nous a permis de compter le nombre de fleurs et le nombre de graines obtenues dans chaque inflorescence ensachée. Le même travail a été effectué sur des inflorescences non ensachées (20 inflorescences par population). Comme nous avons également déterminé le taux de nouaison des inflorescences non ensachées et des inflorescences ensachées.

Nous avons également observé au microscope électronique à balayage le pollen et les graines d'une population avec marqueurs, une population sans marqueurs et une population intermédiaire (palagiotrope sans marqueurs) collectées dans le même milieu d'origine.

Tableau n° II : Caractères biométriques étudiés

Abréviations	Caractères étudiés
N.R	Nombre de ramifications à la base de la tige principale
L.G.R	Ramification la plus longue
N.E.T	Nombre d'entrenoeuds sur la tige principale
L.G.E	Longueur du plus grand entrenoeud
L.F.M	Longueur de la foliole médiane
L.G.F	Largeur de la foliole médiane
R.F.M	Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane
L.S	Longueur des stipules
L.G.S	Largeur des stipules
L.I.T	Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale
D.I.T	Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale
N.F.N	Nombre de fleurs par inflorescence non ensachée
N.F.E	Nombre de fleurs par inflorescence ensachée
R.F.E	Taux de nouaisons des inflorescences ensachées
N.G.N	Nombre de graines par inflorescence non ensachée
N.G.E	Nombre de graines par inflorescence ensachée
R.F.N	Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'une règle métallique graduée et pour la longueur et le diamètre des inflorescences nous avons utilisé un pied à coulisse classique.

2.5. Traitement des données

2.5.1. Analyse de la variance

Nous avons appliqué l'analyse de la variance à un critère de classification représenté par l'espèce, pour tous les caractères notés, afin de déceler la présence de différence entre populations. Par ce biais, nous avons également pu obtenir le coefficient de variabilité intra – population (V).

Nous admettons que le caractère est stable, lorsque le coefficient de variabilité est inférieur à 10%. Le caractère est moyennement variable ou très variable, selon que le coefficient de variabilité est compris entre 10 et 30%, ou qu'il est supérieur à 30%. Au cours de nos interprétations, nous parlerons souvent de quatre classes :

- Classe 1 : variabilité réduite (V inférieur 10%) ;
- Classe 2 : variabilité moyenne (V compris entre 10 et 20%) ;
- Classe 3 : variabilité moyennement élevée (V compris entre 20 et 30%) ;
- Classe 4 : variabilité élevée (V supérieur à 30%).

2.5.2. Matrice de corrélation

L'intérêt de la corrélation consiste à expliquer une variable difficile à mesurer (variable à expliquer ou variable dépendante) par une variable facile à mesurer (variable explicative ou variable indépendante) d'une part et permet d'établir le lien entre une variable avec une ou plusieurs variables d'autre part.

2.5.3. Analyse en composantes principales (ACP)

Cette méthode est descriptive, son objectif est de présenter sous forme graphique, le maximum d'informations contenues dans un tableau de données sur lesquels sont mesurées des variables quantitatives ou pouvant être considérées comme telles (PHILIPEAU, 1992).

2.5.4. Analyse factorielle discriminante (AFD)

Le but de cette analyse est de définir une règle mathématique ou fonction discriminante pour pouvoir classer chaque observation dans un groupe en relation seulement avec l'information apportée par les variables enregistrées. Il est possible pour chaque observation de définir une probabilité d'appartenance à chaque population (TOMASSONE, 1988). Donc le but de cette analyse est de séparer au mieux l'ensemble des G groupes à l'aide des V variables. Elle est définie comme étant un outil important dans « l'aide à la décision » (TOMASONNE, 1988).

2.5.5. Classification hiérarchique

Les méthodes de *classification hiérarchique*, permettent d'obtenir à partir d'un ensemble d'éléments décrits par des variables, une hiérarchie de classes partiellement emboîtées les unes dans les autres.

La classification hiérarchique ascendante (CAH) est une aide à l'interprétation, elle est inspirée des calculs des contributions de l'analyse factorielle des correspondances (BENZECRI, 1980). Elle aboutit à un regroupement successif des populations en groupes ou en sous groupes possédant la plus petite distance entre eux, donc, l'indice de similitude le plus élevé (ABDELKRIM, 1984). Le résultat de cette classification est sous forme graphique arborescente.

2.6. Observation au Microscope Electronique à Balayage (MEB)

Les échantillons secs (graines et pollen) ont été collés sur un support de cuivre, avec un ruban carboné double face, puis introduits dans un métalliseur (BAL-TEC SCD 005). La couche d'or déposée par pulvérisation sous vide est de 20 nm d'épaisseur. Après métallisation, les échantillons ont été observés dans un microscope électronique à balayage (JEOL 840), sous une tension de 15 kV et des clichés argentiques ont été obtenus avec un boîtier photographique (Mamiya), incorporé au MEB. Les plans-films ont ensuite été numérisés sur un scanner haute résolution (Minolta Dimâge Scan Multi 2).

Cette partie a été réalisée l'UMR 6187CNRS, Institut de Physiologie et de Biologie Cellulaires, Université de Poitiers - Pôle Biologie Santé (Poitiers, France).

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Etude des caractères morphologiques

3.1.1. Présentation des résultats

Après la récolte des plants nous avons étudié les différents paramètres composant le rendement.

a. Nombre de ramification à la base de la tige principale (NR) :

Le nombre moyen de ramification à la base de la tige principale varie de 8.65 (population SM20) à 3.50 (population SM13) (Fig.2). Globalement, la moyenne générale des populations sans marqueurs est égale à celle des populations avec marqueurs (5.97 contre 5.96 ramifications) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId).

Les valeurs observées pour le coefficient de variation sont comprises entre 10.49% et 20.18%. La variabilité est moyenne pour toutes les populations (Fig.3)

L'analyse de la variance nous montre des différences très hautement significatives ($P \leq 0.001$), entre populations (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId). La comparaison des moyennes qui en résulte, nous permet de distinguer 10 groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId).

Les groupes A, B et C réunissent les populations ayant entre 7 et 9 ramifications environ.

Les groupes D, E, F, G et H renferment le maximum de populations ; elles présentent entre 4 et 6 ramifications. Les deux derniers groupes (I et J) se rapportent aux populations comportant moins de 4 ramifications.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Pop	Anova DDL (24 ; 475)	NR	LGR	NET	LGE	LFM	LGF	RFM	LS
		F= 39.77 Pr < 0.001	F= 152.81 Pr < 0.001	F= 92.42 Pr < 0.001	F= 4095.16 Pr < 0.001	F= 2486.79 Pr < 0.001	F=718.19 Pr < 0.001	F= 27.89 Pr < 0.001	F= 1416.50 Pr < 0.001
	Moy	7.15	45.04	18.75	41.45	46.65	14.70	0.32	48.45
M1	ET	0.73	2.37	1.76	1.28	0.96	0.84	0.02	2.27
	CV	10.15	5.26	9.37	3.10	2.06	5.73	6.98	4.68
	SNK	C	N	D E	0	C	D	J K	F
	Moy	8.05	63.04	16.05	46.15	21.15	7.75	0.37	15.85
SM1	ET	1.07	2.20	1.56	0.85	1.11	0.70	0.03	2.15
	CV	13.30	3.50	9.74	1.85	5.24	9.01	9.26	13.57
	SNK	A B	E F G	H	M	M N	G	D E F G H	N
	Moy	5.75	53.42	16.60	49.95	45.75	16.90	0.37	49.25
M2	ET	0.83	1.84	1.16	1.20	0.94	0.83	0.02	1.67
	CV	14.42	3.45	6.98	2.41	2.06	4.92	5.68	3.39
	SNK	D E F G	L	G H	J	D E	C	D E F G	F
	Moy	7.60	60.09	15.10	52.50	28.90	8.90	0.31	24.95
SM2	ET	1.07	1.62	1.22	1.03	1.04	0.77	0.02	1.63
	CV	14.05	2.70	8.09	1.95	3.61	8.63	7.47	6.52
	SNK	B C	H I	I	I	K	F	K	J
	Moy	5.35	64.16	19.50	45.10	43.90	14.90	0.34	48.05
M7	ET	0.91	2.77	1.32	1.14	1.00	0.77	0.02	1.56
	CV	17.01	4.32	6.78	2.52	2.27	5.15	5.29	3.25
	SNK	E F G	D E	C D	N	F G	D	G H I J K	G
	Moy	6.00	66.93	20.80	30.05	44.05	16.70	0.38	53.45
SM7	ET	0.78	1.18	1.12	1.16	2.04	0.78	0.02	1.69
	CV	12.92	1.76	5.40	3.86	4.62	4.68	6.05	3.16
	SNK	D E F	B C	A B	Q	F G	C	C D E F	D
	Moy	8.30	57.49	16.35	70.45	50.85	18.35	0.36	55.30
M17	ET	0.95	13.26	1.24	1.28	1.15	0.96	0.02	1.42
	CV	11.49	23.06	7.56	1.82	2.27	5.25	6.08	2.56
	SNK	A	H I	G H	C	A	B	E F G H I	C

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

Tableau n° III b : Analyse descriptive des paramètres mesurés par population.

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

		NR	LGR	NET	LGE	LFM	LGF	RFM	LS
Pop	Anova DDL (24 ; 475)	F= 39.77 Pr < 0.001	F= 152.81 Pr < 0.001	F= 92.42 Pr < 0.001	F= 4095.16 Pr < 0.001	F= 2486.79 Pr < 0.001	F=718.19 P < 0.001	F= 27.89 Pr < 0.001	F= 1416 < 0.001
	Moy	6.15	71.68	18.50	20.80	16.80	7.65	0.46	21.8
SM17	ET	0.79	1.28	1.20	0.98	1.12	0.65	0.05	1.99
	CV	12.88	1.79	6.51	4.71	6.68	8.55	9.85	9.13
	SNK	D E	A	E	T	Q	G	A	L
	Moy	5.05	49.79	20.05	86.15	40.90	16.65	0.41	38.8
M18	ET	0.92	2.69	1.20	1.06	0.94	0.73	0.02	1.91
	CV	18.24	5.39	6.00	1.23	2.31	4.36	5.64	4.93
	SNK	F G H	M	B C	A	H	C	B C	I
	Moy	5.45	54.25	19.95	22.05	15.20	6.60	0.44	17.4
SM18	ET	1.07	3.91	1.12	1.07	0.93	0.80	0.07	1.50
	CV	19.65	7.21	5.60	4.86	6.10	12.12	16.21	8.60
	SNK	E F G	L	B C	S	R	H	A	M
	Moy	7.20	56.71	20.30	55.45	35.10	13.95	0.40	40.8
M20	ET	0.93	2.43	1.05	1.16	0.94	0.74	0.02	1.94
	CV	12.88	4.28	5.19	2.09	2.69	5.30	6.03	4.75
		C	K	A B C	H	J	E	C D	H
	Moy	8.65	57.39	17.95	21.15	15.15	4.95	0.33	16.1
SM20	ET	0.85	2.70	0.74	1.71	0.96	0.87	0.06	1.64
	CV	9.86	4.71	4.12	8.09	6.36	17.47	18.54	10.1
	SNK	A	J K	E F	T	R	I	I J K	N
	Moy	5.95	53.13	16.65	46.05	45.30	15.10	0.33	64.2
M4	ET	1.02	1.14	1.01	1.20	0.78	0.89	0.02	1.79
	CV	17.19	2.14	6.09	2.61	1.72	5.89	6.31	2.78
	SNK	D E F	L	G H	M	E	D	H I J K	A
	Moy	5.40	58.94	15.80	64.05	46.85	18.20	0.39	38.7
M5	ET	0.86	1.95	0.87	1.02	0.91	0.93	0.02	1.79
	CV	15.93	3.30	5.52	1.60	1.94	5.09	5.43	4.61
	SNK	E F G	I J	H	D	C	B	C D E	I

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

Tableau n° III c : Analyse descriptive des paramètres mesurés par population.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

		NR	LGR	NET	LGE	LFM	LGF	RFM	LS
Pop	Anova DDL (24 ; 475)	F= 39.77 Pr < 0.001	F= 152.81 Pr < 0.001	F= 92.42 Pr < 0.001	F= 4095.16 Pr < 0.001	F= 2486.79 Pr < 0.001	F=718.19 P < 0.001	F= 27.89 Pr < 0.001	F= 1416.5 < 0.001
	Moy	5.20	70.58	17.20	86.25	49.85	16.50	0.33	40.75
M8	ET	0.87	2.02	0.75	1.04	0.96	0.92	0.02	1.48
	CV	16.77	2.86	4.35	1.21	1.93	5.59	6.34	3.63
	SNK	E F G H	A	F G	A	B	C	H I J K	H
	Moy	5.15	56.70	19.50	58.05	43.20	15.35	0.36	54.05
M21	ET	0.85	1.51	0.92	1.20	0.81	0.91	0.02	2.11
	CV	16.56	2.67	4.73	2.07	1.88	5.93	5.63	3.90
	SNK	F G H	K	C D	F	G	D	E F G H I	D
	Moy	6.50	65.39	16.20	73.85	46.30	19.95	0.43	51.80
M6	ET	0.81	3.51	0.93	1.28	1.10	0.87	0.02	2.44
	CV	12.40	5.36	5.72	1.73	2.38	4.34	5.34	4.71
	SNK	D	C D	H	B	C D	A	A B	E
	Moy	4.85	54.30	21.10	33.15	39.40	13.70	0.35	55.55
M12	ET	0.85	2.26	0.89	1.46	1.43	0.71	0.02	1.75
	CV	17.59	4.15	4.21	4.40	3.62	5.21	6.03	3.14
	SNK	G H	L	A	P	I	E	F G H I J	B
	Moy	4.40	67.28	17.80	41.50	20.50	8.30	0.41	23.10
SM3	ET	0.86	2.56	0.75	1.40	0.81	0.78	0.04	1.64
	CV	19.55	3.80	4.20	3.36	3.93	9.41	8.89	7.10
	SNK	H I	B	E F	O	N O	F	B C	K
	Moy	3.95	63.17	14.45	56.95	22.75	7.45	0.33	24.50
SM10	ET	0.74	3.18	0.74	1.32	0.89	0.74	0.04	1.32
	CV	18.73	5.04	5.12	2.32	3.90	9.93	11.01	5.40
	SNK	I J	E F G	I	G	L	G	I J K	J
	Moy	3.50	61.87	13.55	48.90	20.30	6.90	0.34	24.75
SM13	ET	0.67	2.07	0.97	1.30	0.84	0.70	0.04	1.48
	CV	19.17	3.35	7.18	2.66	4.15	10.14	10.56	5.98
	SNK	J	F G H	J	K	N O	H	G H I J K	J

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

		NR	LGR	NET	LGE	LFM	LGF	RFM	LS
Pop	Anova DDL (24 ; 475)	F= 39.77 Pr < 0.001	F= 152.81 Pr < 0.001	F= 92.42 Pr < 0.001	F= 4095.16 Pr < 0.001	F= 2486.79 Pr < 0.001	F=718.19 Pr < 0.001	F= 27.89 Pr < 0.001	F= 1416 Pr < 0.001
	Moy	6.15	58.63	18.25	30.25	19.90	7.60	0.38	20.5
SM14	ET	1.11	2.39	0.89	1.48	0.94	0.74	0.05	1.80
	CV	18.02	4.08	4.86	4.89	4.74	9.67	11.78	8.80
	SNK	D E	I J K	E	Q	O	G	C D E F	L
	Moy	5.90	63.87	16.80	27.45	18.05	6.30	0.35	18.1
SM15	ET	0.83	2.91	1.03	1.60	0.97	0.64	0.05	1.53
	CV	14.08	4.55	6.13	5.81	5.39	10.16	13.14	8.41
	SNK	D E F	D E F	G H	R	P	H	F G H I	M
	Moy	5.85	64.20	11.35	47.65	21.85	8.55	0.40	20.9
SM9	ET	0.96	2.81	0.85	1.49	2.29	0.81	0.06	1.63
	CV	16.46	4.38	7.52	3.13	10.46	9.42	14.90	7.77
	SNK	D E F	D E	K	L	M	F	C D	L
	Moy	5.60	46.37	18.20	61.95	44.30	19.85	0.45	50.9
M16	ET	0.80	3.42	0.81	1.53	1.10	0.79	0.02	2.49
	CV	14.29	7.38	4.46	2.47	2.48	3.99	4.25	4.89
	SNK	D E F G	N	E	E	F	A	A	E

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

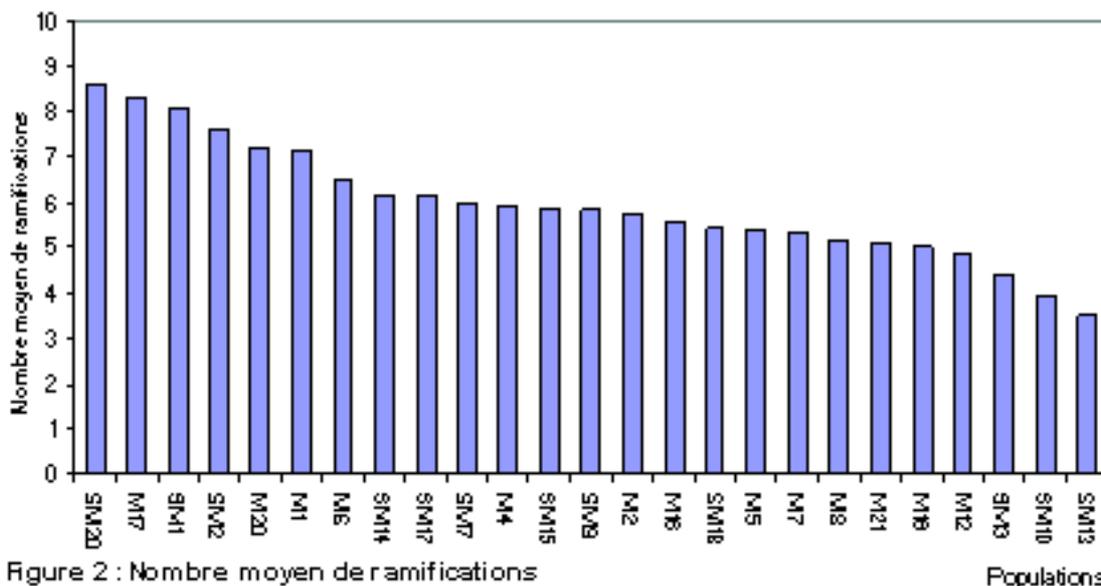


Figure 2 : Nombre moyen de ramifications

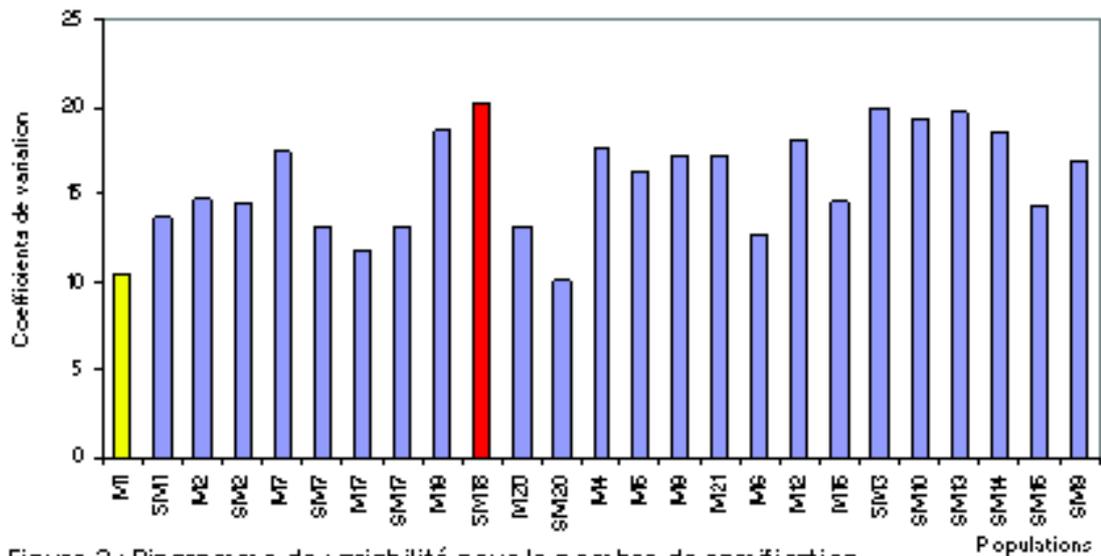


Figure 3 : Diagramme de variabilité pour le nombre de ramification

Figure 3 : Diagramme de variabilité pour le nombre de ramification

b. Ramification la plus longue (LGR)

En moyenne, la ramification la plus longue est enregistrée avec la population SM17 (71.68 cm), suivie par la population M8 (70.58 cm). La plus faible moyenne est observée chez la population M1 (45.04 cm) (Fig.4).

Les populations sans marqueurs, considérées dans leur ensemble, présentent une moyenne générale de 62.70 cm, ce qui est supérieur à ce que l'on peut observer pour les populations avec marqueurs (56.54 cm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La variabilité est réduite au sein de toutes les populations, le coefficient de variation allant de 1.83% à 7.57% (Fig.5).

L'analyse de la variance montre qu'il existe des différences très hautement significatives ($P \leq 0.001$) entre populations (Tab.3).

La comparaison des moyennes a mis en évidence quatorze groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

Les trois premiers groupes renferment les populations dont la ramification la plus longue mesure entre 65.39 et 71.68 cm ; les huit autres groupes suivant associent les populations pour lesquelles la ramification la plus longue mesure entre 56.70 et 65.39 cm et les trois derniers groupes se composent de populations dont la ramification la plus longue mesure entre 45.04 et 54.30 cm. Il faut noter que la majorité des populations sans marqueurs 66.7 % environ appartient aux six premiers groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d)

c. Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale (N.E.T)

Le nombre moyen d'entre-nœuds varie, selon les populations, entre 11.35 entre-nœuds (population SM9) et 21.10 entre-nœuds (population M12). Le plus souvent, on dénombre en moyenne, entre 15 et 20 entre-nœuds par plant, sur la tige principale (ceci pour 18 populations) (Fig. 6).

En considérant la moyenne générale des populations, nous remarquons que les populations avec marqueurs se caractérisent par un nombre plus important d'entre-nœuds, par rapport aux populations sans marqueurs (18.33 contre 16.71) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La variabilité est réduite au sein de 24 populations sur les 25 populations prises en compte ; seule la population SM1 présente une variabilité moyenne légèrement supérieure à 10% (Fig.7).

Des différences très hautement significatives ($P \leq 0.001$) sont mises en évidence, par le biais de l'analyse de la variance (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). La comparaison des moyennes deux à deux, nous a permis de distinguer onze groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). Les six premiers groupes renferment les populations comportant plus de 17 entre-nœuds sur la tige principales ; le septième et huitièmes groupes sont constitués par les populations ayant un nombre moyen d'entre-nœuds compris entre 15.80 et 17.20 ; les trois derniers groupes associent les populations dont le nombre moyen d'entre-nœuds est inférieur à 15.50, ces derniers regroupent uniquement des populations sans marqueurs.

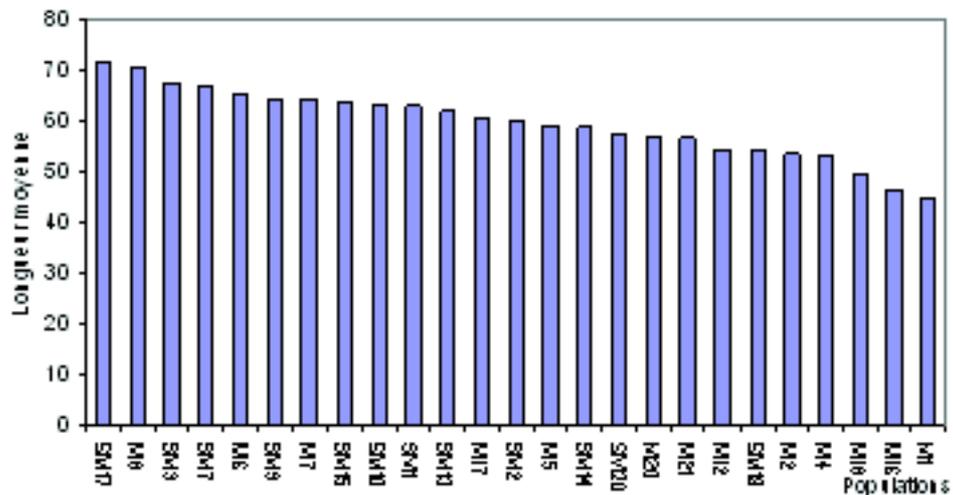


Figure 4 : Longueur moyenne de la plus grande ramification

Figure 4 : Longueur moyenne de la plus grande ramification

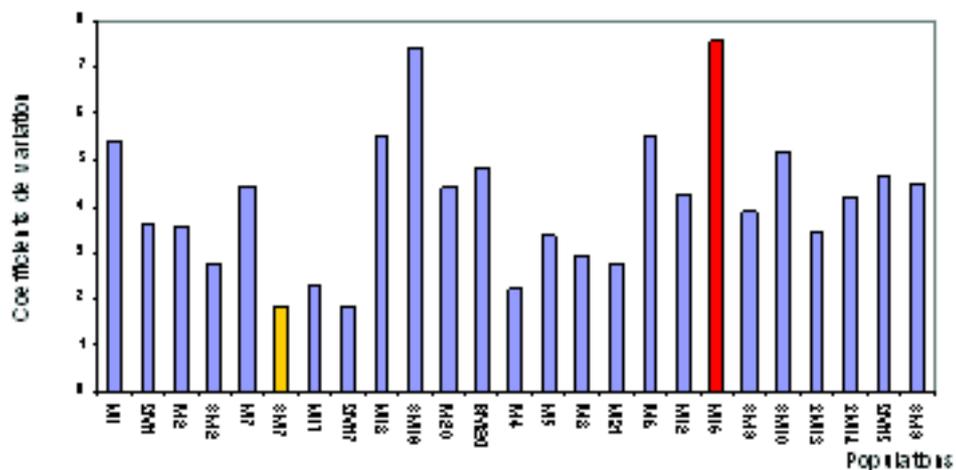


Figure 5 : Diagramme de variabilité pour la plus grande ramification

Figure 5 : Diagramme de variabilité pour la plus grande ramification

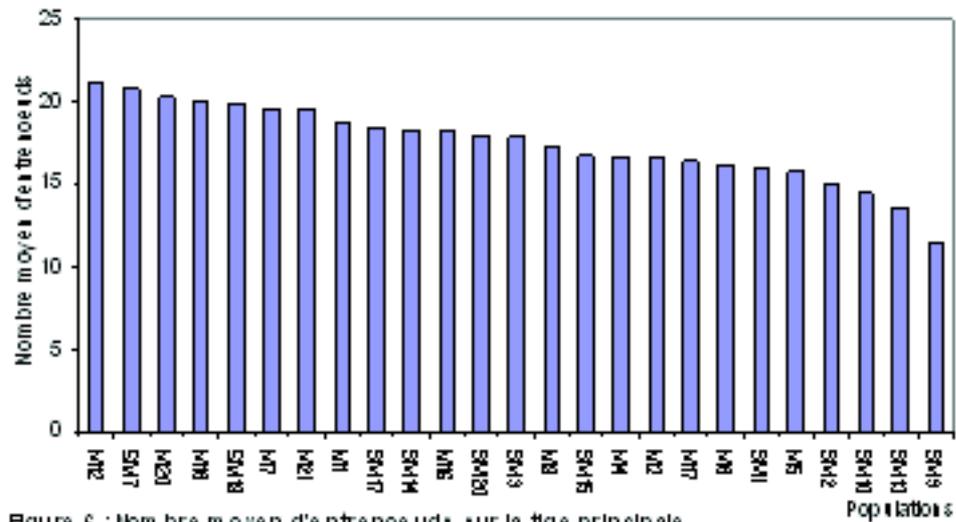


Figure 6 : Nombre moyen d'entre noeuds sur la tige principale

Figure 6 : Nombre moyen d'entre noeuds sur la tige principale

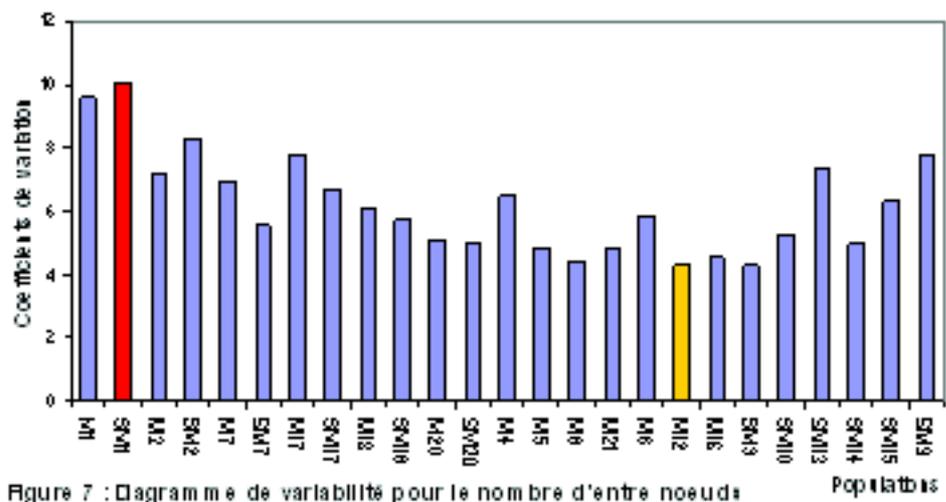


Figure 7 : Diagramme de variabilité pour le nombre d'entre noeuds

Figure 7 : Diagramme de variabilité pour le nombre d'entre noeuds

d. Longueur du plus grand entrenoeud (L.G.E)

Les valeurs moyennes du plus grand entre-nœud varient entre 86.25 (M8) et 20.80 mm (SM17) (Fig.8). Il apparaît que les populations sans marqueurs se caractérisent, en moyenne, par des valeurs bien plus faibles que les populations avec marqueurs (37.12 contre 59.38 mm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

Toutes les populations se caractérisent par une variabilité réduite, allant de 1.24% à 8,32% (Fig.9).

L'analyse de la variance montre que les différences entre populations sont très hautement significatives ($P \leq 0.001$) (Tab.3).

La comparaison des moyennes fait apparaître 20 groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). Les groupes sont constitués d'une ou de deux populations au plus. Le premier groupe est

constitué de deux populations (M8 et M18) dont les longueurs moyennes du plus grand entrenœud sont respectivement 86,25 et 86,15 mm ; les sept autres groupes suivants sont constitués chacun d'une population et dont la longueur moyenne du plus grand entrenœud varie entre 55.45 et 73.85 mm, ces groupes sont constitués essentiellement de population avec marqueurs ; les douze derniers groupes associent les populations avec marqueurs et les populations sans marqueurs et les longueurs moyennes du plus grand entrenœud varient entre 20.80 et 53.05 mm.

e. Longueur de la foliole médiane (LFM)

La longueur moyenne de la foliole médiane est comprise, selon les populations, entre 50.85 mm (population M17) et 15.15 mm (population SM20) (Fig. 10). En général, les populations avec marqueurs présentent en moyenne, une foliole médiane plus longue que les populations sans marqueurs (44.49 contre 22.05 mm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

On dénombre 24 populations stables pour le caractère considéré, le coefficient de variation oscille entre 1,77% et 6,53%. La variabilité est moyenne pour la population SM9 dont le coefficient de variation atteint 10.76% (Fig.11).

L'analyse de la variance nous amène à conclure à l'existence de différences très hautement significatives entre population ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La comparaison des moyennes permet d'établir 18 groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). Nous remarquons que les populations sans marqueurs se distinguent très nettement des populations avec marqueurs, exception faite pour la population SM7. Les dix premiers groupes (populations avec marqueurs excepté la SM7) comprennent des populations dont la foliole médiane mesure entre 35.10 et 50.85 mm, environ. Les huit derniers groupes (populations sans marqueurs) associent les populations dont la foliole médiane mesure entre 28.90 et 15.15 mm de long.

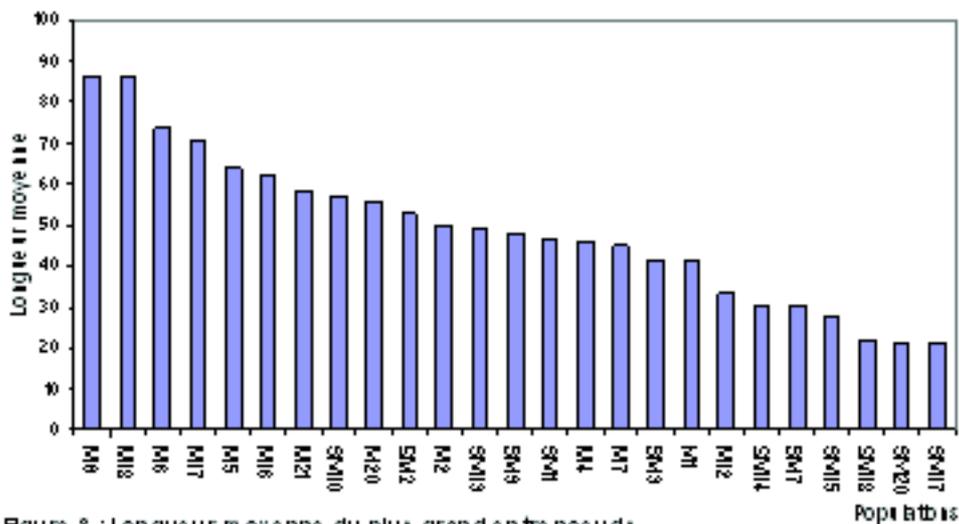


Figure 8 : Longueur moyenne du plus grand entrenœud

Figure 8 : Longueur moyenne du plus grand entrenœud

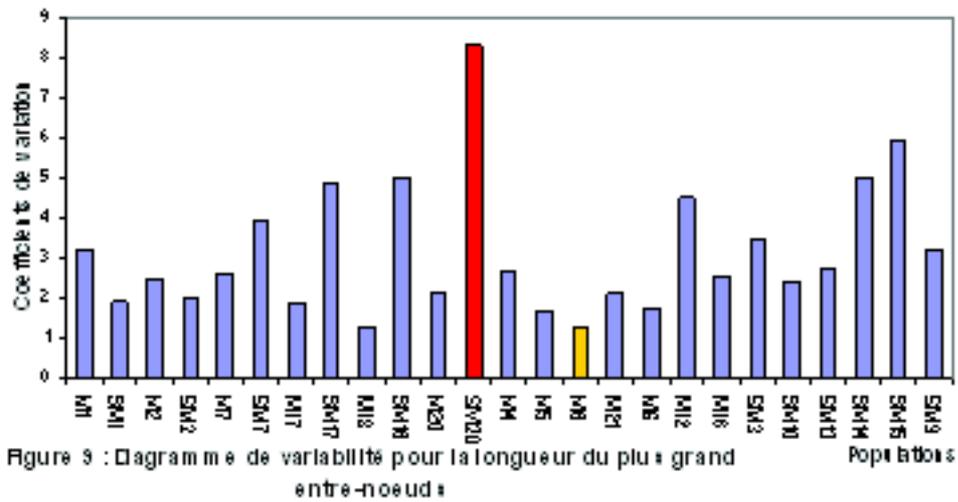


Figure 9 : Diagramme de variabilité pour la longueur du plus grand entrenœud

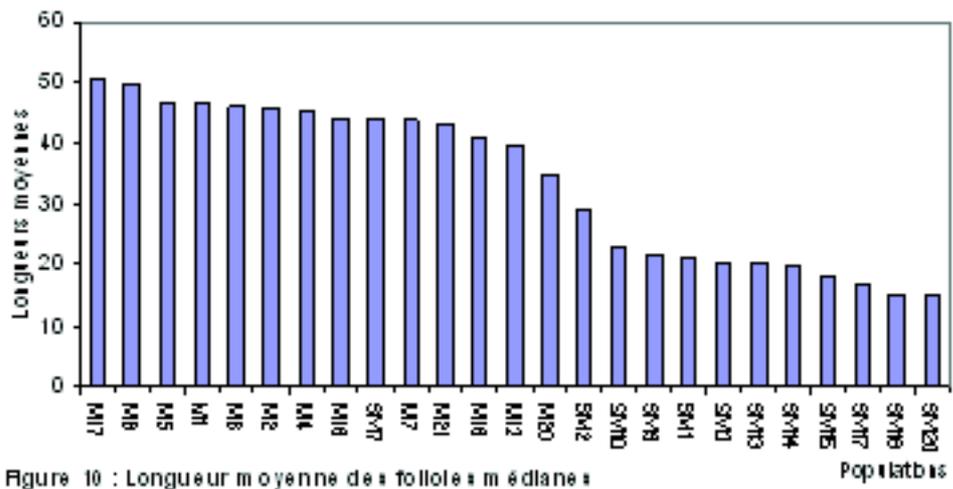


Figure 10 : Longueur moyenne des folioles médianes

Figure 10 : Longueur moyenne des folioles médianes

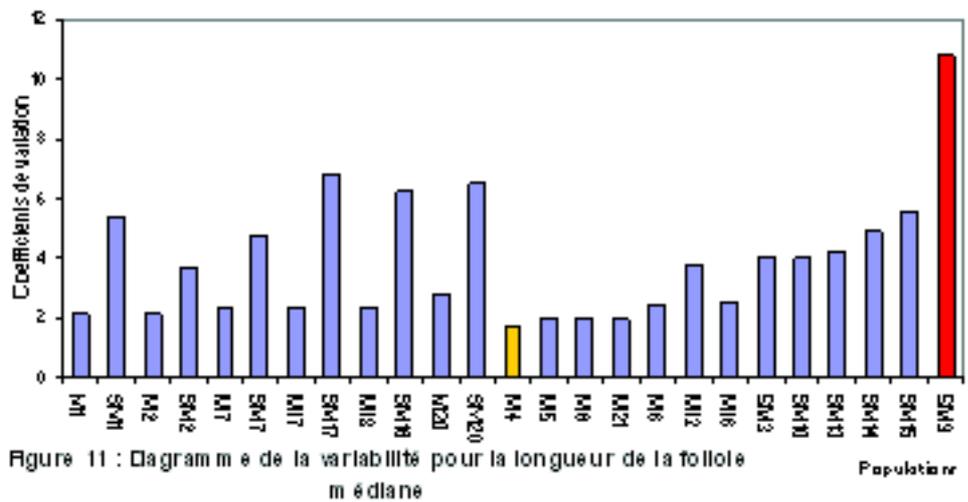


Figure 11 : Diagramme de la variabilité pour la longueur de la foliole médiane

Figure 11 : Diagramme de la variabilité pour la longueur de la foliole médiane

f. Largeur de la foliole médiane (LGF)

En moyenne, la largeur de la foliole médiane varie entre 19.95 mm (population M6) et 4.95 mm (population SM20), selon les populations (Fig.12).

Le groupe des populations avec marqueurs présente, en moyenne, des folioles nettement plus larges que le groupe des populations sans marqueurs (16.47 contre 8.14 mm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId).

Globalement le coefficient de variabilité est compris entre 4,08% et 17,98% pour les 25 populations. Le caractère est stable pour 20 populations (Fig.13).

Grâce à l'analyse de la variance, nous pouvons relever des différences très hautement significatives entre populations ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId).

La comparaison des moyennes nous permet d'établir neuf groupes de moyennes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId). Pour ce caractère également, les populations sans marqueurs se distinguent très nettement des populations avec marqueurs, à l'exception de la population SM7.

Dans les cinq premiers groupes, nous retrouvons les populations pour lesquelles la largeur de la foliole médiane est comprise entre 13.70 mm et 19.95 mm (populations avec marqueurs). Dans les quatre derniers groupes, sont associées les populations dont la foliole médiane mesure entre 8.90 mm et 4.95 mm de large (populations sans marqueurs).

g. Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (R.F.M)

Les ratio moyen évoluent entre 0.31 (population SM2) et 0.46 (population M17) (Fig. 14). On remarque que le ratio moyen (largeur/longueur) de la foliole médiane des populations avec marqueur est similaire à celui des populations sans marqueurs (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId).

Le caractère semble stable pour 16 populations avec une variabilité allant de 4,44% (population M16) à 8,11% (population SM1). La variabilité est moyenne pour les autres populations (entre 10 et 18.18%) (Fig.15).

L'analyse de la variance fait ressortir des différences très hautement significatives entre populations ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId). La comparaison des moyennes qui en découle permet d'établir onze groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIIId).

Dans le premier groupe, nous retrouvons les valeurs fortes (0.43 à 0.46). Dans les cinq autres groupes suivant sont classés les valeurs moyennes et dans les cinq derniers groupes sont classés respectivement les valeurs moyennes puis moyennes à faibles.

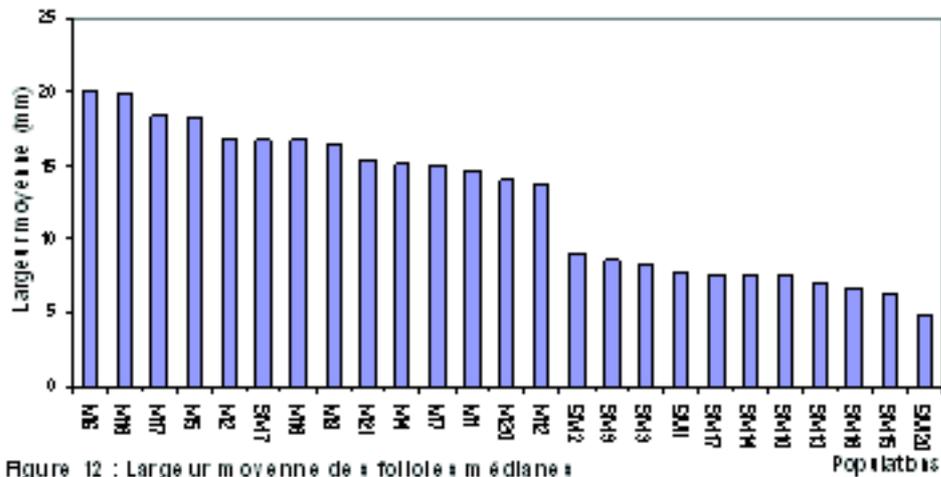


Figure 12 : Largeur moyenne de « foliole » médiane :

Figure 12 : Largeur moyenne des folioles médianes

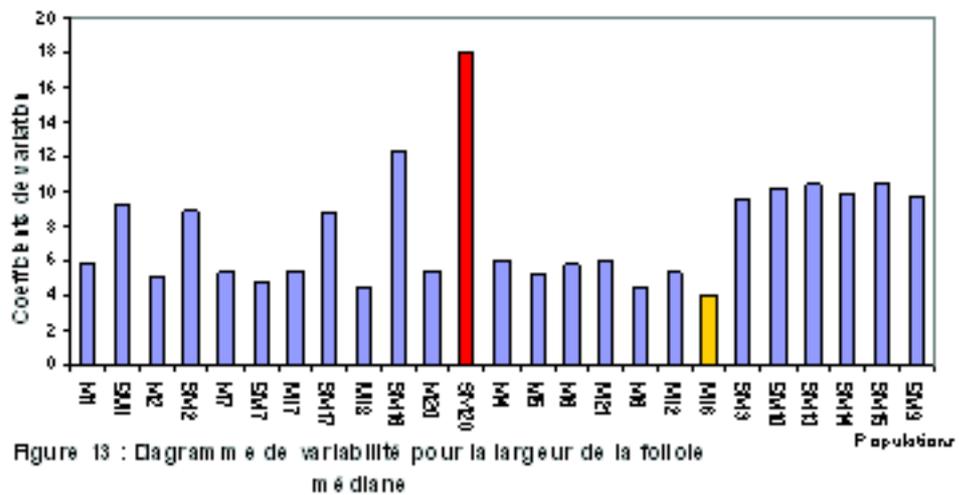


Figure 13 : Diagramme de variabilité pour la largeur de la foliole médiane

Figure 13 : Diagramme de variabilité pour la largeur de la foliole médiane

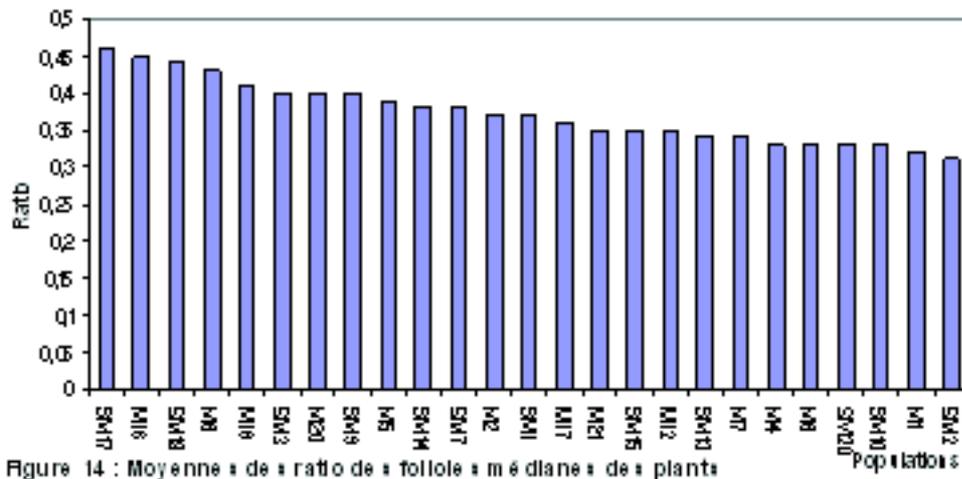


Figure 14 : Moyenne de « ratio de « foliole » médiane » de « plants »

Figure 14 : Moyennes des ratios des folioles médianes des plants

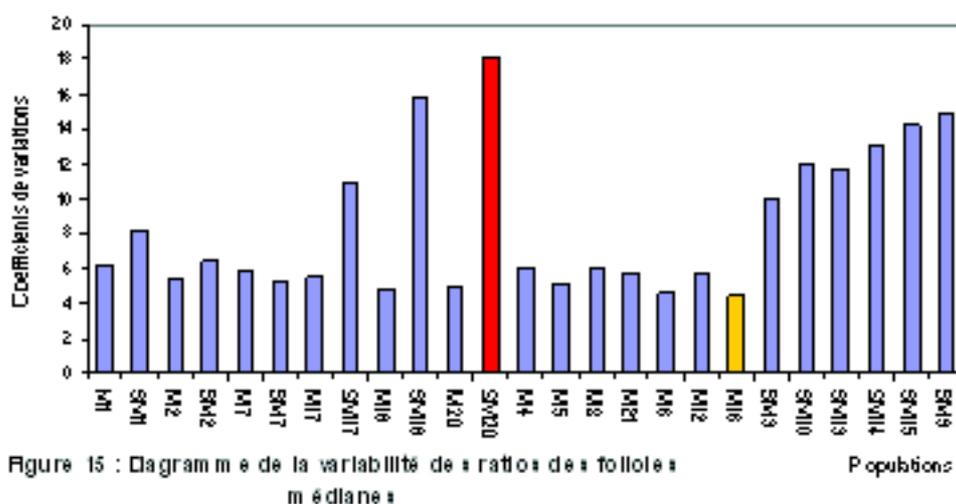


Figure 15 : Diagramme de la variabilité des ratios des folioles médianes

h. Longueur des stipules (L.S)

Les valeurs moyennes sont comprises entre 64.25 (population M4) et 15.85 mm (population SM1) (Fig.16). Les populations avec marqueurs se caractérisent, en moyenne, par des stipules deux fois plus longs que les populations sans marqueurs (48.98 contre 23.46) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La variabilité est moyenne pour deux populations seulement. Nous faisons allusion aux populations SM20 avec 10.43% et la population SM1 avec (13.94%). Dans les autres cas la variabilité est réduite, elle oscille entre 2,62% et 9,36%) (Fig.17).

Suite aux résultats de l'analyse de la variance, des différences très hautement significatives apparaissent entre populations ($P \leq 0.001$) (Tab. 3).

La comparaison des moyennes permet d'établir quatorze groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). A ce niveau, les populations sans marqueurs se distinguent nettement des populations avec marqueurs, à l'exception de la population SM7.

Les neuf premiers groupes renferment des populations dont les stipules ont une longueur moyenne comprise entre 38.75 et 64.25 mm (populations avec marqueurs, essentiellement), tandis que dans les cinq derniers groupes, on voit apparaître les populations dont les stipules mesurent en moyenne, entre 24.95 et 15.85 mm de long (populations sans marqueurs).

Les observations ayant porté sur les deux stipules d'une même paire, il nous a été possible de vérifier si ces derniers ont toujours une longueur identique.

A ce sujet il convient de dissocier les populations avec marqueurs des populations sans marqueurs. En effet, pour les premières, on note que 68 % des individus ont des stipules de longueur différente (au sein d'une même paire). Le taux est bien plus faible, chez les populations sans marqueurs (35%).

Par ailleurs, il faut préciser que la différence de longueur entre les stipules d'une même paire est comprise entre 0.5 et 3 mm, dans le cas des populations avec marqueurs, et entre 0.5 et 2 mm, pour les populations sans marqueurs.

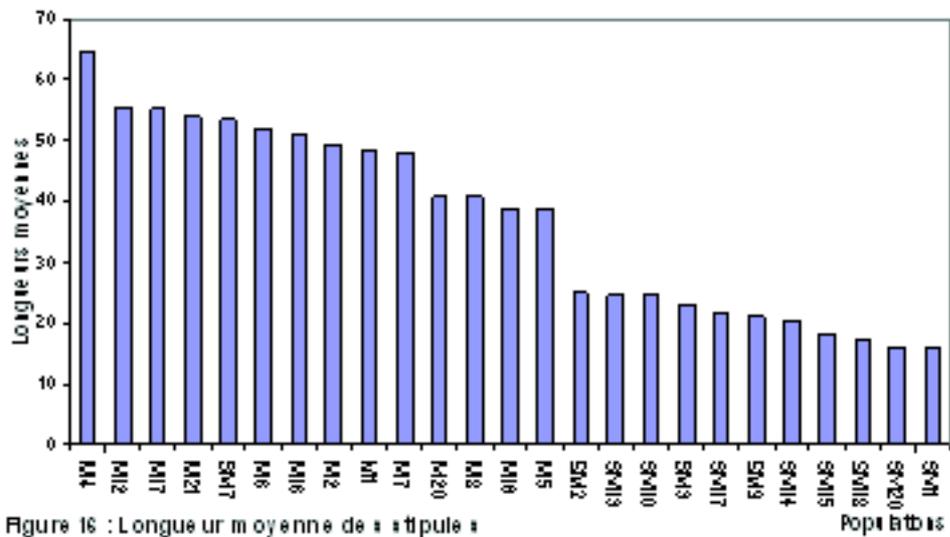


Figure 16 : Longueurs moyennes des stipules

Figure16 : Longueur moyenne des stipules

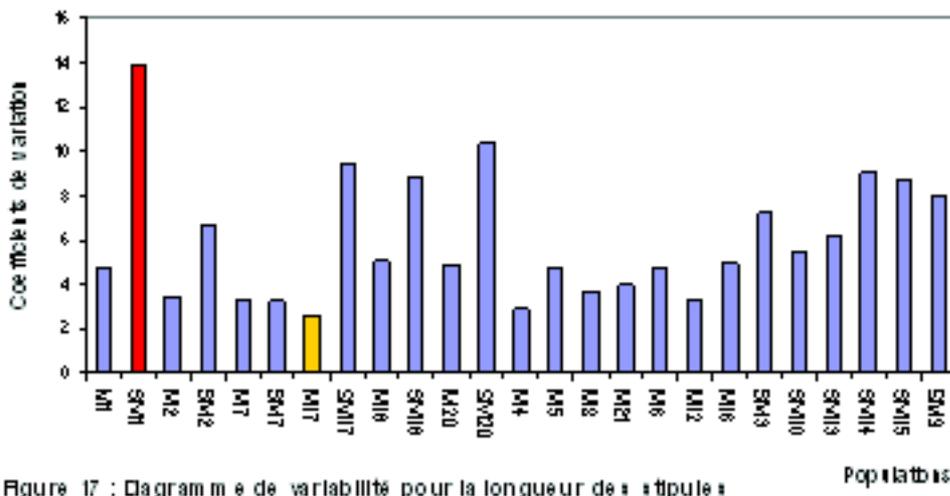


Figure 17 : Diagramme de variabilité pour la longueur des stipules

Figure 17 : Diagramme de variabilité pour la longueur des stipules

i. Largeur des stipules (LGS)

En moyenne, la largeur des stipules est comprise entre 5.40 mm (population M1) et 1.50 mm (population SM1) (Fig.18). En moyenne, les stipules des populations avec marqueurs sont presque deux fois plus larges que les stipules des populations sans marqueurs (4.47 contre 2.28) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

Globalement la variabilité au sein des populations est moyenne (comprise entre 13,71% et 19,71%) ; dans un tiers des cas environs, elle est élevée et atteint 43,78% (F.19).

L'analyse de la variance indique l'existence de différences très hautement significatives, entre populations ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

Grâce à la comparaison des moyennes, nous pouvons dresser six groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

Nous remarquons que les populations sans marqueurs se distinguent assez bien des populations avec marqueurs.

Les quatre premiers groupes renferment des populations dont les stipules présentent une largeur de 3.35 mm à 5.40 mm (essentiellement des populations avec marqueurs). Les deux derniers groupes ne comprennent que des populations sans marqueurs, dont les stipules ont une largeur comprise entre 1.50 et 2.35 mm.

La différence de largeur entre les stipules appartenant à la même paire est toujours de l'ordre de 0.5 à 1 mm ; elle concerne un plus grand nombre d'individus, pour les populations avec marqueurs (40% de l'effectif des plants) que pour les populations sans marqueurs (7% de l'effectif des plants).

j. Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (LIT)

La longueur moyenne de l'inflorescence terminale oscille entre 2.65 cm (population M7) et 0.63 cm (population SM20) (Fig.20). En moyenne, les inflorescences des populations avec marqueurs sont deux fois plus longues que celles des populations sans marqueurs (2.17 contre 1.12 cm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La variabilité intra – population est généralement moyenne (cas de 20 populations). Seules cinq populations sont stables pour ce caractère (Fig.21).

L'analyse de la variance montre des différences très hautement significatives entre populations ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d).

La comparaison des moyennes permet de distinguer quatorze groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, III d). Les populations avec marqueurs sont assez bien dissociées des populations sans marqueurs. Les neuf premiers groupes renferment les populations dont l'inflorescence terminale mesure plus de 1.4 cm (généralement des populations avec marqueurs) et les cinq derniers groupes associent les populations dont l'inflorescence terminale mesure entre environ 1.3 cm et 0.6 cm (principalement des populations sans marqueurs).

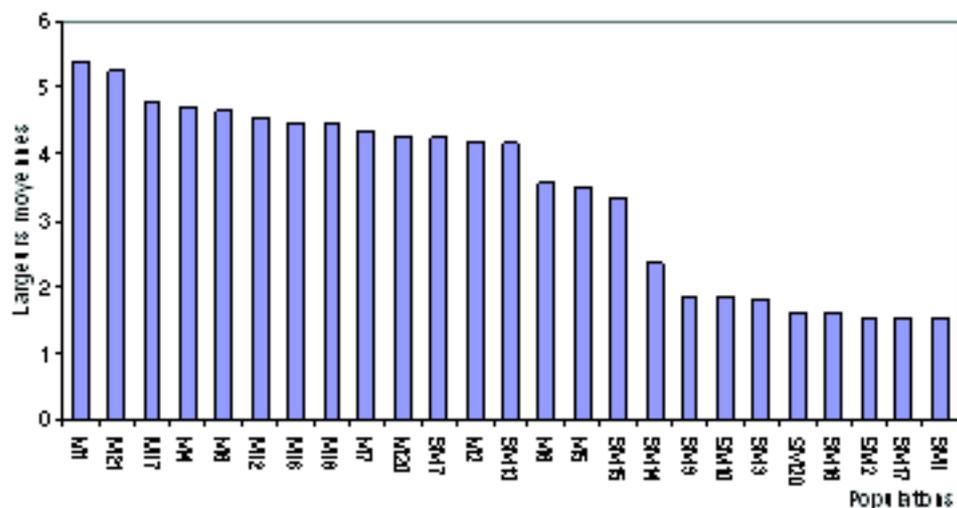


Figure 18 : Largeur moyenne des stipules

Figure 18 : Largeur moyenne des stipules

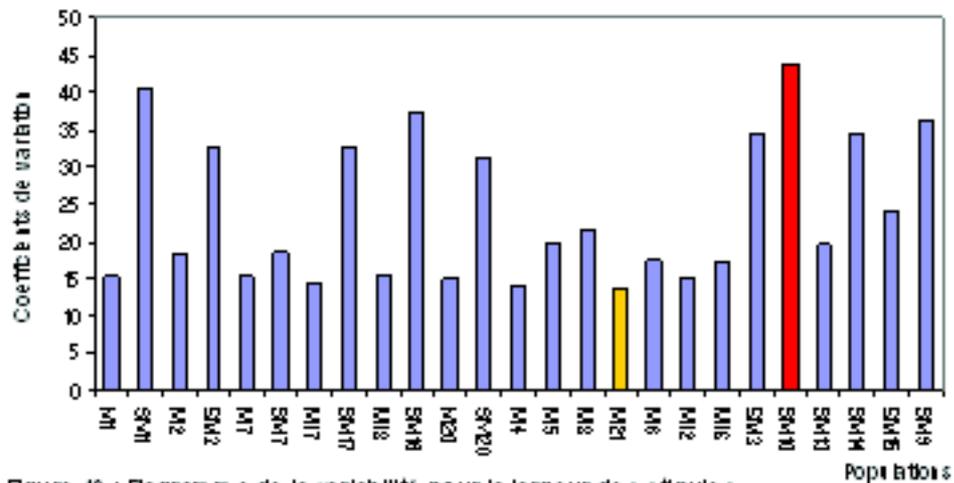


Figure 19 : Diagramme de la variabilité pour la largeur des stipules

Figure 19 : Diagramme de la variabilité pour la largeur des stipules

k. Diamètre de l’inflorescence terminale de la tige principale (D.I.T)

Le diamètre de l’inflorescence terminale est compris, en moyenne entre 1.79 cm (population M4) et 0.44 cm (population SM17) (Fig.22). On remarque que les populations avec marqueurs, ont en moyenne, des inflorescences terminales dont le diamètre est supérieur à celui des populations sans marqueurs (1.33 contre 0.79 cm) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId).

Le caractère est stable pour huit populations qui appartiennent toutes au groupe avec marqueurs. La variabilité est moyenne pour les dix sept autres populations (Fig.23).

Les différences entre populations sont très hautement significatives ($P \leq 0.001$) (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId) et la comparaison des moyennes nous permet d’aboutir à dix groupes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId)

Nous remarquons que les populations avec marqueurs sont assez bien dissociées des populations sans marqueurs. Les six premiers groupes renferment les populations dont l’inflorescence terminale présente, en moyenne, un diamètre supérieur à 1.04 cm (principalement des populations avec marqueurs). Les quatre derniers groupes associent les populations dont l’inflorescence terminale présente un diamètre plus réduit, situé entre 0.95 et 0.44 cm (essentiellement des populations sans marqueurs).

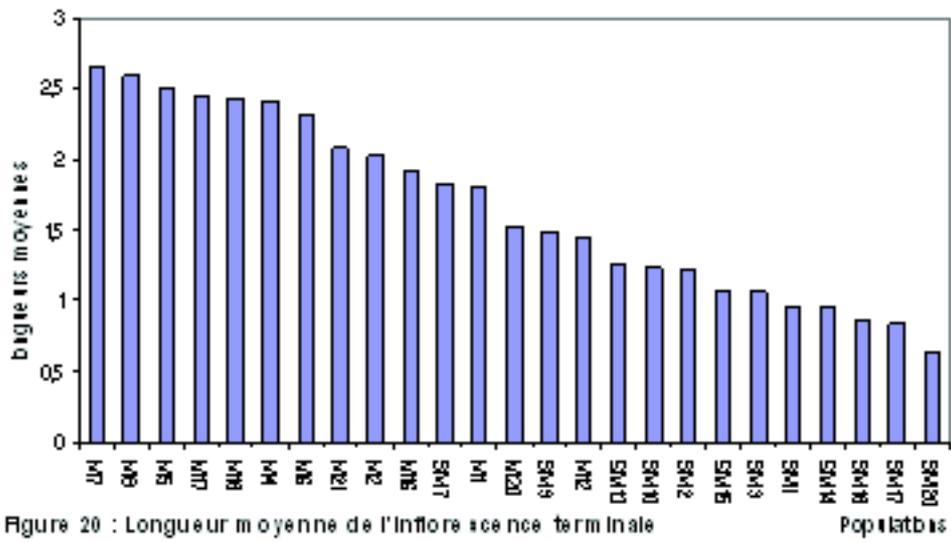


Figure 20 : Longueur moyenne de l'inflorescence terminale

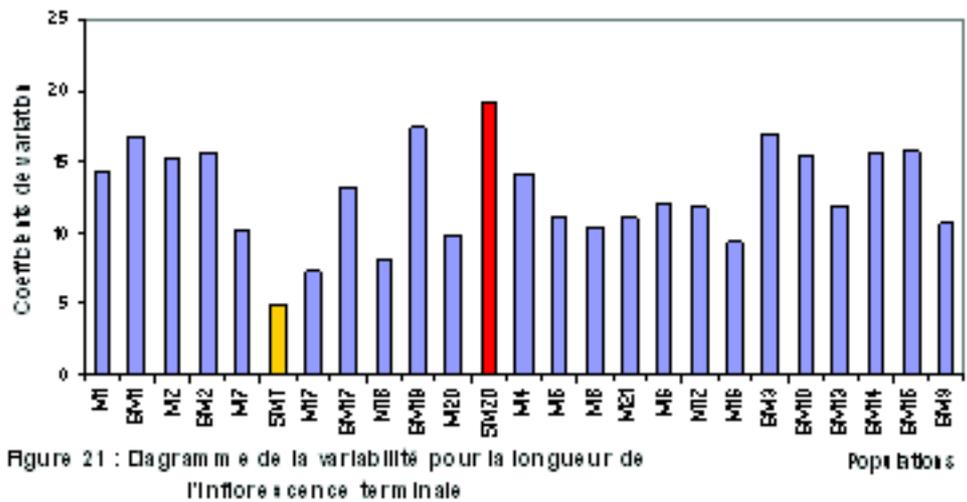


Figure 21 : Diagramme de la variabilité pour la longueur de l'inflorescence terminale

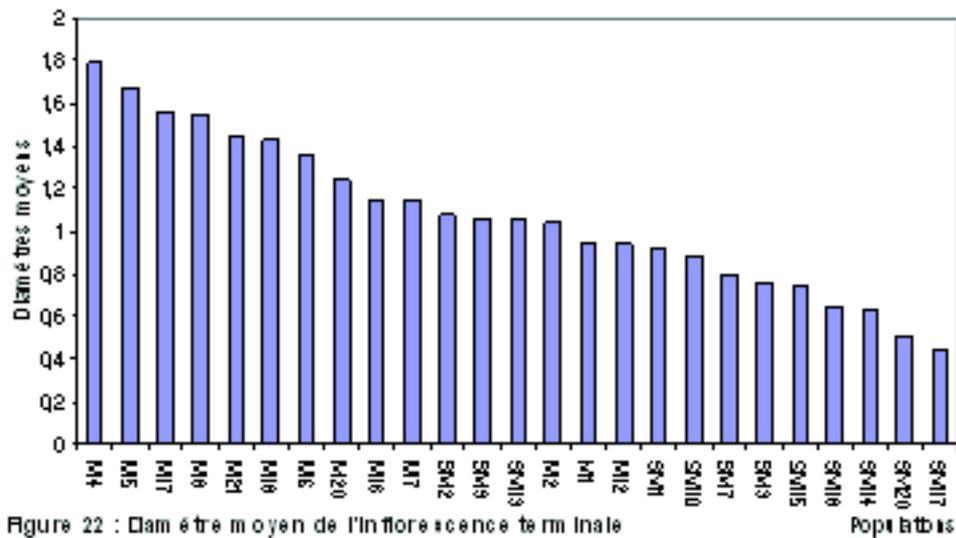


Figure 22 : Diamètre moyen de l'inflorescence terminale

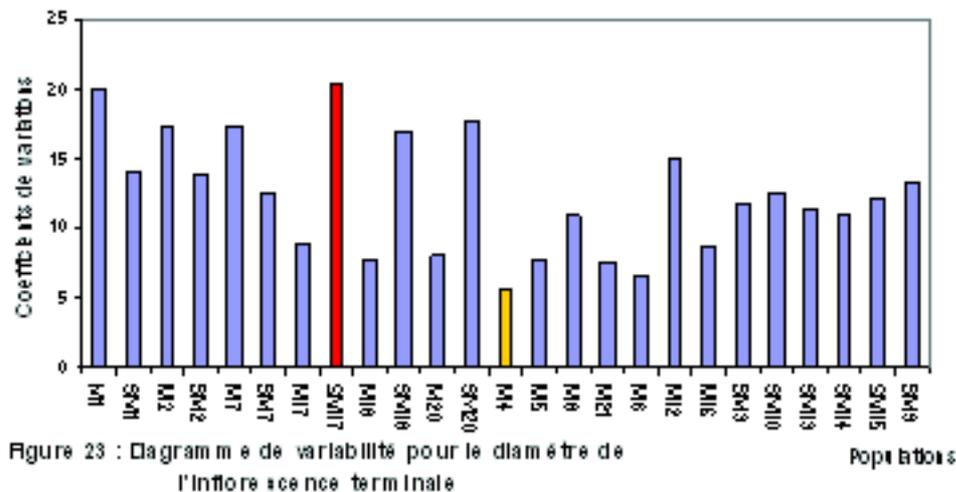


Figure 23 : Diagramme de variabilité pour le diamètre de l'inflorescence terminale

3.2. Discussion

L'un des premiers fait que nous devons signaler, est l'importance de l'écart qui existe entre les valeurs moyennes extrêmes (Tab.IIIa, IIIb, IIIc, IIId). Nous remarquons également que la plus forte moyenne, pour les caractères observés se rapporte généralement (9 caractères / 11 caractères) à une population avec marqueurs. La plus faible moyenne correspondant à chaque caractère concerne toujours une population sans marqueurs à l'exception du caractère « ramification la plus longue ».

Globalement, la moyenne générale observée pour tous les caractères, est supérieure chez les populations sans marqueurs ; les deux caractères qui font exception sont :

- Le nombre de ramification à la base de la tige principale ;
- La ramification la plus longue.

Selon les caractères considérés, la gamme dans laquelle s'exprime la variabilité est plus ou moins moyenne. Ainsi le coefficient de variation est compris entre :

- 10.17% et 20.18% pour le nombre de ramifications à la base de la tige principale ;
- 1.83% et 7.57% pour la ramification la plus longue ;
- 4.23 et 10.03 pour le nombre d'entre-nœuds ;
- 1.24% et 8.32% pour le plus grand entre-nœud ;
- 1.77% et 10.76% pour la longueur de la foliole médiane ;
- 4.08% et 17.98% pour la largeur de la foliole médiane ;
- 4.44% et 15.91% pour le rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane ;
- 2.55% et 13.94% pour la longueur des stipules ;
- 13.71% et 43.78% pour la largeur des stipules ;
- 4.92% et 19.05% pour la longueur de l'inflorescence terminale ;
- 5.59% et 20.45% pour le diamètre de l'inflorescence terminale.

Afin de mieux aborder l'étude de la variabilité intra - population, nous avons constitué trois groupes :

- Groupe 1 : population dont la variabilité est réduite ;
- Groupe 2 : population dont la variabilité est moyenne (comprise entre 10 et 30%) ;
- Groupe 3 : population dont la variabilité est élevée.

Le nombre de populations concernées par une faible variabilité est très important, et touche les caractères suivants (Tab.IVa) :

- Ramification la plus longue (toutes les populations) ;
- Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale (toutes les populations) ;
- Longueur du plus grand entre-nœud (toutes les populations) ;
- Longueur de la foliole médiane (toutes les populations) ;
- Largeur de la foliole médiane (22 sur 25 populations) ;
- Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (19 sur 25 populations) ;
- Longueur des stipules (toutes les populations) ;
- Longueur de l'inflorescence terminale (6 sur 25 populations) ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale (10 sur 25 populations).

La variabilité n'est jamais inférieure à 10% pour :

- Ramification la plus longue ;
- Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale ;
- Longueur du plus grand entre-nœud ;

Parmi les populations du deuxième groupe, certaines retiennent notre attention. C'est le cas des populations M17, M18, M20, M16, stables pour les caractères suivants :

- Ramification la plus longue ;
- Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale ;
- Longueur du plus grand entre-nœud ;
- Longueur de la foliole médiane ;
- Largeur de la foliole médiane ;
- Rapport de la largeur sur la longueur médiane ;
- Longueur des stipules ;

- Longueur de l'inflorescence terminale ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale.

Et les populations M7, M4 sont stables pour les caractères suivants :

- Ramification la plus longue ;
- Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale ;
- Longueur du plus grand entre-nœud ;
- Longueur de la foliole médiane ;
- Largeur de la foliole médiane ;
- Rapport de la largeur sur la longueur médiane ;
- Longueur des stipules ;

Le même état de fait est constaté chez les populations :

- SM1, SM2, SM9, SM10, SM13, SM14, pour le caractère « Longueur du plus grand entre-nœud » ;
- SM1, SM2, SM10, SM13, SM14, pour le caractère « Longueur de la foliole médiane » ;
- SM2, SM10, SM13, SM14, pour le caractère « Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale » ;
- SM1, SM2, SM9, SM14, pour le caractère « Largeur de la foliole médiane » ;
- SM2, SM10, SM13, SM14, pour le caractère « Longueur des stipules ».

Tableau n°IV a : Populations à variabilité faible

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

CARACTERES														
LGR		LGE		NET		LFM		LGF		SL		RFM		DIT
Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop
M1	5.40	M1	3,18	M1	9.60	M1	2,12	M1	4,81	M1	5,85	M1	6,25	M17
SM1	3.59	SM1	1,91	M2	7.17	SM1	5,39	M2	3,47	SM1	9,29	SM1	8,11	M18
M2	3.54	M2	2,46	SM2	8.28	M2	2,12	SM2	6,69	M2	5,03	M2	5,41	M20
SM2	2.76	SM2	2,00	M7	6.97	SM2	3,70	M7	3,35	SM2	8,88	SM2	6,45	M4
M7	4.43	M7	2,59	SM7	5.53	M7	2,32	SM7	3,24	M7	5,30	M7	5,88	M5
SM7	1.81	SM7	3,96	M17	7.77	SM7	4,74	M17	2,62	SM7	4,79	SM7	5,26	M21
M17	2.30	M17	1,87	SM17	6.70	M17	2,32	SM17	9,36	M17	5,40	M17	5,56	M6
SM17	1.83	SM17	4,86	M18	6.13	SM17	6,85	M18	5,05	M1	8,76	M18	4,88	M16
M18	5.54	M18	1,27	SM18	5.76	M18	2,37	SM18	8,85	SM1	4,50	M20	5,00	
SM18	7.39	SM18	4,99	M20	5.12	SM18	6,25	M20	4,88	M20	5,45	M4	6,06	
M20	4.39	M20	2,15	SM20	4.96	M20	2,76	M4	2,85	M4	6,03	M5	5,13	
SM20	4.83	SM20	8,32	M4	6.49	SM20	6,53	M5	4,72	M5	5,22	M8	6,06	
M4	2.20	M4	2,67	M5	4.87	M4	1,77	M8	3,73	M8	5,76	M21	5,71	
M5	3.39	M5	1,64	M8	4.42	M5	1,99	M21	4,00	M21	6,06	M6	4,65	
M8	2.93	M8	1,24	M21	4.87	M8	1,99	M6	4,83	M6	4,46	M12	5,71	
M21	2.73	M21	2,12	M6	5.86	M21	1,92	M12	3,22	M12	5,33	M16	4,44	
M6	5.51	M6	1,77	M12	4.31	M6	2,44	M16	5,01	M16	4,08			
M12	4.25	M12	4,52	M16	4.56	M12	3,73	SM3	7,27	SM3	9,64			
M16	7.57	M16	2,53	M19	4.35	M16	2,55	SM10	5,55	SM14	9,87			
SM3	3.89	SM3	3,45	SM3	4.33	SM3	4,05	SM13	6,14	SM9	9,71			
SM10	5.18	SM10	2,39	SM10	5.26	SM10	4,00	SM14	9,02					
SM13	3.43	SM13	2,72	SM13	7.38	SM13	4,24	SM15	8,65					
SM14	4.20	SM14	5,02	SM14	4.99	SM14	4,87	SM9	7,97					
SM15	4.67	SM15	5,97	SM15	6.31	SM15	5,54							
SM9	4.49	SM9	3,21	SM9	7.75									

Le nombre de populations concernées par la deuxième tranche de variabilité est particulièrement important, et s'adresse à huit caractères sur onze (Tab IVb.).

Plusieurs populations attirent notre attention, étant donné le nombre de caractères pour lesquels leur variabilité est moyenne. Il s'agit des populations :

- SM20 (variabilité moyenne pour 6 caractères) ;
- SM9, SM10, SM15 (variabilité pour 5 caractères) ;
- M1, M2, M7, M8, SM1, SM4 (variabilité moyenne pour 4 caractères) ;
- M4, M5, M6, M21, M12, SM2, SM3, SM7, SM17 (variabilité moyenne pour 3 caractères) ;
- M17, M18, M20 (variabilité moyenne pour 2 caractères).

Un nombre moins important de populations appartenant au groupe sans marqueurs se voit concerné par une variabilité élevée pour le caractère « largeur des stipules (Tab IVc.).

Statistiquement, il n'est pas possible de dissocier les populations avec marqueurs, des populations sans marqueurs. La distinction ne semble évidente que pour le caractère « diamètre de l'inflorescence terminal » et « longueur des stipules » (Tab.IVa).

En effet, pour le premier caractère cité (diamètre de l'inflorescence terminale), les populations dont la variabilité est faible (inférieure à 9%) appartiennent au groupe avec marqueurs et cela pour 10 populations sur les 13 populations prises en compte

(Tab.IVa). Pour le second caractère mentionné, les populations dont la variabilité est élevée (supérieure à 31%) appartiennent au groupe sans marqueurs (9 populations sur les 12 prises en compte (Tab.IVc).

L'analyse de la variance a toujours montré des différences très hautement significatives ($P \leq 0.001$), entre populations, pour les 11 caractères étudiés.

Le classement des valeurs du critère $F_{\text{observé}}$, par ordre décroissant donne :

LGE, LFM, SL, LGF, LIT, DIT, LGR, NET, LGS, NR, RFM

Il apparaît donc que le caractère le plus discriminant, pour cette espèce est « la longueur du plus grand entre-nœud » ($F_{\text{observé}} = 3630.52$). Viennent ensuite les caractères :

- Longueur de la foliole médiane ($F_{\text{observé}} = 2484.46$) ;
- Longueur des stipules ($F_{\text{observé}} = 1382.48$) ;
- Largeur de la foliole médiane ($F_{\text{observé}} = 688.99$) ;
- Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale ($F_{\text{observé}} = 179.97$) ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale ($F_{\text{observé}} = 165.39$).

La comparaison des moyennes, deux à deux, a permis de classer les populations par ordre décroissant, montrant ainsi, pour chaque caractère, la gamme dans laquelle varient les observations moyennes. De ce fait, nous avons pu identifier les populations présentant les plus fortes (ou au contraire les plus faibles) valeurs.

CARACTERES																	
NR	LIT		LGS		DIT		RFM		LGF		SL		LFM		NET		
Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V	Pop	V
MI	10,49	MI	14,36	MI	15,19	MI	20,00	SML7	10,87	SML8	12,42	SML	13,94	SM9	10,76	SML	10,03
SML	13,66	SML	16,67	M2	18,33	SML	14,13	SML8	15,91	SML20	17,98	SML20	10,43				
M2	14,78	M2	15,35	M7	15,40	M2	17,31	SML20	18,18	SML0	10,20						
SML2	14,47	SML2	15,57	SML7	18,59	SML2	13,89	SML3	10,00	SML3	10,43						
M7	17,38	M7	10,19	ML7	14,58	M7	17,39	SML0	12,12	SML5	10,48						
SML7	13,17	SML7	13,25	ML8	15,51	SML7	12,50	SML3	11,76								
ML7	11,81	SML8	17,44	M20	15,06	SML7	20,45	SML4	13,16								
SML7	13,17	SML20	19,05	M4	14,04	SML8	16,92	SML5	14,29								
ML8	18,61	M4	14,17	M5	19,71	SML20	17,65	SM9	15,00								
SML8	20,18	M5	11,16	M8	21,41	M8	10,97										
M20	13,19	M8	10,42	M21	13,71	ML2	14,89										
SML20	10,17	M21	11,06	M6	17,42	SML3	11,84										
M4	17,65	M6	12,07	ML2	15,16	SML0	12,50										
M5	16,30	ML2	11,81	ML6	17,08	SML3	11,32										
M8	17,12	SML3	16,98	SML3	19,52	SML4	11,11										
M21	17,09	SML0	15,45	SML5	24,18	SML5	12,16										
M6	12,77	SML3	11,90	SM9	13,21												
ML2	18,14	SML4	15,63														
ML6	14,64																
SML3	20,00																
SML0	19,24																
SML3	19,71																
SML4	18,54																
SML5	14,41																
SM9	16,92																

Tableau n°IV b : Populations à variabilité moyenne

Tableau n°IV c : Populations à variabilité élevée

CARACTERE	
LGS	
Pop	V
SM1	40,67
SM2	32,90
SM17	32,90
SM18	37,50
SM20	31,25
SM3	34,44
SM10	43,78
SM14	34,47
SM9	36,22

Pour la plupart des caractères, nous retrouvons certaines populations dans les mêmes groupes, mais cela ne constitue pas une règle générale à tous les groupes.

Il nous a été pourtant possible de dissocier, pour plusieurs caractères, et d'une manière plus ou moins nette, les populations avec marqueurs, des populations sans marqueurs. Ceci est particulièrement clair pour :

- Longueur des stipules ;
- Longueur de la foliole médiane ;
- Longueur de l'inflorescence terminale ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur du plus grand entre-nœud

3.2.1. Cas des populations homologues

Après avoir considéré les populations dans leur ensemble, nous avons comparé les résultats obtenus pour les populations issues d'une même origine, mais différant sur le plan morphologique.

Comme nous l'avons déjà signalé, pour une même origine (ou provenance), nous avons dans six cas : une population avec marqueurs et son homologue sans marqueurs.

La comparaison portera sur les différences entre moyennes (obtenues par le test de Student, lors de l'analyse de variance globale), et sur les différences de variabilité (Tab.V), pour chaque caractère.

3.2.2.1. Présentation des données

a. Nombre de ramification à la base de la tige principale (NR)

Toutes les populations avec marqueurs et sans marqueurs, d'une même provenance, ont des moyennes significativement différentes, à l'exception de la provenance 18 (Tigzirt).

La variabilité des populations sans marqueurs est supérieure à celle des populations avec marqueurs pour les provenances 1, 17 et 18 et inversement pour les provenances 2, 7 et 20 (Tab.V).

b. Ramification la plus longue

En général, les populations avec marqueurs et sans marqueurs, d'une même provenance, sont significativement différentes, pour ce caractère, excepté pour la provenance 20 (Azefoun).

La variabilité observée entre populations d'une même origine est du même ordre. En général, nous remarquons que les populations avec marqueurs expriment une variabilité supérieure ou égale à celle de leurs homologues sans marqueurs, exception faite pour la provenance 18 (Tigzirt) (Tab.V).

c. Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale

Les populations avec marqueurs présentent un nombre moyen d'entre-nœuds statistiquement différents de celui de leur homologue, pour un même point de récolte, seule la provenance 18 (Tigzirt) ne présente pas de différence significative.

La variabilité observée entre populations avec et sans marqueurs est du même ordre pour toutes les provenances (Tab.V).

d. Longueur du plus grand entre-nœud

Les populations avec marqueurs présentent des longueurs moyennes supérieures à celles des populations sans marqueurs, sauf pour les provenances 1 (Cherchell) et 2 (Sidi Ghiles), populations sans marqueurs qui ont des longueurs moyennes supérieures à celle de leurs homologues. Les différences sont significatives entre les populations de la même provenance.

La variabilité des populations avec marqueurs est du même ordre que celle de leurs homologues sans marqueurs (Tab.V).

e. Longueur et largeur de la foliole médiane

Dans les deux cas, les populations avec marqueurs et les populations sans marqueurs du même milieu d'origine présentent toujours des moyennes différentes significativement au plan statistique ; seule, la population avec marqueurs de la provenance 7 (Larbatache) n'est pas différente significativement de son homologue sans marqueurs pour la longueur de la foliole médiane (Tab.V).

La variabilité des populations sans marqueurs est toujours plus élevée que celle de leurs homologues avec marqueurs, pour toutes les provenances à l'exception de la provenance 7 où la variabilité est du même ordre pour le caractère largeur de la foliole médiane.

f. Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane

Les moyennes des populations avec et sans marqueurs issues d'un même milieu d'origine, sont statistiquement égales, les différences observées ne sont pas significatives.

La variabilité des populations avec et sans marqueurs d'une même provenance est du même ordre (variabilité faible).

Tableau n° V : Comparaison des populations homologues (avec et sans marqueurs)

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Pop	NR			LGR			NET			LGE			LFM	
	X	Signi	V%	X	Signi	V%	X	Signi	V%	X	Signi	V%	X	Signi
M1	7.15	DS	10,49	45.04	DS	5,40	18.75	DS	9,60	41.45	DS	3,18	46.65	DS
SM1	8.05		13,66	63.04		3,59	16.75		10,03	46.15		1,91	21.15	
M2	5.75	DS	14,78	53.42	DS	3,54	16.60	DS	7,17	49.95	DS	2,46	45.75	DS
SM2	7.60		14,47	60.09		2,76	15.10		8,28	52.50		2,00	28.90	
M7	5.35	DS	17,38	64.15	DS	4,43	19.50	DS	6,97	45.10	DS	2,59	43.90	NS
SM7	6.00		13,17	66.93		1,81	20.80		5,53	30.05		3,96	44.05	
M17	8.30	DS	11,81	60.49	DS	2,30	16.35	DS	7,77	70.45	DS	1,87	50.85	DS
SM17	6.15		13,17	71.68		1,83	18.60		6,70	20.80		4,86	16.80	
M18	5.05	NS	18,61	49.79	DS	5,54	20.05	NS	6,13	86.15	DS	1,27	40.90	DS
SM18	5.45		20,18	54.25		7,39	19.95		5,76	22.05		4,99	15.20	
M20	7.20	DS	13,19	56.71	NS	4,39	20.30	DS	5,12	55.45	DS	2,15	35.10	DS
SM20	8.65		10,17	57.39		4,83	17.95		4,96	21.15		8,32	15.15	

g. Longueur et largeur des stipules

Pour les deux caractères, les moyennes des populations avec et sans marqueurs d'une même provenance sont significativement différentes au plan statistique, sauf pour la provenance 7 (Larbatache) où la largeur moyenne des stipules est statistiquement identique pour les deux populations.

Nous constatons que la variabilité des populations sans marqueurs est supérieure à celle de leurs homologues avec marqueurs, sauf pour la provenance 7 (Larbatache) qui présente la même valeur pour le premier caractère et la même valeur pour le deuxième caractère.

h. Longueur et diamètre de l'inflorescence terminale

Pour les deux caractères, les moyennes des deux populations d'une même provenance sont différentes significativement, sauf pour les provenances 1 (Cherchell) et 2 (Sidi Ghiles) dont les moyennes des populations avec marqueurs ne sont pas significativement différentes de celle de leurs homologues sans marqueurs pour le diamètre de l'inflorescence terminale (Tab.V).

La variabilité des populations avec marqueurs est plus élevée que celle des populations sans marqueurs pour les provenances 1, 2 et 7 ; pour les provenances 17, 18 et 20 ce sont les populations sans marqueurs qui ont les valeurs les plus élevées.

3.1.3.2. Conclusion

L'examen des différences de moyennes qui existent entre populations d'une même provenance, nous amène à conclure que les caractères :

- Nombre de ramification à la base de la tige principale ;
- Longueur et largeur de la foliole médiane ;
- Longueur et diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur et largeur des stipules ;

sont autant de paramètres qui nous permettent de distinguer les populations avec marqueurs de leurs homologues sans marqueurs.

En ce qui concerne la variabilité, il semble se dégager une tendance en matière de classe, dans la mesure où la variabilité est faible chez toutes les populations quelle que soit la provenance pour les caractères suivants :

- Nombre de ramification à la base de la tige principale et la ramification la plus longue ;
- Nombre d'entre-nœuds sur la tige principale et la longueur du plus grand entre-nœud ;
- Longueur de la foliole médiane.

Pour les autres caractères considérés, la variabilité est faible à moyennes selon les populations. Seules pour le caractère largeur des stipules, 58% des populations présentent une variabilité moyenne, et les 42% restants ont une variabilité élevée dépassant les 31%.

3.1.4. Conclusion

Les résultats obtenus à travers l'étude biométrique des populations spontanées de *Trifolium squarrosus*, montrent qu'il existe des différences manifestes entre le matériel végétal portant des marqueurs et le matériel végétal dépourvu de marqueurs.

Ceci apparaît clairement, aussi bien au niveau des valeurs moyennes observées, qu'au niveau des groupes de moyennes établis.

La distinction est aussi évidente pour les populations en mélange, et il est possible de dissocier les individus avec marqueurs des individus sans marqueurs.

Le classement des valeurs du critère Fobs indique que, pour scinder le matériel végétal, certains caractères sont plus à conseiller que d'autres, ce que nous avons également pu vérifier en comparant les résultats obtenus sur les populations avec et sans marqueur d'une même provenance.

La variabilité est généralement faible pour la plupart des caractères et des populations. Dans quelques cas on remarque pourtant une variabilité élevée.

L'observation a, depuis toujours, montré aux botanistes les différences entre plantes appartenant à une même espèce ; Linné reconnaissait déjà l'existence d'une telle variabilité, qu'il interprétait uniquement (ou presque) en fonction du milieu (BIDAULT, 1971).

La variabilité ne semble pas être méconnue chez les légumineuses. En effet, DEMARLY (1977) rapporte que chez la luzerne pérenne (écotype "Flamand"), on rencontre avec une fréquence peu élevée des plantes peu vigoureuses et incapables de synthétiser certains pigments anthocyaniques ; cet auteur associe ces observations à une augmentation de l'état homozygote (perte de vigueur, liée à la consanguinité).

Une étude de la fertilité, dans dix familles, chez le trèfle violet, a montré que les descendants dépourvus de marque foliaire manifestaient une importante baisse de vigueur, due à l'origine consanguine de ces individus (PICARD, MAIZONNIER et BERTHAUT, 1970).

Pour *Trifolium repens*, les marques foliaires ont été décrits pour la première fois par LENOBLE et PAPINEAU (1970) ; ces auteurs affirment que l'absence de tâches est récessive, et que les hétérozygotes sont reconnaissables par la localisation des zones de décoloration.

3.2. Etude des inflorescences

3.2.1. Présentation des résultats

a. Nombre de fleurs par inflorescence non ensachée (N.F.N)

Le nombre de fleurs par inflorescence non ensachée oscille entre 94.10 (M21) et 36.25 (SM15). Les moyennes sont assez variables, d'une population à une autre (Fig.24)

Le caractère est stable pour les 25 populations considérées (Fig.25), le coefficient de variation n'atteint que 6,20% (population M16) et le plus faible coefficient de variation est de 1,14% (population M21).

L'analyse de la variance fait ressortir des différences très hautement significatives entre populations (Tab.IVa ; IVb).

La comparaison des moyennes permet d'établir treize groupes (Tab.IVa ; IVb). Les sept premiers groupes associent les populations avec marqueurs ; elles présentent plus de 66.75 fleurs par inflorescence. Dans les six derniers groupes, on ne trouve que les populations sans marqueurs, caractérisées par moins de 44.40 fleurs par inflorescence.

b. Nombre de fleurs par inflorescence ensachée (NFE)

Nous relevons une très grande variation dans le nombre de fleurs au niveau des inflorescences ensachées, les moyennes des populations étant comprises entre 28.80 fleurs pour la population SM10 et 97.40 fleurs pour la population M17 (Fig.26).

Dans l'ensemble la variabilité est réduite, elle concerne 18 populations, elle est moyenne pour six populations et elle est élevée pour une seule population qui est la SM20 (21,69%) (Fig.27).

L'analyse de la variance indique qu'il existe des différences très hautement significatives entre populations (Tab.IVa ; IVb) et la comparaison des moyennes qui s'ensuit permet d'établir douze groupes (Tab.IVa ; IVb).

Les sept premiers groupes renferment les populations présentant plus de 56 fleurs par inflorescence, tandis que dans les cinq derniers groupes , on voit réunies les populations présentant moins de 47 fleurs par inflorescence, environ.

Les populations sans marqueurs qui constituent les cinq derniers groupes se distinguent des populations avec marqueurs représentées dans les sept premiers groupes.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

		NFN	NGN	RFN	NFE	NGE	RFE
Pop	Anova DDL (24 ; 475)	F = 2368.92 Pr < 0.001	F = 1984.14 Pr < 0.001	F = 446.51 Pr < 0.001	F = 601.06 Pr < 0.001	F = 11.31 Pr < 0.001	F = 19.03 Pr < 0.001
	moy	82,55	77,65	94,07	74,75	10,35	13.93
M1	ET	1,47	2,11	2.16	4,20	4,87	6.52
	CV	1,78	2,72	2.30	5,62	47,05	46.77
	SNK	F	D	A B	D E	F G H	E
	moy	42,7	31,5	73.78	39,8	16,55	41.67
SM1	ET	0,80	1,43	3.21	1,64	3,25	8.26
	CV	1,88	4,55	4.35	4,12	19,65	19.82
	SNK	J K L	N	H	H	A B C D	A
	moy	72,15	51,25	71.07	56,75	14,65	25.84
M2	ET	1,76	1,68	2.73	1,74	6,92	11.95
	CV	2,43	3,28	3.84	3,07	47,25	46.26
	SNK	G	J	I	F	B C D E F	B C D
	moy	41,5	37,8	91.24	31,75	14,65	28.57
SM2	ET	1,88	1,28	4.54	4,35	2,55	9.72
	CV	4,52	3,39	4.97	13,71	28,94	34.03
	SNK	L M	M	B C D E	J	G H I	B C
	moy	84,5	54,2	64.14	87,1	18,6	21.41
M7	ET	1,70	1,42	2.02	3,03	6,31	7.20
	CV	2,01	2,63	3.14	3,49	33,93	33.60
	SNK	E	I	K	B	A B	C D E
	moy	41,4	36,15	87.48	33,4	8,95	28.06
SM7	ET	2,16	1,63	4.79	5,00	4,90	16.67
	CV	5,22	4,51	5.48	14,97	54,79	59.41
	SNK	L M	M	E F G	I J	G H I	B C
	moy	88,35	81,3	92.05	97,4	16,7	17.22
M17	ET	1,84	1,56	2.33	1,60	8,45	8.61
	CV	2,09	1,92	2.53	1,65	50,59	50.01
	SNK	C	B	A B C D	A	A B C D	D E
	moy	41,2	36,4	88.47	34,45	6,45	19.14
SM17	ET	1,47	1,54	5.01	6,24	3,12	9.65
	CV	3,57	4,22	5.66	18,13	48,37	50.41
	SNK	L M	M	D E F	I J	I	D E
	moy	87,4	79,15	90.60	72,85	13,35	18.68
M18	ET	2,46	2,18	3.73	9,92	4,33	7.18
	CV	2,81	2,76	4.12	13,61	32,45	38.46
	SNK	C D	CD	B C D E	E	C D E F G	D E
	moy	43,6	39,5	90.59	37,95	10,95	28.81
SM18	ET	1,60	1,67	1.74	1,28	1,90	4.36
	CV	3,68	4,23	1.92	3,36	17,40	15.12
	SNK	J K	L	C D E F	H	E F G H	B C
	moy	86,3	80,1	92.88	75,2	13,45	18.30
M20	ET	2,05	2,22	3.65	9,41	3,82	5.96
	CV	2,38	2,77	3.92	12,51	28,39	32.55
	SNK	D	B C	A B C	D E	C D E F G	D E
	moy	40,6	37,15	91.75	33,2	9,2	29.10
SM20	ET	2,09	1,50	6.19	7,20	4,63	15.27
	CV	5,14	4,03	6.75	21,69	50,32	52.49
	SNK	M	M	A B C D	I J	G H I	B C

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

Tableau N ° VI b : Analyse descriptive des paramètres mesurés par population

III. RESULTATS ET DISCUSSION

		NFN	NGN	RFN	NFE	NGE	RFE
Pop	Anova DDL(24 ; 475)	F = 2368.92 Pr < 0.001	F = 1984.14 Pr < 0.001	F = 446.51 Pr < 0.001	F = 601.06 Pr < 0.001	F = 11.31 Pr < 0.001	F = 19.03 Pr < 0.001
	Moy	66,75	55,75	83.61	80,7	17,5	21.76
M4	ET	1,94	1,48	3.73	2,00	4,14	5.30
	CV	2,91	2,66	4.46	2,48	23,63	24.34
	SNK	H	H	G	C	A B C	C D E
	Moy	82,3	71,6	87.03	85,9	13,15	15.34
M5	ET	1,66	1,70	2.48	1,48	5,16	5.92
	CV	2,01	2,37	2.85	1,73	39,27	38.58
	SNK	F	E	E F G	B	C D E F G	E
	Moy	91,2	67,75	74.31	87,05	12,1	13.91
M8	ET	1,54	1,37	2.08	1,39	3,39	3.80
	CV	1,69	2,02	2.80	1,60	27,98	27.35
	SNK	B	F	H	B	E F G	E
	Moy	94,1	84,3	89.59	84,45	14,85	17.58
M21	ET	1,07	1,49	1.58	1,43	3,13	3.60
	CV	1,14	1,77	1.77	1,70	21,10	20.47
	SNK	A	A	C D E F	B	B C D E F	D E
	Moy	84,45	72,7	86.09	96,9	15,05	15.52
M6	ET	1,10	1,53	1.59	1,45	5,79	5.82
	CV	1,30	2,10	1.84	1,49	38,47	37.51
	SNK	E	E	F G	A	B C D E	E
	Moy	72,75	64,6	88.81	75,1	19,4	25.87
M12	ET	1,48	1,43	1.80	1,33	4,03	5.41
	CV	2,04	2,21	2.03	1,78	20,78	20.91
	SNK	G	G	C D E F	D E	A	B C D
	Moy	43,05	36,25	84.54	46,55	14,8	31.73
SM3	ET	2,44	1,62	6.94	3,00	4,96	10.01
	CV	5,66	4,46	8.21	6,44	33,51	31.54
	SNK	J K L	M	F G	G	B C D E F	B
	Moy	37,55	25,15	67.11	28,8	12,4	43.39
SM10	ET	1,67	1,57	5.08	2,59	1,60	6.54
	CV	4,45	6,22	7.57	8,98	12,92	15.07
	SNK	N	O	J	K	D E F G	A
	Moy	47,5	42,2	88.97	39,4	11,8	30.04
SM13	ET	1,82	1,77	4.98	1,67	3,12	7.95
	CV	3,83	4,18	5.59	4,23	26,46	26.45
	SNK	I	K	C D E F	H	E F G	B C
	moy	44,4	37,45	84.40	39,3	9,85	25.30
SM14	ET	1,27	1,43	3.60	1,69	2,66	7.52
	CV	2,87	3,82	4.27	4,30	27,02	29.70
	SNK	J	M	G	H	G H I	B C D
	moy	36,25	31,25	86.22	35,95	12,05	33.58
SM15	ET	1,89	1,77	2.45	1,99	2,14	6.31
	CV	5,21	5,67	2.84	5,52	17,75	18.79
	SNK	O	N	F G	H I	E F G	B
	moy	42,75	37,15	87.03	38,4	9,9	25.95
SM9	ET	1,59	1,66	5.21	2,33	2,53	7.23
	CV	3,71	4,48	5.99	6,06	25,57	27.87
	SNK	J K L	M	E F G	H	G H I	B C D
	moy	81,55	77,65	95.16	78,3	11,95	15.62
M16	ET	5,06	5,74	1.92	8,92	4,01	5.76
	CV	6,21	7,40	2.02	11,39	33,53	36.87
	SNK	F	D	A	C D	E F G	E

Moy : Moyenne ; ET : Ecart-Type ; CV : Coefficient de Variation ; SNK : Valeurs critiques du test de Newman et Keuls

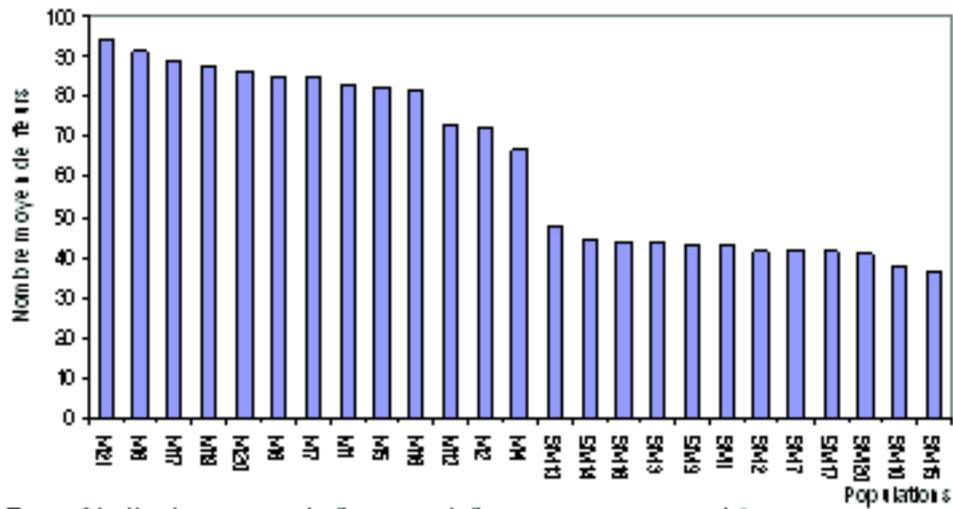


Figure 24 : Nombre moyen de fleurs par inflorescence non ensachée

Figure 24 : Nombre moyen de fleurs par inflorescence non ensachée

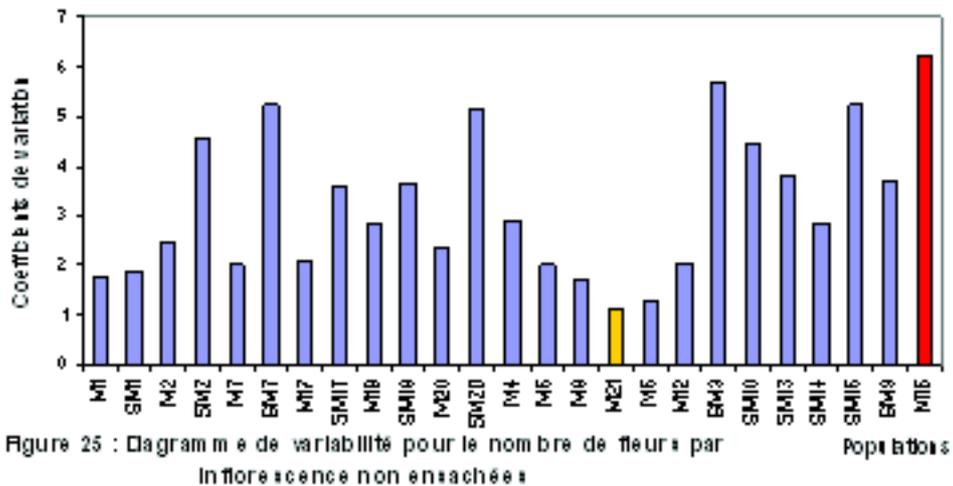


Figure 25 : Diagramme de variabilité pour le nombre de fleurs par inflorescence non ensachées

Figure 25 : Diagramme de variabilité pour le nombre de fleurs par inflorescence non ensachées

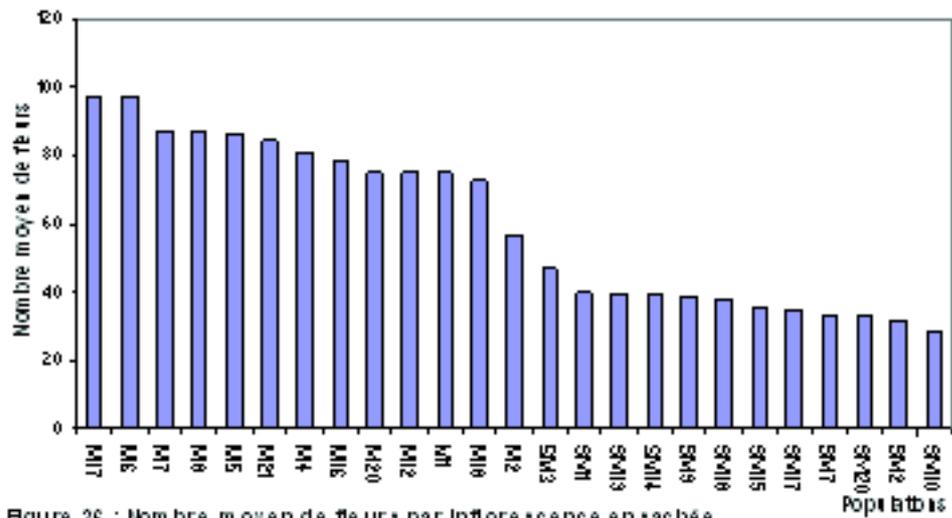


Figure 26 : Nombre moyen de fleurs par inflorescence ensachée

Figure 26 : Nombre moyen de fleurs par inflorescence ensachée

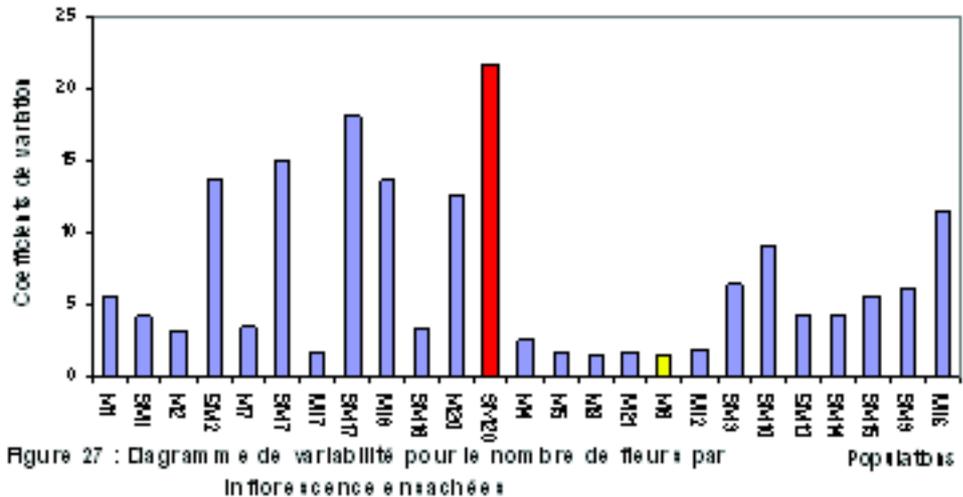


Figure 27 : Diagramme de variabilité pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachée :

Figure 27 : Diagramme de variabilité pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachées

c. Taux de nouaisons des inflorescences ensachées (RFE)

Le taux moyen de nouaison oscille entre 43.39% (population SM10) et 13.91 % (population M8) (Fig.28). En générale le taux de nouaison des individus sans marqueur est supérieur à celui des individus avec marqueurs (30.23% contre 18.53%) (Fig.28).

La variabilité est moyenne pour dix populations (comprise entre 15.46% et 28.59%) ; elle est élevée pour les quinze autres populations et atteint 60.98% (Fig.29).

L'analyse de la variance met en évidence des différences très hautement significatives entre populations (Tab.IVa ; IVb). La comparaison des moyennes permet d'établir cinq groupes (Tab.IVa ; IVb).

Il apparaît, à quelques exceptions près, que les populations sans marqueurs présentent généralement les taux les plus élevés. Le premier groupe comprend les populations dont

le taux moyen de nouaison est compris entre 41.67% et 43.39%. Dans le deuxième et troisième groupes, nous retrouvons les populations dont le taux moyen est compris entre 21.41% et 43.39%. Les deux derniers groupes rassemblent les populations dont le taux de nouaison est compris entre 13.91% et 25.95% ; ce sont pour la plus part des populations avec marqueurs.

d. Nombre de graines par inflorescence non ensachée (N.G.N)

Le nombre de graines par inflorescence non ensachée est compris entre 25.10 graines (population SM10) et 84.30 graines (population M21) ; les moyennes recensées sont assez variables d'une population à l'autre (Fig.30). On compte une graine par fleur, au maximum.

Le caractère est stable pour toutes les populations, le coefficient de variation est faible voir même très faibles puisqu'il oscille entre 1,77% et 7.63% (Fig.31).

L'analyse de la variance met en évidence des différences très hautement significatives entre populations (Tab.IVa ; IVb).

La comparaison des moyennes fait apparaître quatorze groupes (Tab.IVa ; IVb).

Les neuf premiers groupes renferment les populations avec marqueurs et dont le nombre de graines par inflorescence est supérieur à 51 ; les populations sans marqueurs appartiennent aux cinq derniers groupes dont le nombre de graines par inflorescence est moins de 40.

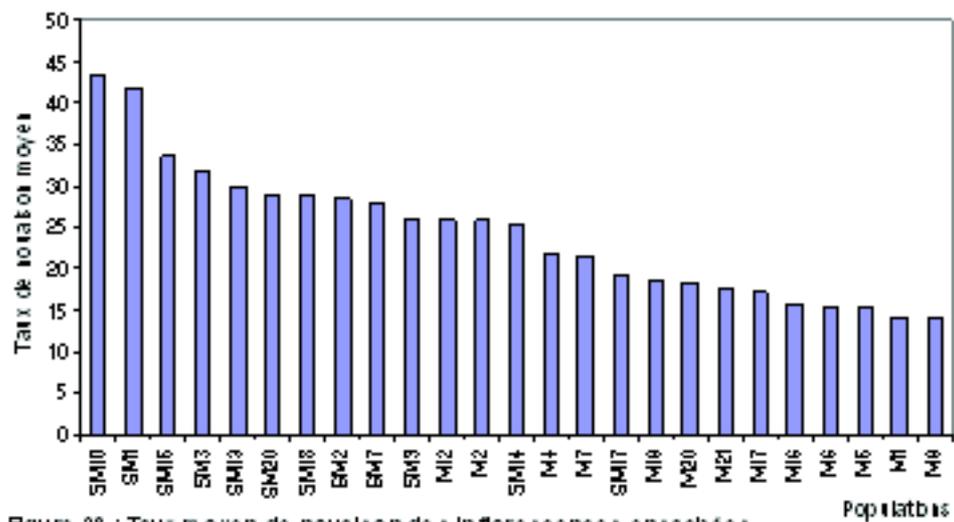


Figure 28 : Taux moyen de nouaison des inflorescences ensachées

Figure 28 : Taux moyen de nouaison des inflorescences ensachées

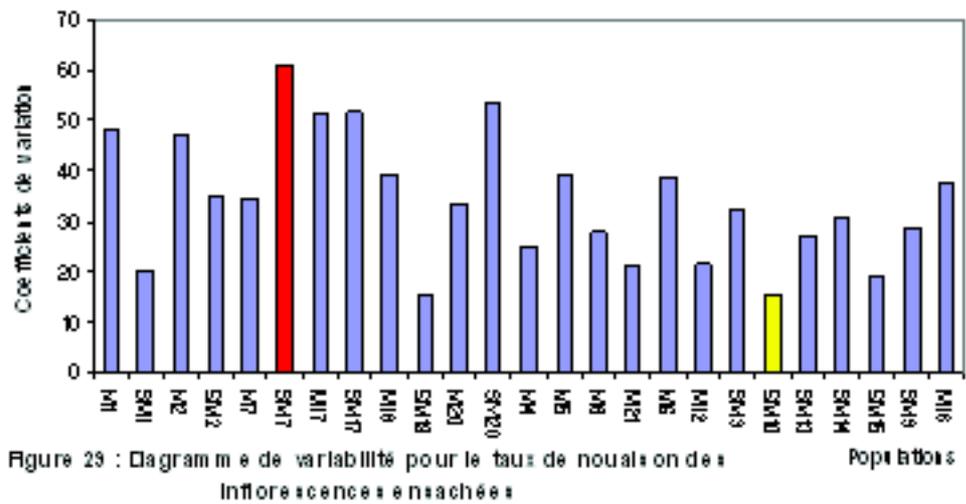


Figure 29 : Diagramme de variabilité pour le taux de nouaison des inflorescences ensachées

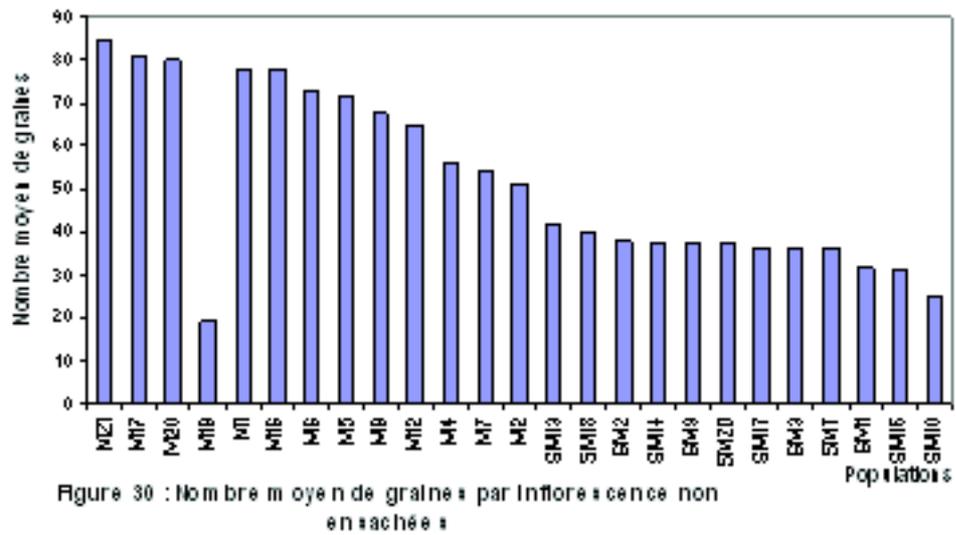


Figure 30 : Nombre moyen de graines par inflorescence non ensachées

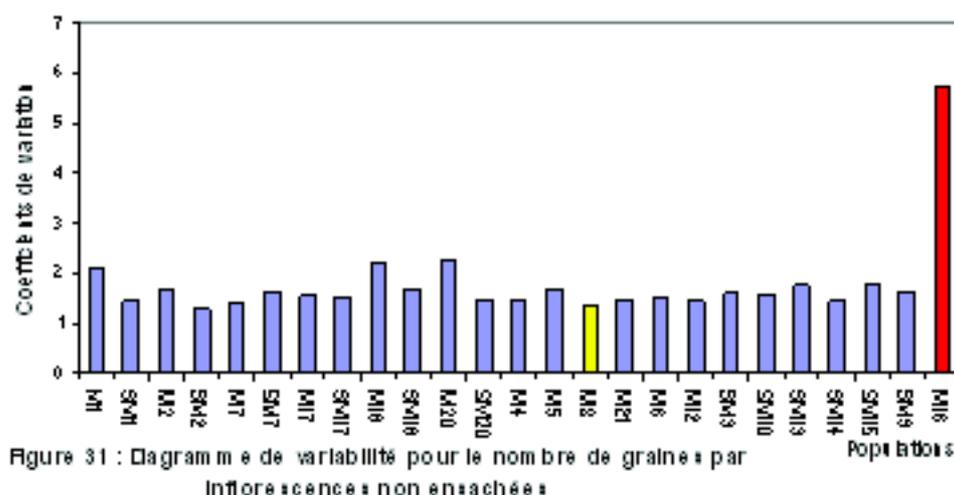


Figure 31 : Diagramme de variabilité pour le nombre de graines par inflorescences non ensachées

e. Nombre de graines par inflorescence ensachée (N.G.E)

Les moyennes varient fortement d'une population à l'autre. En effet, le nombre moyen de graines par inflorescence varie entre 13.15 graines pour la population SM10 et 84.85 graines pour la population M17 (Fig.32). On compte une graine par fleur, au maximum.

La variabilité est moyenne pour 12 populations / 25 populations considérées, dont le coefficient de variation est inférieur à 20% pour quatre populations (compris entre 12.90% et 19.64%) et supérieur à 20% (compris entre 20.77% et 28.98%) pour huit populations.

La variabilité est élevée pour le reste des populations (13 populations), le coefficient de variation est compris entre 32.43% et 54.75% (Fig.33).

L'analyse de la variance met en évidence des différences très hautement significatives entre populations (Tab.IVa ; IVb).

La comparaison des moyennes permet de constituer douze groupes (Tab.IVa ; IVb).

Dans les quatre premiers groupes nous retrouvons les populations comportant plus de 64 graines par inflorescence, ce sont des populations avec marqueurs. Le cinquième, sixième et septième groupes réunissent les populations dont le nombre de graines par inflorescence varie entre 31.25 graines et 40.50 graines, ces groupes sont représentés par 50% des populations avec marqueurs et 50% des populations sans marqueurs (Tab.IVa ; IVb). Les cinq derniers groupes comprennent les populations dont le nombre de graines par inflorescence est inférieur à 27.50 ; ces groupes sont représentés essentiellement par des populations sans marqueurs.

f. Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (RFN)

En moyenne le taux de nouaison des inflorescences non ensachées varie entre 64.14% (population M7) et 95.16% (population M16) (Fig.34) selon les populations. Le groupe des populations sans marqueurs présente, en moyenne, des taux de nouaisons légèrement plus élevé que le groupe des populations avec marqueurs (86.47% contre 85.34%) (Tab.IVa ; IVb).

Le caractère est stable pour toutes les populations, il est compris entre 1.81% et 9.56% (Fig.35).

Grâce à l'analyse de la variance, nous pouvons relever des différences très hautement significatives entre population (Tab.IVa ; IVb).

La comparaison des moyennes nous permet de déceler la présence de onze groupes (Tab.IVa ; IVb). Les sept premiers groupes se chevauchent, ils sont constitués de populations avec marqueurs et des populations sans marqueurs et dont le taux de nouaison varie entre 83.61% (population M4) et 95.16% (population M16). Les quatre derniers groupes sont indépendants, constitués de deux populations pour le huitième groupe et d'une population uniquement pour les trois derniers et le taux moyen de nouaison des quatre groupes est inférieur à 74.5%.

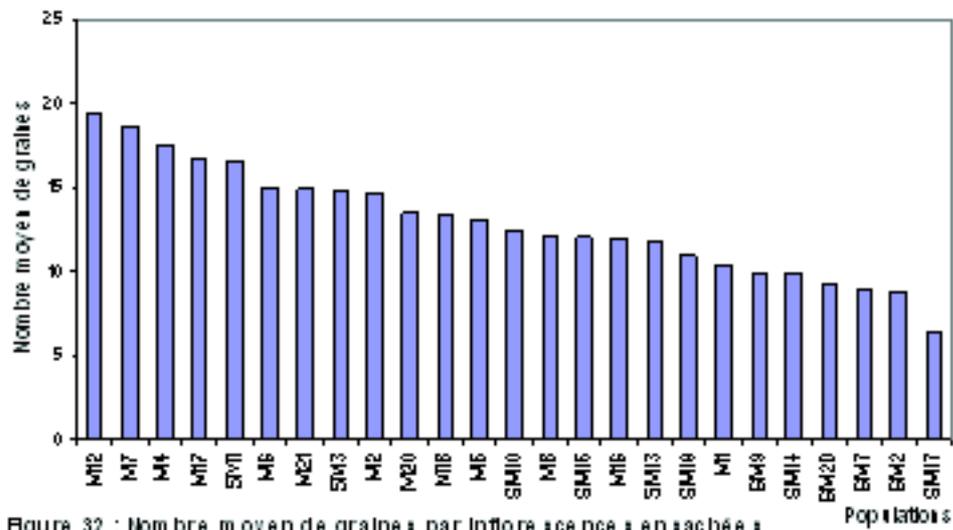


Figure 32 : Nombre moyen de grains par inflorescence ensachée

Figure 32 : Nombre moyen de graines par inflorescences ensachées

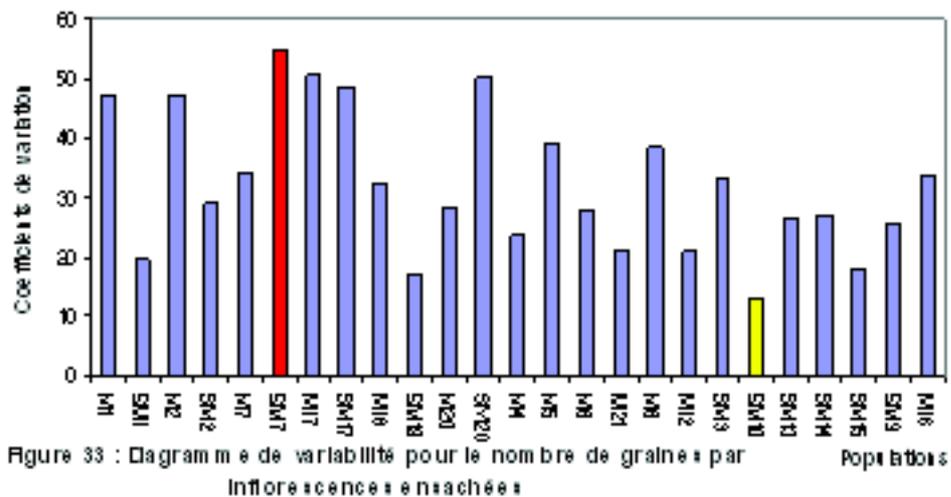


Figure 33 : Diagramme de variabilité pour le nombre de grains par inflorescences ensachées

Figure 33 : Diagramme de variabilité pour le nombre de graines par inflorescences ensachées

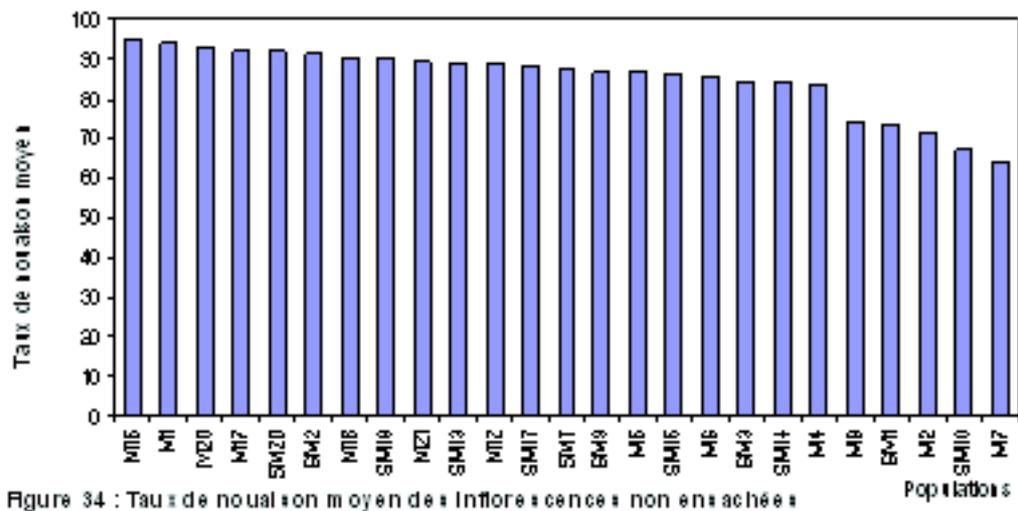


Figure 34 : Taux de nouaison moyen des inflorescences non ensachées

Figure 34 : Taux de nouaison moyen des inflorescences non ensachées

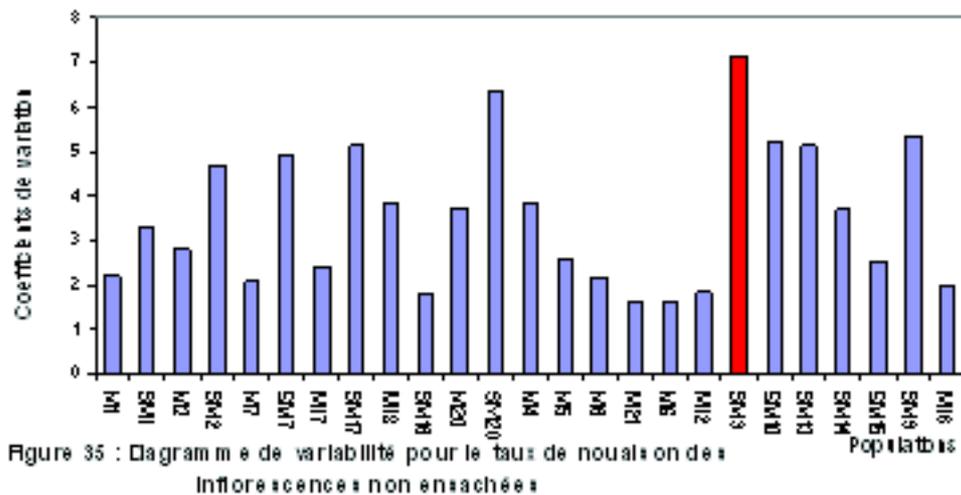


Figure 35 : Diagramme de variabilité pour le taux de nouaison des inflorescences non ensachées

Figure 35 : Diagramme de variabilité pour le taux de nouaison des inflorescences non ensachées

3.2.2. Discussion

Lorsque les inflorescences sont ensachées, le nombre moyen de fleurs le plus élevée, est supérieur à celui enregistré lorsque les inflorescences ne sont pas ensachées (97.40 contre 94.10 fleurs). Pour la moyenne la plus faible, par contre, c'est la situation inverse qui se produit (26.75 contre 36.25 fleurs (Tab.IVa ; IVb).

La variabilité qui existe au sein des populations apparaît du même ordre (intensité faible) avec et sans ensachage ; on enregistre des exceptions pour lesquelles le coefficient de variation est moyen et atteint 23.78% (populations : M18, SM2, SM7, SM16, SM17, SM20) pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachées.

L'analyse de la variance fait ressortir des différences très hautement significatives, aussi bien pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachées que non ensachée.

La comparaison des moyennes nous permet de distinguer nettement :

- D'une part, les populations avec marqueurs, caractérisées par un nombre important de fleurs par inflorescence (ensachée ou non ensachée) ;
- D'autre part, les populations sans marqueurs, caractérisées par un nombre réduit de fleurs par inflorescence (ensachée ou non ensachée).

De manière à déterminer l'effet de la présence du sachet sur le nombre de fleurs par inflorescence, nous avons comparé les moyennes obtenues pour une même population avant et après ensachage (Test de Student).

Des différences très hautement significatives ont été mises en évidence pour 22 populations sur les 25 considérées, hautement significatives pour deux populations (SM1 et M7) et non significatives pour 2 populations seulement (M16 et SM15) (Tab.IVa ; IVb).

Pour les 24 populations présentant des différences significatives, nous remarquons que le nombre de fleurs par inflorescence non ensachée est significativement supérieur au nombre de fleurs par inflorescence ensachée dans environ 70.83% des cas (17 sur 24 populations).

A première vue, la conclusion la plus évidente est que la présence du sachet a influencé le nombre de fleurs formées par inflorescence. La question qui reste posée est de savoir quel rôle a pu jouer le sachet, dans ce phénomène.

Cette question est d'autant plus fondamentale que l'effet de l'ensachage est apparent sur 24 populations dont 29.17% (7 populations) présentent un nombre de fleurs par inflorescence ensachée significativement supérieur au nombre de fleurs par inflorescence non ensachée et dans deux cas uniquement, les moyennes prises deux à deux ne diffèrent pas, au plan statistique, ce qui signifie que le nombre de fleurs par inflorescences non ensachée équivaut au nombre de fleurs par inflorescence ensachée.

Les inflorescences non ensachées produisent en moyenne 53.22 graines, contrairement aux inflorescences ensachées, qui elles produisent en moyenne 12.68 graines. Cependant, les valeurs sont très différentes, pour ce qui est de la moyenne la plus élevée (84.30 graines sans ensachage et 19.40 graines avec ensachage) et la moyenne la plus faible (25.15 graines sans ensachage et 6.45 avec ensachage).

On note une importante variabilité associée à l'ensachage des inflorescences, dans les populations, ce qui signifie que le nombre de graines produites, dans cette situation, n'est pas constant.

Les différences entre populations sont très hautement significatives, avec et sans la présence du sachet.

Les comparaisons des moyennes permettent de dissocier les populations avec marqueurs des populations sans marqueurs (Tab.IVa ; IVb), les premières ayant généralement un nombre de graines par inflorescence plus élevé que les secondes.

La comparaison des moyennes observées pour une même population, avant et après ensachage, nous montre (Tab.IVa ; IVb) des différences très hautement significatives pour toutes les populations.

Pour toutes les populations citées, le nombre de graines par inflorescence ensachée est nettement inférieur au nombre de graines par inflorescence non ensachée.

3.2.3. Conclusion

L'une des conclusions les plus importantes à tirer de toute cette étape de notre travail, est qu'il existe des possibilités d'autofécondations chez les populations de *Trifolium squarrosus*.

Il faut noter que dans le genre *Trifolium*, le système de reproduction est très variable. C'est ainsi que *T. pratense* et *T. repens* sont des espèces allogames (VILLAX, 1963 ; FREE, 1970 ; PESSON et LOUVEAUX, 1984). *T. incarnatum* est une espèce autocompatible, mais qui s'autopollinise difficilement, et de ce fait, doit être visitée par les abeilles (FREE, 1970 ; PESSON et LOUVEAUX, 1984) ; elle présente une autogamie fréquente (VILLAX, 1963), évaluée à 70% environ (PESSON et LOUVEAUX, 1984). *T. subterraneum* est, quant à elle, une espèce autogame (VILLAX, 1963 ; FREE, 1970).

En tout état de cause, il apparaît difficile de définir avec précision le mode de pollinisation adopté par une espèce. Comme le souligne DEMARLY (1977), des régulations biologiques imposent souvent la prédominance de l'auto ou de l'allogamie, bien qu'il existe tous les intermédiaires possibles, avec des proportions d'auto et d'allogamie variables.

Concernant *Trifolium squarrosus*, les possibilités d'autofécondations ne sont pas identiques pour toutes les populations prises en compte, puisque dans certains cas, le taux de nouaison est faible (population SM17), moyen (population M21) ou au contraire relativement élevé (population M12) (Tab.IVa ; IVb).

Une faible variation se manifeste en absence d'ensachage, le taux de nouaison étant moyen (population M7 : 64.14%) à très élevé (population M16 : 95.16) (Tab.IVa ; IVb).

L'ensachage a cependant réduit le nombre de graines obtenues, pour l'ensemble des populations. Cette influence peut s'expliquer de deux manières au moins :

- Le sachet a joué le rôle d'écran, empêchant l'arrivée de l'allopollen et réduisant ainsi les possibilités de fécondation. Ceci suggèrerait donc une prépondérance de l'allogamie, au sein des populations concernées. Selon ALLARD (1960), une réduction de la quantité de graines obtenues en isolement, indique un certain taux de fécondation croisée ;
- Le sachet a créé un "microclimat" dans les environs immédiats des fleurs, amenant ainsi des conditions défavorables à la germination de l'autopollen, et plus particulièrement, au processus de pollinisation / fécondation. En effet, les grains de pollen, même viables, ne s'y prêtent pas (MESQUIDA, RENARD et MESQUIDA, 1987).

Il est également possible que se soit produite une conjugaison des éléments cités, à savoir, modification de l'environnement immédiat de l'inflorescence et barrière à l'allopollen.

Seule une étude plus fine permettrait de résoudre la question.

3.3. Classification des populations en fonction des caractères étudiés

Sur la base de l'analyse de la variance, nous avons procédé à la classification des populations en fonctions des résultats post-ANOVA (classification de Newman et Keuls) des variables étudiées (Tab.n° VII).

Cette méthode consiste à cumuler les rangs occupés par chaque population pour chaque variable selon la classification de Newman et Keuls. La population qui cumule la plus faible valeur est classée la première (vigoureuse) contrairement à celle qui cumule la plus forte valeur, classée dernière (moins vigoureuse).

Nous avons à cet effet considéré deux classifications, la première consiste à prendre en compte toutes les variables étudiées, par contre la seconde prend en considération que les variables à intérêt agronomique, à savoir : NR ; LIT ; DIT ; RFN ; NGN.

La première classification fait ressortir que les populations avec marqueurs sont les plus vigoureuses, contrairement aux populations sans marqueurs.

La deuxième classification (en fonction des variables à intérêt agronomique) fait également ressortir que les population avec marqueurs sont plus les plus performantes à l'exception de quatre populations (M8 ; M7 ; M2 ; M12), alors que les populations sans marqueurs sans moins performantes à l'exception des populations SM13, SM2 et SM9.

3.4. Matrice de corrélation

Le Tableau VIII, nous montre que :

La longueur de la foliole médiane est fortement corrélée à :

- La largeur de la foliole médiane ;
- Longueur et largeur des stipules ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur des entre-nœuds.

La largeur de la foliole médiane est corrélée à :

- Longueur et largeur des stipules ;
- Longueur et diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur des entre-nœuds.

La longueur de l'inflorescence terminale est corrélée à :

- Diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur des entre-nœuds ;
- Longueur et largeur des stipules.

Le diamètre de l'inflorescence terminale est corrélé :

- Longueur des entre-nœuds ;
- Longueur et largeur des stipules.

Longueur des stipules est corrélée à la largeur des stipules.

Tableau n° VII : Classification des populations en fonction des caractères étudiés (rang)

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces Trifolium squarrosum L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	NR	LGR	N.E.T	LGE	L.F.M (mm)	L.G.F (mm)	R.F.M (mm)	L.S (mm)	L.G.S (mm)	LIT (D)	DIT (D)	N.F.N	N.F.E
M17	1	12	15	4	1	3	14	2	3	4	3	3	1
M6	7	5	19	3	5	1	4	6	3	7	5	6	1
M21	20	17	6	7	11	9	14	4	2	8	5	1	3
M16	14	24	9	6	8	1	1	6	6	10	9	7	8
M18	20	23	4	1	12	5	5	13	6	4	5	4	12
M20	5	17	3	9	14	13	7	11	6	13	8	5	9
M5	16	14	19	5	3	3	9	13	14	3	2	7	3
M8	19	1	14	1	2	5	20	11	14	2	3	2	3
M7	16	6	6	16	9	9	18	8	6	1	9	6	3
M4	10	19	15	14	7	9	20	1	3	6	1	13	7
M1	5	24	8	17	3	9	24	8	1	11	15	7	9
M12	22	19	1	19	13	13	17	2	6	13	15	11	9
M2	14	19	15	11	6	5	12	8	6	8	11	11	13
SM7	10	4	2	20	9	5	10	4	6	11	19	20	21
SM3	2	3	12	17	19	15	5	18	18	19	19	17	14
SM13	2	11	24	12	19	22	18	15	6	16	11	14	15
SM9	10	6	25	13	17	15	7	19	18	13	11	17	15
SM1	3	9	19	14	18	18	13	24	21	21	15	17	15
SM2	4	12	22	10	15	15	25	15	21	17	11	20	24
SM18	16	19	4	23	24	22	1	22	21	23	22	16	15
SM14	8	15	9	20	21	18	10	19	17	21	22	15	15
SM17	8	1	9	24	23	18	1	19	21	23	24	20	21
SM15	10	8	15	22	22	22	15	22	14	19	19	25	20
SM10	24	9	22	8	16	18	22	15	18	17	15	24	25
SM20	1	16	12	24	24	25	22	24	21	25	24	23	21

*Classement des populations en fonction de toutes les variables considérées

** Classement en fonction des variables d'importance agronomique « NR ; LIT ; DIT ; RFN ;NGN »

Tableau n° VIII : Matrice de corrélation

	NR	LGR	LFM	LGF	LIT	DIT	NET	LGE	LS	LGS	RFM	RFN	RFE
NR	1.00												
LGR	-0.12	1.00											
LFM	0.02	-0.28	1.00										
LGF	-0.01	-0.27	0.94	1.00									
LIT	-0.08	-0.14	0.87	0.83	1.00								
DIT	-0.06	-0.18	0.72	0.68	0.78	1.00							
NET	0.02	-0.23	0.21	0.23	0.05	-0.11	1.00						
LGE	-0.10	-0.08	0.63	0.64	0.70	0.76	-0.19	1.00					
LS	-0.04	-0.32	0.90	0.86	0.75	0.62	0.31	0.41	1.00				
LGS	-0.09	-0.35	0.73	0.69	0.62	0.53	0.26	0.38	0.77	1.00			
RFM	-0.09	0.04	-0.12	0.19	-0.07	-0.12	0.14	-0.02	-0.06	-0.09	1.00		
RFN	0.20	-0.33	-0.04	0.04	-0.16	-0.03	0.15	-0.09	0.04	0.13	0.19	1.00	
RFE	-0.09	0.18	-0.46	-0.49	-0.43	-0.34	-0.16	-0.30	-0.42	-0.37	-0.16	-0.242	1.000

DDL : 598

3.4. Analyse en composantes principales

L'analyse en composante principale n'a pas été réalisée sur toutes les variables étudiées. Seuls 13 caractères ont été pris en compte sur les 17 (Tab.IX).

Tableau n° IX : Caractères étudiés

Abréviations	Caractères étudiés
N.R	Nombre de ramification à la base de la tige principale
L.G.R	Ramification la plus longue (LGR)
N.E.T	Nombre d'entre-noeud sur la tige principale (N.E.T)
L.G.E	Longueur du plus grand entre-noeud (L.G.E)
L.F.M	Longueur de la foliole médiane (LFM)
L.G.F	Largeur de la foliole médiane (LGF)
R.F.M	Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (R.F.M)
S.L	Longueur des stipules (S.L)
L.G.S	Largeur des stipules (LGS)
L.I.T	Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (LIT)
D.I.T	Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (D.I.T)
R.F.E	Taux de nouaisons des inflorescences ensachées (RFE)
R.F.N	Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (RFN)

Le premier axe contribue à 47.3% de l'information, le deuxième à 15.3% et le troisième à 10.1%.

En tenant compte de l'importance relative des trois axes, nous retiendrons le premier plan (1 – 2) qui permet d'expliquer 62.6 % de l'information totale.

3.4.1. Etude des variable

L'axe 1 est déterminé positivement par (Fig. 36) :

- La longueur de la foliole médiane (LFM) ;
- La largeur de la foliole médiane (LGF) ;
- La longueur de l'inflorescence terminale (LIT) ;
- Le diamètre de l'inflorescence terminale (DIT) ;
- La longueur du plus grand entre-noeud (LGE) ;
- La longueur des stipules (LS) ;
- La largeur des stipules (LGS).

Cet axe est aussi déterminé négativement uniquement par la variable suivante :

- Taux de nouaisons des inflorescences ensachées (RFE).

Par contre l'axe 2 est déterminé positivement par les variables suivantes :

- Le nombre d'entre-nœuds sur la tige principale (NET) ;
- Le taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (RFN) ;

L'axe 3 est déterminé positivement par :

- Le nombre de ramification sur la tige principale (NR)

Et négativement par :

- La ramification la plus longue (LGR)
- Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (RFM)

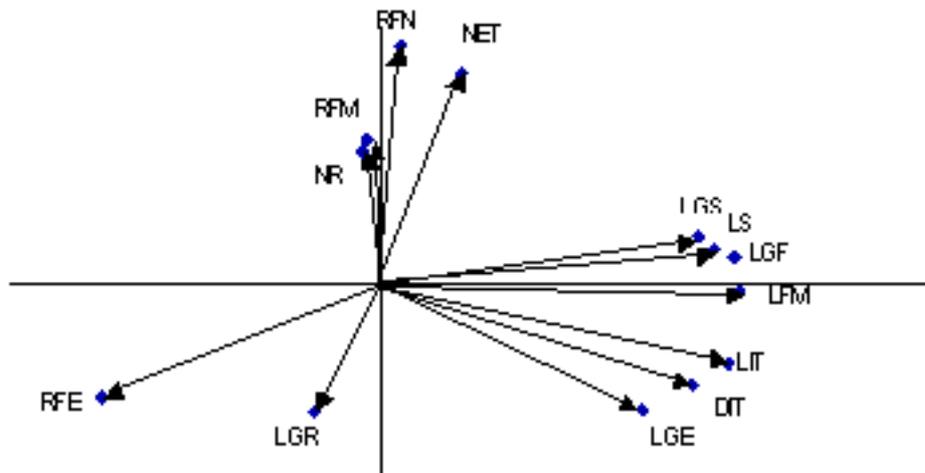


Figure 36 : Diagramme d'ordination des contributions des variables à la formation des axes principaux de l'ACP (Plan 1-2)

3.4.2. Etude des populations

La figure 37, fait remarquer l'apparition de quatre groupes, selon la distribution des populations par rapport aux principaux axes 1, 2 et 3 (non représenté sur la figure). On distingue la discrimination de deux groupes qui s'opposent par rapport à l'axe 1, dans la partie positive de ce dernier, on retrouve le groupe I composé de dix populations de *Trifolium squarrosum* avec marqueurs (M16, M21, M18, M17, M6, M5, M4, M2, M7, M8,) et dans la partie négative de l'axe 1 se trouve le groupe II composé de neuf populations sans marqueurs (SM18, SM17, SM20, SM14, SM15, SM3, SM1, SM2, SM9). Sur l'axe 2, deux groupes également s'opposent, sur la partie positive de cet axe, le groupe III est composé uniquement par trois populations (M2, M12 et SM7) et le groupe IV est représenté également par seulement deux populations sans marqueurs (SM13, SM10).

Le groupe I se distingue par des valeurs moyennes les plus élevées pour les caractères suivants :

- Longueur moyenne de la foliole médiane, variant entre 40.90 mm pour la population M18 et 50.85 mm pour la population M17 ;
- Largeur moyenne de la foliole médiane, qui varie entre 14.90 mm pour la population M7 et 19.95 pour la population M6 ;
- Longueur moyenne de l'inflorescence terminale, variant de 1.92 cm pour la population M16 et 2.65 cm pour la population M7 ;
- Diamètre moyen de l'inflorescence terminale, qui varie entre 1.04 cm pour la population M2 et 1.79 cm pour la population M4 ;

- Longueur moyenne du plus grand entre-nœud, qui varie entre 45.10 mm pour la population M7 et 86.25 mm pour la population M8 ;
- Longueur moyenne des stipules, variant entre 38.75 mm pour la population M5 et 64.25 mm pour la population M4 ;
- Largeur moyenne des stipules, qui varie entre 3.50 mm pour la population M5 et 5.25 mm pour la population M21.

Et par des valeurs moyennes les plus faibles pour le caractère suivant :

Taux de nouaison moyen des inflorescences ensachées, variant entre 13.91 % pour la population M8 et 25.84 % pour la population M2.

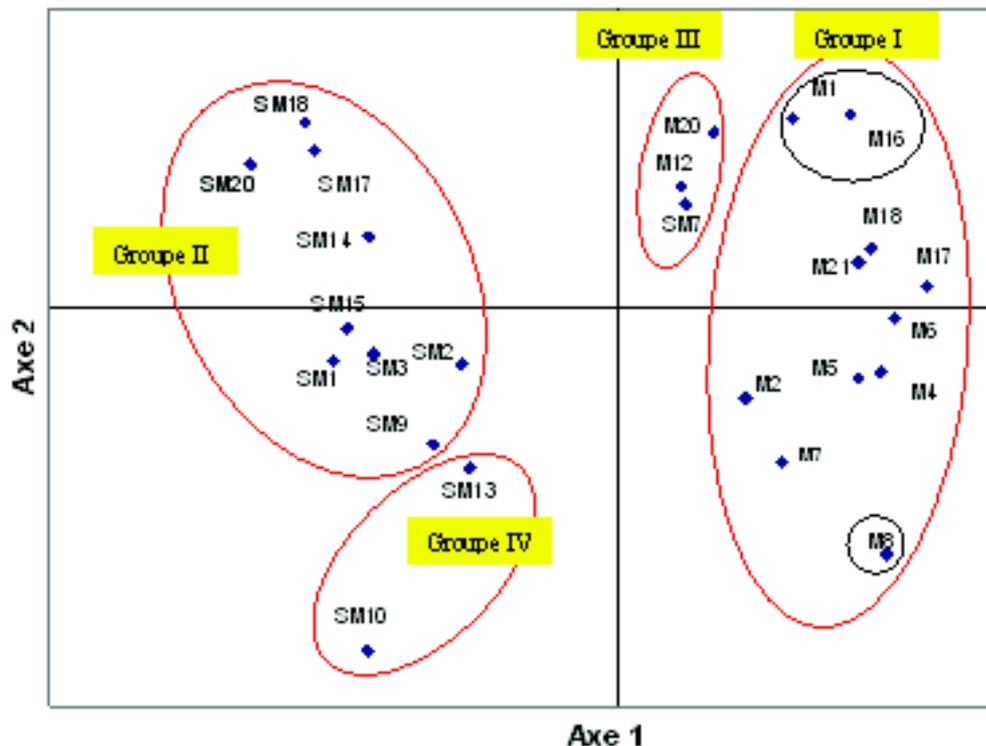


Figure 37 : Diagramme d'ordination des populations dans le plan de projection 1-2 dérivé de l'ACP

Par opposition à ce groupe, le groupe II est constitué de neuf populations sans marqueurs (SM18, SM17, SM20, SM14, SM15, SM3, SM1, SM2, SM9), et se caractérise par des valeurs moyennes les plus faibles pour les mêmes caractères à savoir :

- Longueur moyenne de la foliole médiane, qui varie entre 15.15 mm pour la population SM20 et 28.90 mm pour la population SM2 ;
- Largeur moyenne de la foliole médiane, variant entre 5.95 mm pour la population SM20 et 8.90 mm pour la population SM2 ;
- Longueur moyenne de l'inflorescence terminale, elle varie entre 0.63 cm pour la population SM20 et 1.49 cm pour la population SM9 ;
- Diamètre moyen de l'inflorescence terminale, qui varie entre 0.44 cm pour la population SM17 et 1.08 cm pour la population SM2 ;
- Longueur moyenne du plus grand entre-nœud, variant entre 20.80 mm pour la population SM17 et 52.50 mm pour la population SM2 ;

- Longueur moyenne des stipules, qui varie entre 15.95 mm pour la population SM1 et 24.95 mm pour la population SM2 ;
- Largeur moyenne des stipules, variant entre 1.50 mm pour la population SM1 et 3.35 mm pour la population SM15 ;

Et par des valeurs moyennes les plus élevées pour le caractère suivant :

Taux de nouaison moyen des inflorescences ensachées, variant entre 19.14 % pour la population SM17 et 41.67 % pour la population SM1.

Il est important de préciser que ces deux groupes sont situés en oppositions, ce qui signifie que lorsque les variables du premier groupe augmentent ceux du deuxième groupe diminuent.

Le groupe III, constitué de trois populations (M2, M12 et SM7) sur l'axe 2, se caractérise par des valeurs moyennes relativement élevées pour les caractères suivants :

- Nombre moyen d'entre-nœuds sur la tige principale, variant entre 4.85 pour la population M12 et 6 pour la population SM7 ;

Et par des valeurs moyennes les plus faibles pour le caractère suivant :

Taux de nouaison moyen des inflorescences non ensachées, variant entre 41.40 % pour la population SM7 et 72.75 % pour la population M12.

Par opposition, le groupe IV, constitué de deux populations sans marqueurs (SM13, SM10) sur l'axe 2, se caractérise par des valeurs moyennes les plus faibles pour les caractères suivants :

Nombre moyen d'entre-nœuds sur la tige principale, qui est de 13.55 pour la population SM13 et de 14.45 pour la population SM10 ;

Et par des valeurs moyennes les plus élevées pour le caractère suivant :

Taux de nouaison moyen des inflorescences non ensachée, qui est de 67.11 % pour la population SM10 et 88.97 % pour la population SM13.

Aucune corrélation n'a été trouvée entre les axes et les facteurs du milieu (Pluviométrie et Altitude).

3.5. Analyse factorielle discriminante

L'analyse factorielle discriminante a été réalisée sur 13 variables, 25 populations à raison de 20 individus par population. L'analyse de la variance de toutes les variables considérées nous indique des différences très hautement significatives (Tab. IX), ce qui suggère, que tous les paramètres pris en considération semblent intéressants.

3.5.1. Etude des variables

Le tableau X présente le résultat de l'analyse de variance des variables étudiées.

Au niveau du tableau X, nous constatons que la plus grande valeur du pseudo F (Tab. X) est largement supérieure à la valeur la plus haute des F observés qui est F de la variable « Longueur du plus grand entre-nœud » (Tab. XI), avec une probabilité inférieure à

0,001% au niveau de chacun des trois axes. Ce qui confirme l'intérêt de faire une analyse discriminante. Les corrélations sont hautement significatives sur les trois axes.

Les valeurs des inerties présentées dans le tableau n° X présentent une valeur supérieure à 75% au niveau de l'axe 1, d'où un cumule de 94,8% à l'axe 2, ce qui nous permet de nous limiter au plan 1-2 pour la formation des groupes discriminants (Fig. 38).

Tableau n° X : Etude des variables avec diagonalisation

Axe	Valeur propre	Inertie	Pseudo F	WILKS	Ddl	Proba (%)	Corrélation
1	394.4466	75.0%	7806.75	10632.23	312	0.00	0.9975
2	103.8635	19.8%	2055.63	7761.83	276	0.00	0.9905
3	7.2944	1.4%	144.37	5528.55	242	0.00	0.8794

Tableau n° XI : Analyse de la variance des variables étudiées pour l'AFD

	NR	LGR	LFM	LGF	LIT	DIT	NET	LGE	LS	LGS	RFM	RF
F 24/475	39.77	70.60	2486.60	718.20	194.90	166.09	92.42	4095.49	1416.53	76.03	27.79	9.00
Probabilité (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Les variables qui contribuent fortement à la formation de l'axe 1 sont :

- Longueur de la foliole médiane ;
- Largeur de la foliole médiane ;
- Longueur de l'inflorescence terminale ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale ;
- Longueur du plus grand entre-nœud ;
- Longueur des stipules ;
- Largeur des stipules.

Cet axe est aussi déterminé inversement par la variable discriminante suivante :

- Taux de nouaison des inflorescences ensachées

Les variables qui contribuent négativement fortement à la formation de l'axe 2 sont :

- Nombre d'entre-nœuds
- Largeur des stipules ;
- Longueur des stipules.

Les variables qui contribuent à la formation de l'axe 3 :

- Rapport de largeur sur la longueur de la foliole médiane ;
- Rapport du nombre de graines sur le nombre de fleurs non ensachées

Les variables qui contribuent négativement à la formation de l'axe 3 :

- Ramification la plus longue.

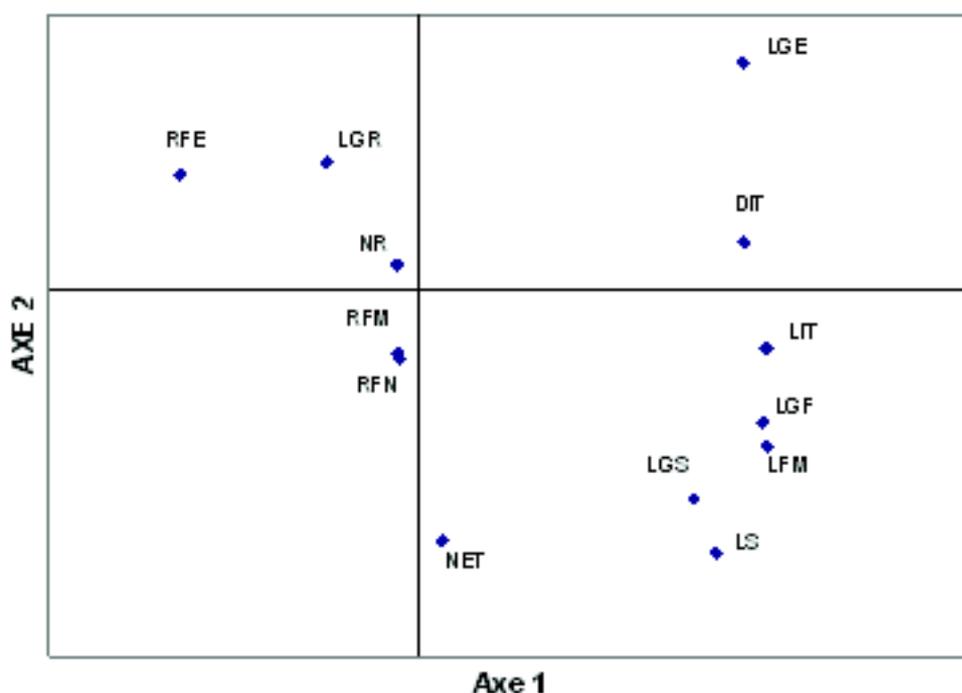


Figure 38 : Diagramme d'ordination des contributions des variables à la formation des axes principaux de l'AFD (Plan 1-2)

3.5.2. Etude des populations

La figure n° 39 permet de constater que quatre groupes se dégagent, en fonction de la distribution des populations par rapport aux principaux axes 1, 2 et 3 (non représenté sur la figure). On distingue une discrimination de deux groupes qui s'opposent par rapport à l'axe 1. Dans la partie positive de ce dernier, on retrouve le groupe I composé de six populations de *Trifolium squarrosum* avec marqueurs (M16, M21, M18, M17, M6, M5) et, dans la partie négative de l'axe 1, est localisé le groupe II, lui-même composé de sept populations sans marqueurs (SM18, SM17, SM20, SM14, SM15, SM3). Sur l'axe 2, deux groupes également s'opposent, sur la partie positive de cet axe, le groupe III, composé de six populations (SM10, SM1 et SM13, SM9, SM2, M18) et le groupe IV, représenté par cinq populations (M2, M1, M4, M12, SM7).

Le groupe I se distingue par des valeurs moyennes les plus élevées pour les caractères suivants :

- La longueur moyenne de la foliole médiane, qui varie entre 40.90 mm pour la population M18 et 50.85 mm pour la population M17 ;
- La largeur moyenne de la foliole médiane, variant de 15.35 mm pour la population M21 et 19.95 mm pour la population M6 ;
- La longueur moyenne de l'inflorescence terminale, elle varie entre 2.51 cm pour la population M5 et 1.92 cm pour la population M16 ;
- Le diamètre moyen de l'inflorescence terminale, variant de 1.15 cm pour la population M16 et 1.67 m pour la population M5 ;
- La longueur moyenne du plus grand entre-nœud, qui varie entre 61.95 mm pour la population M16 et 86.25 mm pour la population M8 ;

- La longueur moyenne des stipules, allant de 38.75 mm pour la population M5 à 54.05 mm pour la population M21 ;
- La largeur moyenne des stipules, qui varie entre 3.50 mm pour la population M5 et 5.25 mm pour la population M21.

Le groupe I se distingue également par des valeurs moyennes les plus faibles pour le caractère discriminant suivant :

Taux de nouaison des inflorescences ensachées, qui varie entre 15.34 % pour la population M5 et 18.60 % pour la population M18.

Par opposition à ce groupe, le groupe II se caractérise par des valeurs moyennes les plus faibles pour les mêmes caractères et des valeurs moyennes les plus élevées pour le « Taux de nouaison des inflorescences ensachées ».

Le groupe III, se caractérise par des valeurs moyennes élevées pour le caractère suivant :

La longueur moyenne du plus grand entre-nœud, varie de 46.15 mm pour la population SM1 et 86.15 mm pour la population M18 ;

Ce groupe se caractérise inversement par les variables discriminantes suivantes :

- Le nombre moyen d'entre-nœuds, qui varie de 11.35 pour la population SM9 et 20.05 pour la population M18
- La longueur moyenne des stipules, variant de 15.85 mm pour la population SM1 et 38.80 mm pour la population M18.
- La largeur moyenne des stipules, qui varie entre 1.50 mm pour la population SM1 et 4.45 mm pour la population M18 ;

Par opposition, le groupe IV, constitué de cinq populations (M2, M1, M4, M12, SM17) sur l'axe 2, se caractérise par des valeurs moyennes les plus faibles pour le caractère suivant :

La longueur moyenne du plus grand entrenœud, varie de 20.80 mm pour la population SM17 et 49.95 mm pour la population M2 ;

Et des valeurs moyennes élevées pour les caractères suivants :

- Le nombre moyen d'entre-nœuds, varie de 16.60 pour la population M2 et 21.10 pour la population M12
- La longueur moyenne des stipules, variant de 21.80 mm pour la population SM17 et 64.25 mm pour la population M4.
- La largeur moyenne des stipules, varie entre 1.55 mm pour la population SM17 et 5.40 mm pour la population M1.

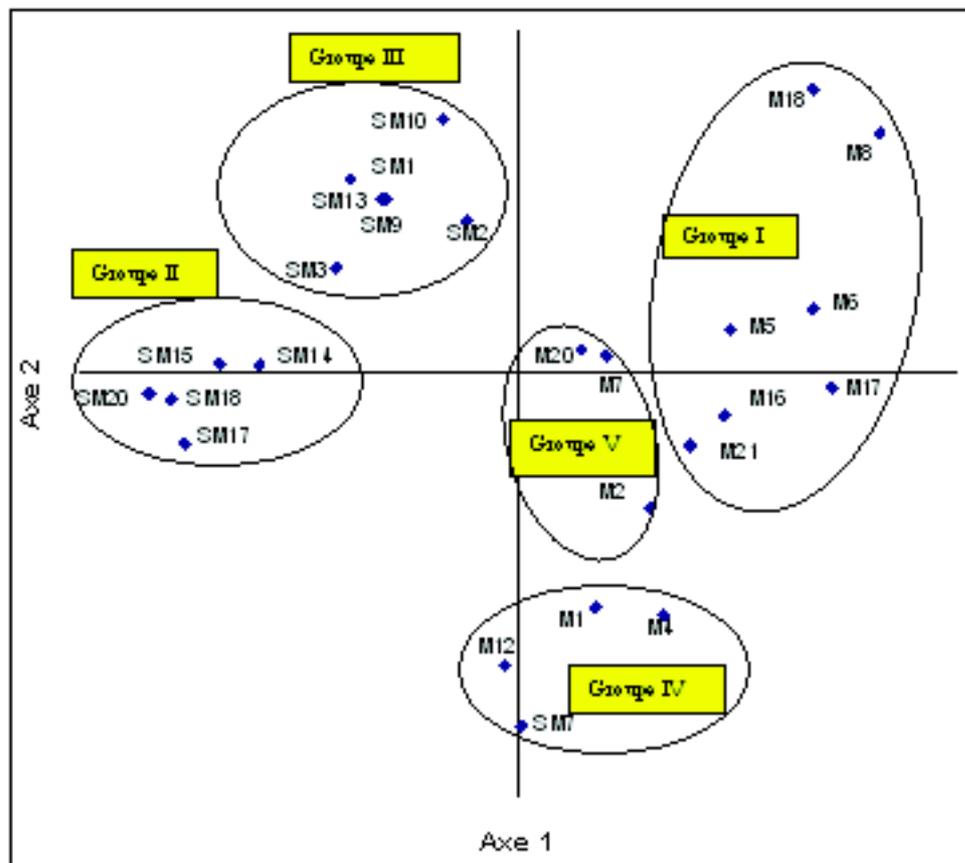


Figure 39 : Diagramme d'ordination des populations dans le plan de projection 1-2 dérivé de l'ACP

3.5.3. Etude des individus et leurs appartenances

L'analyse factorielle discriminante fait ressortir un classement de 96 % des individus dans leur population d'origine. En effet selon le tableau n°XI, nous remarquons que globalement les individus se rassemblent au sein de leur population d'origine exception faite pour :

- La population SM14 dont deux individus se retrouvent dans la population SM 18, deux individus dans la population SM 15 et un individu dans la population SM 20 ; cela peut s'expliquer par le fait que ces population sont écologiquement proche (même altitude et même pluviométrie) ;
- La population SM20 a trois individus qui se retrouvent dans la population SM1 et un individu dans la population SM17 ;
- La population SM18 a deux individus qui se retrouvent dans la population SM 20 et un individu dans la population SM 15 ;
- La population M17 a un individu qui se retrouve dans la population M1 et un autre dans la population M6 ;
- La population SM17 a deux individus qui se retrouvent dans la population SM3 ;

Nous remarquons, que les individus qui se détachent de leur population se retrouvent toujours dans une ou deux populations du même groupe.

La population SM1 a des valeurs moyennes presque égales aux valeurs moyennes de la population SM20 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

- Longueur des stipules (16.10 mm contre 15.85 mm) ;
- Largeur des stipules (1.60 mm contre 1.50 mm).

Ces deux populations SM1 et SM20 ont des valeurs moyennes presque égales aux valeurs moyennes de la population SM17 (Tab. XII) pour le caractère suivant :

- Largeur des stipules (1.55 mm).

La population SM1 a des valeurs moyennes équivalentes à la population SM17 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

- Largeur de la foliole médiane (7.75 mm contre 7.65 mm) ;
- Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (0.37 contre 0.36) ;
- Largeur des stipules (1.50 mm contre 1.55 mm) ;

La population SM20 a des valeurs moyennes presque égales aux valeurs moyennes de la population SM17 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

- Longueur du plus grand entre-nœud (21.15 mm contre 20.80 mm) ;
- Largeur des stipules (1.60 mm contre 1.55 mm) ;
- Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (40.60 % contre 41.20 %).

La population SM17 a des valeurs moyennes très proches des valeurs moyennes de la population SM3 (Tab. XII) pour le caractère suivant :

- Nombre de graines par inflorescence non ensachées (36.15 contre 36.25).

La population M17 présente des valeurs moyennes presque similaires à celles de la population M1 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

- Nombre d'entre-nœud sur la tige principale (18.50 contre 18.75) ;
- Longueur des stipules (48.05 mm contre 48.45 mm) ;
- Largeur des stipules (4.80 mm contre 5.40 mm) ;
- Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (2.45 cm contre 1.81 cm)

La population M20 présente des valeurs moyennes similaires aux valeurs moyennes de la population M21 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

- Ramification la plus longue (56.71 mm contre 56.70 mm) ;
- Nombre d'entre-nœud sur la tige principale (20.30 contre 19.50) ;
- Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (1.24 cm contre 1.45 cm) ;
- Taux de nouaisons des inflorescences ensachées (18.30 % contre 17.58 %).

Tableau n° XII : Appartenance des individus dans leur population d'origine issue de l'AFD

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

		Origine des populations															
Appartenance	M1	SM1	M2	SM2	M7	SM7	M17	SM17	M18	SM18	M20	SM20	M4	M5	M8	M21	
	M1	20					1										
	SM1		19									3					
	M2			20													
	SM2				20												
	M7					20											
	SM7						20										
	M17							18									
	SM17								18			1					
	M18									20							
	SM18										17						
	M20											19					
	SM20		1								2		16				
	M4													20			
	M5														20		
	M8															20	
	M21											1				20	
	M6							1									
	M12																
	SM3								2								
	SM10																
	SM13																
	SM14																
	SM15									1							
	SM9																
	M16																
		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

La population SM14 a des valeurs moyennes très proches des valeurs moyennes de la population SM18 (Tab. XII) pour le caractère suivant :

Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.65 cm contre 0.65 cm) ;

Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (44.40 % contre 43.60 %) ;

SM14 a des valeurs moyennes très proches des valeurs moyennes de la population SM15 (Tab. XII) pour les caractères suivants :

Nombre de ramification à la base de la tige principale 6.15 contre 5.90) ;

Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.96 cm contre 1.08 cm)

SM14 présente des valeurs moyennes similaires aux valeurs moyennes de la population SM20 pour les caractères suivants :

Nombre d'entre-nœud sur la tige principale (18.25 contre 17.95) ;

Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.51 cm contre 0.63 cm) ;

Nombre de graines par inflorescence non ensachées (37.15 contre 37.45).

SM15 a des valeurs moyennes très proches des valeurs moyennes de la population SM20 (Tab. XII) pour le caractère suivant :

Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (0.35 contre 0.33) ;

SM9 a des valeurs moyennes très proches des valeurs moyennes de la population SM2 pour le caractère suivant :

Largeur de la foliole médiane (8.55 mm contre 8.90 mm) ;

Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (1.06 cm contre 1.08 cm) ;

Tableau n°XIII : Analyse des données (caractéristiques) à partir du tableau n°XI.

Populations à valeurs moyennes proches	Caractères
SM1 – SM20	Longueur des stipules (16.10 mm contre 15.85 mm) ; Largeur des stipules (1.60 mm contre 1.50 mm).
SM1 – SM17	Largeur de la foliole médiane (7.75 mm contre 7.65 mm) ; Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (0.37 contre 0.36) ; Largeur des stipules (1.50 mm contre 1.55 mm).
M17 – M1	Nombre d'entreoeud sur la tige principale (18.50 contre 18.75) ; Longueur des stipules (48.05 mm contre 48.45 mm) ; Largeur des stipules (4.80 mm contre 5.40 mm) ; Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (2.45 cm contre 1.81 cm).
SM17 – SM3	Nombre de graines par inflorescence non ensachées (36.15 contre 36.25).
M20 – M21	Ramification la plus longue (56.71 mm contre 56.70 mm) ; Nombre d'entreoeud sur la tige principale (20.30 contre 19.50) ; Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (1.24 cm contre 1.45 cm) ; Taux de nouaisons des inflorescences ensachées (18.30 % contre 17.58 %).
SM20 – SM17	Longueur du plus grand entreoeud (21.15 mm contre 20.80 mm) ; Largeur des stipules (1.60 mm contre 1.55 mm) ; Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (40.60 % contre 41.20 %).
SM14 – SM18	Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.65 cm contre 0.65 cm) ; Taux de nouaisons des inflorescences non ensachées (44.40 % contre 43.60 %).
SM14 – SM15	Nombre de ramification à la base de la tige principale 6.15 contre 5.90) ; Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.96 cm contre 1.08 cm)
SM14 – SM20	Nombre d'entreoeud sur la tige principale (18.25 contre 17.95) ; Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (0.51 cm contre 0.63 cm) ; Nombre de graines par inflorescence non ensachées (37.15 contre 37.45).
SM15 – SM9	Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (0.35 contre 0.33).
SM15 – SM20	Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (0.35 contre 0.33).
SM9 – SM2	Largeur de la foliole médiane (8.55 mm contre 8.90 mm) ; Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (1.06 cm contre 1.08 cm).

3.6. Classification hiérarchique

La classification hiérarchique a été réalisée sur toutes les populations (groupe avec marqueurs et le groupe sans marqueurs) et sur les variables utilisées en ACP et en AFD, nous avons pris en considération les valeurs moyennes des variables pour chaque population.

La matrice est constituée de 25 populations (lignes) x 13 variables (colonnes). Les distances Euclidiennes ont été utilisées pour la mesure des distances. Pour la méthode d'agrégation, nous avons utilisé la méthode de Ward.

La représentation graphique des différentes agrégations fait ressortir deux classes principales.

La première classe est représentée par les populations sans marqueurs avec l'apparition de 3 groupements. La deuxième classe est constituée par des populations avec marqueurs formant également 3 groupements (Fig. 40).

Selon le dendrogramme, les populations sans marqueurs (classe 1) sont plus ou moins homogènes, car il y'a des chevauchements entre les populations SM18, SM20, SM14, SM15, SM17 et SM1 du premier groupe avec les populations SM3, SM13, SM9 et SM2 du deuxième groupe dont fait partie la population SM10. Par contre le troisième groupe est représenté uniquement par la population SM7, comme, il a été signalé précédemment dans les différentes analyses, cette population sans marqueur est phénotypiquement similaire à celle des marqueurs.

La classe 2 constituée de population avec marqueurs, fait apparaître une hétérogénéité plus importante entre les populations, chaque groupe peut être subdivisé en sous groupes. Le groupe 1 est constitué de 4 populations (M4, M12, M7 et M2), le deuxième groupe est formé de 8 populations (M21, M16, M20, M1, M17, M6, M5 et M8), la population M18 isolée forme à elle seule le troisième groupe.

Les formations obtenues par cette analyse montrent une forte similitude avec les groupes obtenus par l'analyse en composantes principales et l'analyse factorielle discriminante. Les légères différences survenues peuvent être imputées au fait que pour la classification hiérarchique, on a utilisé la matrice des données moyennes.

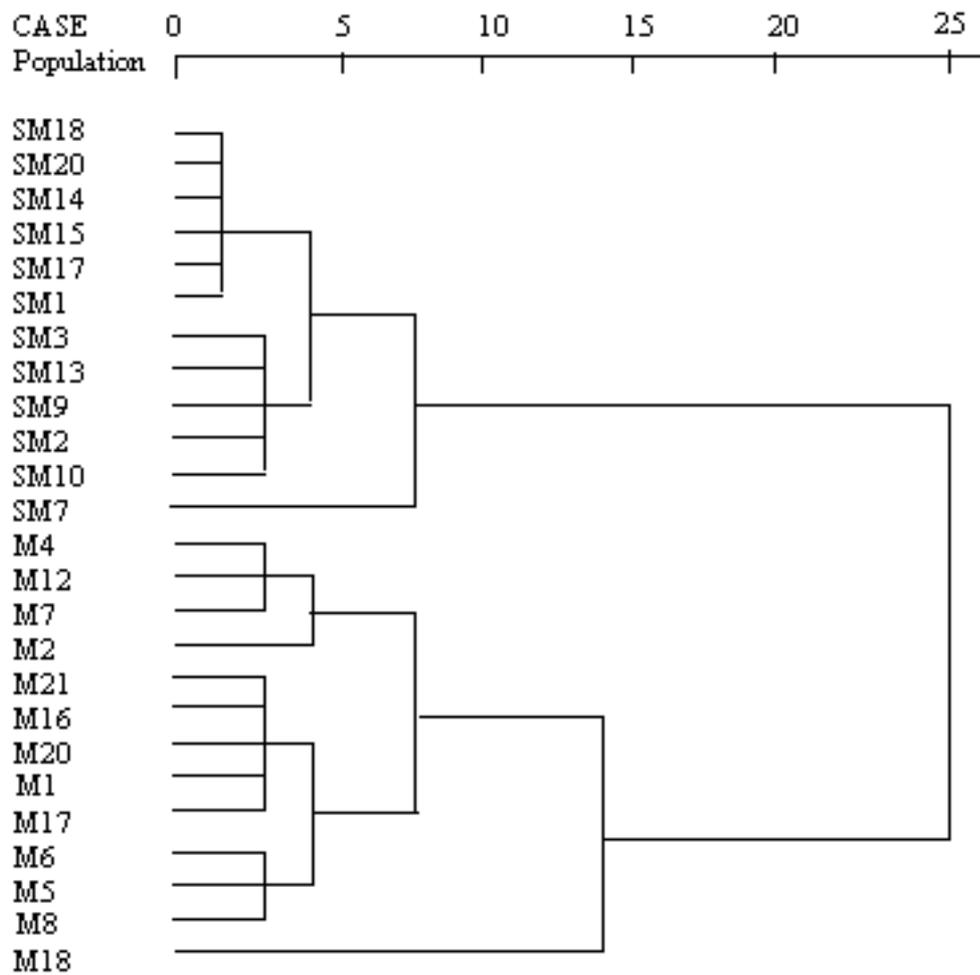


Figure 40 : Dendrogramme de la classification hiérarchique

3.7. Résultat des observations au microscope électronique à balayage

Pour cette partie du travail, les populations ont été collectées au niveau des hauteurs d'Alger (Parc des Grand Vend à Chéraga). Au niveau de cette station, nous avons constaté que la population de *Trifolium squarrosus* est constituée d'individus orthotropes avec marqueurs (population avec marqueurs), des individus plagiotropes sans marqueurs (population sans marqueurs) et des individus orthotropes sans marqueurs que nous avons nommé (population intermédiaire). Les populations observées au MEB proviennent du même milieu d'origine.

Les observations au microscope électronique à balayage ont montré qu'il n'y a aucune différence significative entre les 3 populations de *Trifolium squarrosus* en dehors de la taille des graines ; les graines des populations sans marqueurs sont plus petites que celles des populations avec marqueurs (Planche.1).

L'information donnée par le MEB confirme l'homogénéité pollinique au niveau de l'espèce, cela servira pour la comparaison avec d'autres espèces de *Trifolium* (Planche 2).

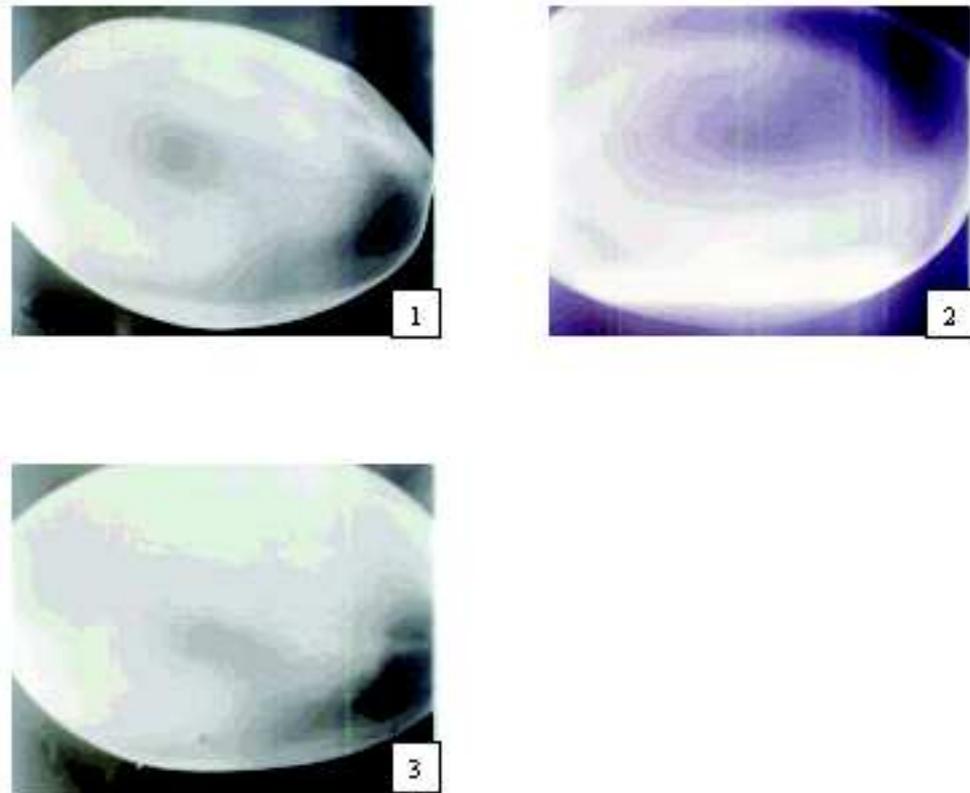


PLANCHE 1

Microphotographie des graines de *Trifolium squarrosum* au Microscope Electronique à Balayage (MEB).

Graines de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) sous MEB, X = 4 000, vue horizontale.

Graines de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) (intermédiaire) sous MEB, X = 4 300, vue horizontale.

Graines de *Trifolium squarrosum* avec marqueurs (M) sous MEB, X = 4 300, vue horizontale.

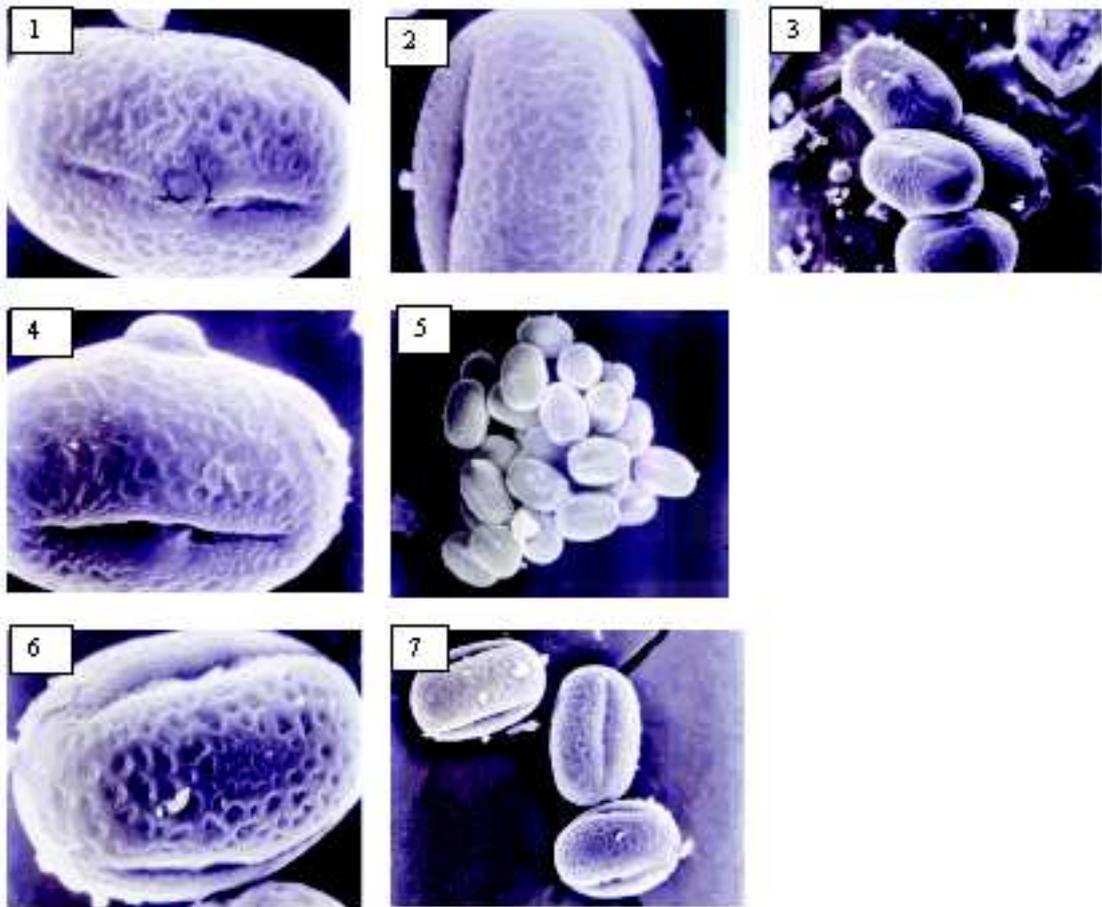


PLANCHE 2

Microphotographie des grains de pollen de *Trifolium squarrosum* au Microscope Electronique à Balayage (MEB).

1. Grain de pollen de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) sous MEB, X = 2 300, vue horizontale.
2. Grains de pollen de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) sous MEB, X = 2 300, vue longitudinale.
3. Grains de pollen de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) sous MEB, X = 800, vue horizontale.
4. Grain de pollen de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) (intermédiaire) sous MEB, X = 2 300, vue horizontale.
5. Grains de pollen de *Trifolium squarrosum* sans marqueurs (SM) (intermédiaire) sous MEB, X = 370, vue longitudinale.
6. Grain de pollen de *Trifolium squarrosum* avec marqueurs (M) sous MEB, X = 2 300, vue horizontale.
7. Grains de pollen de *Trifolium squarrosum* avec marqueurs (M) sous MEB, X = 800, vue longitudinale.

Pour cette partie, il s'agira maintenant d'approfondir l'étude en faisant de très nombreuses mesures de pollens et de comparer les valeurs de P, de E, de t, de l'épaisseur de l'exine à l'équateur et au pôle pour chacun des taxons, sur du matériel acétolysé et en microscopie photonique et à immersion.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif que nous nous étions assigné, lorsque nous avons entrepris ce travail, était l'approfondissement de l'étude de la variabilité pour *Trifolium squarrosum* L., ainsi que la quantification des différences observées par nos prédécesseurs, chez cette dernière espèce.

L'un des résultats les plus importants que nous avons confirmé par les analyses statistiques, tels que l'analyse de la variance, la comparaison multiple des moyennes, les corrélations et les analyses multidimensionnelles, l'existence de deux sortes d'individus ; des plantes avec marqueurs, caractérisées par un important développement, et des plantes sans marqueurs, dont le développement est plus réduit.

Cela nous a permis également de distinguer la population SM7 des autres populations du fait qu'elle soit intermédiaire entre les deux groupes (avec marqueur et sans marqueur), elle est phénotypiquement similaire aux populations avec marqueurs mais sans tâche anthocyane. Cette population peut être issue d'un croisement entre une plante avec marqueurs et une plante sans marqueurs.

Il est très important de souligner qu'aucune des flores que nous avons consultées, ne fait mention de l'existence de cette variabilité (présence ou absence de marqueurs, différences phénotypiques).

L'observation a, depuis toujours, montré aux botanistes les différences entre plantes appartenant à une même espèce ; Linné reconnaissait déjà l'existence d'une telle variabilité, qu'il interprétait uniquement (ou presque) en fonction du milieu (BIDAULT, 1971).

Dans notre cas, les analyses statistiques ont prouvé que les différences que nous avons notées ne sont pas dues au hasard, et que les deux catégories d'individus regroupés en populations, se distinguent nettement. Les populations avec marqueurs comme le montrent la classification de Newman et Keuls et la classification hiérarchique, ont un développement plus important et une variabilité plus importante que les populations sans marqueurs pour toutes les variables prises en comptes.

Comme, il est également important de signaler que 8 populations avec marqueurs sur les 13 populations considérées sont les plus performantes pour les caractères « Nombre de ramification ; longueur de l'inflorescence terminale ; diamètre de l'inflorescence terminale ; ratio du nombre de graines sur le nombre de fleurs par inflorescences non ensachées ».

Comme nous l'avons déjà mentionné, dans nos résultats, les deux groupes d'individus proviennent, parfois, d'un même point de récolte.

La question qui vient immédiatement à l'esprit est de savoir, à présent, dans quelle mesure il existe des relations entre ces individus, et quelle est la signification de cette variabilité qui se révèle si présente.

Nous pourrions la qualifier de polymorphisme, car selon FORD (1965), "le polymorphisme génétique est la coexistence, dans une même localité, de deux formes (ou plus) discontinues d'une espèce".

Dans tous les cas, l'origine génétique précise de la variabilité, a été établie. Pour *Trifolium squarrosum*, nous sommes loin d'avoir accumulé autant d'informations ; mais

ces données soulignent l'importance qu'il faut accorder à la présence de deux catégories d'individus dans notre matériel végétal local.

Quoique partiels, nos résultats soulèvent un certain nombre de questions auxquelles il conviendrait de répondre, en développant certaines techniques comme l'analyse caryologique, l'analyse enzymatique, moléculaire et les hybridations contrôlées.

Ceci est d'autant plus justifié que l'on a pu observer un décalage entre la floraison des populations avec marqueurs et celles des populations sans marqueurs, ces dernières étant plus précoces d'au moins un mois.

Nous avons été amenés, sans succès, à rechercher l'existence d'un lien entre le comportement des populations et leur milieu d'origine.

Nous expliquons cette absence de relation, par le fait que l'expérimentation a été conduite sous serre et en pots, donc dans un milieu très artificialisé. On peut aussi, plus simplement, envisager que cette relation n'existerait effectivement pas, pour les caractères pris en comptes.

L'étude du système de pollinisation a montré, qu'il existait des possibilités d'autofécondation. Des différences statistiques ont parfois été mises en évidence, entre les résultats obtenus avec et sans ensachage.

Ceci montre l'intérêt de poursuivre cet aspect du travail, d'autant plus que dans le genre *Trifolium*, le système de reproduction est très variable.

Globalement, il ressort, à travers notre étude, qu'une importante variabilité existe au sein de *T. squarrosus*. Elle se manifeste à différents niveaux, et c'est, à notre sens, une meilleure compréhension de cette variabilité qui pourra permettre de valoriser au mieux, nos ressources phytogénétiques.

Toutes les questions que nous avons abordées sont d'une importance majeure dans le domaine agronomique.

En effet, les études de la variabilité visent à déterminer le matériel végétal le plus performant ou le plus apte à intervenir dans un programme d'amélioration et de sélection.

De même les aspects se rapportant à la reproduction des espèces étudiées, sont fondamentaux, si l'on envisage de procéder à la production de semences de notre matériel végétal local.

Pour les questions taxonomiques, il s'agira d'approfondir l'étude en faisant de très nombreuses mesures de pollens et de comparer les valeurs de P, de E, de t, de l'épaisseur de l'exine à l'équateur et au pôle pour chacun des taxons, sur du matériel acétolysé et en microscopie photonique et à immersion. Comme nous suggérons également de faire des testes de longévité du pollen pour les différents taxons, les tests de compatibilités polliniques pour mieux élucider la relation qu'il y a entre les différentes populations et chercher s'il y a une corrélation entre les tâches d'anthocyane et les marqueurs moléculaires. C'est probablement à ce niveau là qu'il serait possible peut-être de trouver des différences.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A., 1978 – Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie. Thèse de Magister. INA, 1 – 105.
- ABDELGUERFI A., 1988 – Les ressources phytogénétiques d'intérêt fourrager : état de la recherche à l'Institut National Agronomique. Séminaire sur les ressources phytogénétiques, juin 1987, Annales de l'INA, 12 (1), 95-102.
- Abdelguerfi A., 2002 – Ressources Génétiques d'Intérêt Pastoral et/ou fourrager : Distribution et variabilité chez les Légumineuses spontanées (*Medicago*, *Trifolium*, *Scorpiurus*, *Hedysarum* et *Onobrychis*) en Algérie. Thèse de Doctorat d'Etat. INA Alger. 433 et Annexes.
- ABDELGUERFI A. et LAOUAR M., 2002 – Les espèces pastorales et fourragères, leurs utilisations au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). FAO-RNE. 135.
- ABDELGUERFI A. et LAOUAR M., 2003 – Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en Algérie. In "Actes de l'Atelier National sur la Stratégie de Développement des Cultures Fourragères en Algérie", Ed. A. Khaldoun, F. Bellah, M. Amrani, F. Djennadi, ITGC Alger, 10-12 juin 2001. 36-48.
- ABDELGUERFI A. et ABDELGUERFI-LAOUAR M., 2004 - Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral : Diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen, In Ferchichi A. (comp.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza (Spain) : CIHEAM-IAMZ, p. 29-41 (Cahiers Options Méditerranéennes ; v. 62).
- ABDELGUERFI A., LAOUAR M., TAZI M. BOUNEDJMATE M. ET GADDES N.E., 2000 - Présent et futur des pâturages et des légumineuses fourragères en région méditerranéenne. Cas du Nord de l'Afrique et de l'Ouest de l'Asie. In Sulas L. (ed.). *Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, p. 461-467.
- ABDELGUERFI A., AIT YOUNES K., BENYOUNES R., ABDELGUERFI-LAOUAR M., M'HAMMEDI BOUZINA M. et KHEDIM A., 2006 – Etude du complexe d'espèces *Trifolium squarrosum*. Workshop International "Diversité des Fourragères et leurs symbiotes" – Alger – Février 2006. Ed ; A. Abdelguerfi. 77-83.
- ABDELGUERFI-LAOUAR M., 2005 – Diversité Eco-Génétique chez les Fabacées et leurs Symbiotes : Cas de la Section des Intertextae du Genre *Medicago* L., Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, INA, 1-186.
- ABDELKEFI A. and MARRAKCHI M., 2000 - Les ressources phytogénétiques fourragères et pastorales : de l'érosion à la conservation. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, p. 15-27: 32 ref. (Cahiers Options Méditerranéennes ; v. 45), 10. Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional 04/04-09, Sassari (Italy).

- ABDELKRIM H., 1984 – Approche phytoécologique et phytosociologique de quelques nappes alfatières de la région de Djelfa et de Tébessa. Thèse Magister. Inst. Nat. Agro. Alger. 128.
- AGUENAROUS R., 1986 – Contribution à l'étude biométrique de quelques espèces spontanées de Trèfles (*Trifolium* L.) en Algérie. Thèse Ingénieur, INA, 1-76.
- Ait Aissa A., 1993 - Contribution à l'étude de la variabilité morphologique chez quelques populations spontanées du genre *Trifolium squarrosum*. Thèse Ing. INA Alger. 1-46.
- Ait Younès K.N., 1995 - Etude de la variabilité dans le complexe d'espèces *Trifolium squarrosum* L. Thèse Ing. INA Alger. 1-90.
- ALLARD R.W., 1960 – Principles of plant breeding. J. Wiley and Sons ed., 27-50.
- ALLEN-WARDELL G., BERNHARDT P., BITNER R., BURQUEZ A., BUCHMANN S., CANE J., COX P A., DALTON V., FEINSINGER P., INGRAM M., INOUE D., JONES C E., KENNEDY K., KEVAN P., KOOPOWITZ H., MEDELLIN R., MEDELLINMORALES S., NABHAN G P., PAVLIK B., TEPEDINO V., TORCHIO P., WALKER S., 1998. - The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12, 8-17.
- AVETISIAN G A., 1978 – L'adaptation des plantes à la pollinisation croisée. *Apiculture*, 201-234.
- AZZIOUZ O., 1999 - Etude du tégument des graines du genre *Genista* L. (Fabaceae) au Maroc ; *Acta botanica*, 24, 43-51.
- BATANDIER J.A. et TRABUT L., 1890 – Flore de l'Algérie, Dicotylédones. Imp. Jourdan, Alger, 232-242.
- Benbouali S., 1990 - Etude biométrique de quelques descendances issues de populations spontanées de *Trifolium squarrosum*. Thèse Ing. INA Alger. 1-164.
- BENISTON N.T et BENISTON W.S., 1984 – Fleurs d'Algérie ENAL, 75.
- BENMALEK S., 1987 – Contribution à la détermination du nombre chromosomique de quelques espèces spontanées du genre *Trifolium* L. en Algérie. Thèse Ingénieur, INA, 1-68.
- BENSALEM K., 1982 – Contribution à l'étude du genre *Scorpiurus* L. en Algérie. Thèse Ingénieur, INA, 1-37.
- BENYOUNES R., 1991 -Etude du comportement de populations spontanées de neuf espèces du genre *Trifolium* L. Thèse Ing. INA Alger. 1-1 31.
- BENZECRI J., 1980 – Pratique de l'analyse des correspondances, exposé élémentaire. Ed. Dunod. Paris 424
- BERREKIA R., 1985 – Contribution à l'étude du genre *Hedysarum* L. en Algérie. Thèse Magister, INA, 1-120.
- BIDAULT M., 1971 – Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs. Doin, Paris, 6-30.
- BISTON R., 1997 - Conservation et utilisation des ressources phytogénétiques, Colloque organisé à Gembloux le 26 mars 1997, CRA.

- BLAKE D., 2004 -Biodiscovery - from reef to outback ; Nature, vol 429, n° 6991, pp. 15-17.
- BONNIER G., sans date – Flore complète de France, Suisse et Belgique. 3, Lebegue et Cie, 36-40.
- BUCHMANN SL, NABHAN. 1996 - The forgotten Pollinators. Island Press, Washington, D.C. Shearwater Books, Coverlo, California, 320 pp.
- BURD, M. 1994. - Bateman principle and plant reproduction - the role of pollen limitation in fruit and seed set. Bot. Rev. 60, 83-139.
- CAPUTA J., 1967 – Les plantes fourragères, description et valeur. Payot, 22-36.
- CAZZATO E. and CORLETO A., 2000 - The effect of seeding rate and row spacing on seed yield and yield components of squarrosum clover and crimson cover in Southern Italy. In:Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses; Proceedings of the 10th Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, Sassari (Italy), 4-9 April 2000 ; Cahiers Options Méditerranéennes, v. 45, p. 389-393
- CERCEAU M.Th., HIDEUX M., LACHKAR G., MASURE E., RENAULT-MISKOWSKY J., ROLAND F., TAUGOURDEAU-LANTZ J, et YBERT J, P., 1976 - A propos de la structure des spores et pollens et leur mode de dispersion :quelques réflexions. Travaux du Laboratoire de Micropaléontologie N° 6 - Application du Microscope Electronique à Balayage (M.E.B) à la Paléontologie et à la Sédimentologie. Troisième contribution. Ed. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris IV.
- CERF J., HUMBLET L., ROSSELET L. et THONIE E., 1967 – Productions végétales : cultures fourragères. Payot / La Maison Rustique, 3-8.
- CHAULET E., 1989 -Etude du comportement de quelques populations de deux espèces spontanées de trèfle en Algérie : *Trifolium stellatum* L. et *Trifolium squarrosum* L. Thèse Ing. INA Alger.1-176.
- CHEKROUN M. et ZOUAGHI M., 2004 - Conservation et valorisation des ressources génétiques fourragères et pastorales du Nord Tunisien, *PGR Newsletter*, N°123, 46-51.
- CHOUAKI S., 1988 – Analyse de la variabilité chez quelques populations spontanées de *Trifolium stellatum* L. et *Trifolium squarrosum* L. – Thèse, INA, 1-68.
- CHOUAKI S. et BERREKIA R., 1989 a - Analyse de la variabilité chez quelques populations spontanées de *Trifolium stellatum* L. et *Trifolium squarrosum* L. *Ann. Inst. Nat, Agron. El Harrach* 13, 2 : 481-498.
- CHOUAKI S. et BERREKIA R., 1989 a – Biologie florale chez quelques populations spontanées de *Trifolium stellatum* L. et *Trifolium squarrosum* L. *Ann. Inst. Nat, Agron. El Harrach* 13, 2 : 499-505.
- CORLETO A., 1970 - Influenza di alcune tecniche colturali sulla produzione del seme di trifoglio alessandrino (*T. alexandrinum* L.) e trifoglio squarroso (*T. squarrosum* Savi). *Scienza e Tecnica Agraria*, X, n. 11-12,1-12.
- COSTE H., 1983 – Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Lib. Tech. Sci. Blanchard, 334-353.

-
- CRESPO D.G., 1977 – Quelques aspects de l'amélioration des productions pastorales et fourragères en Corse. Elvas, Portugal, 1-3.
- DAGNELIE P., 1975 – Théorie et méthode statistique, 2. Presses Agron. Gembloux, 41-53.
- DANTSEY-BARRY H., SD - Importance de la préservation des ressources phylogénétiques locales dans le développement durable, Institut togolais de Recherche Agronomique.
- DAVIS P. H., 1965 – Flora of Turkey, 3. Edinburgh Uni. Press, 384-440.
- DEMARLY Y., 1977 – Génétique et amélioration des plantes. Masson, 183 – 186.
- DENIS M. ; GOURRET J.P. ; DELOURME I.R. ; MARIANT C. ; RENARD M., 1994 - Expression chez *Brassica napus* d'une stérilité mâle génique obtenue par génie génétique. Comparaison avec trois autres stérilités mâles géniques. Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? ; 49. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Euro text. Paris, pp.473-48.
- DUTHIL J., 1976 – Intérêt agronomique des Légumineuses. *Fourrages*, (68), 3-25.
- DUVAL A. et BOUQUINILLON A., 2004 – Le Microscope Electronique à Balayage ; Laboratoire de recherche des musées de France. Oeuvre libre. Bioscope <http://www.fundp.ac.be/bioscope/>
- FAGÚNDEZ J. and IZCOJ., 2003 - Seed morphology of *Erica* L. sect. *Chlorocodon* Bentham ; *Bot. Gallica*, , 150 (4), 401-410.
- FORD E.B., 1965 – Génétique écologique. Gautier – Villars, 106-122.
- FOURNIER P., 1961 – Les quatre flores de France. P. Lechevalier, 550-561.
- FOURY A., 1954 – Les Légumineuses fourragères au Maroc. Service Rech. Agron., Rabat, 1-656.
- FRANCESCHI D. DEJAX J., De PLOEG G.; 2000 - Extraction du pollen inclus dans l'ambre [Sparnacien du Quesnoy (Oise), bassin de Paris] ; Laboratoire de paléontologie, Muséum national d'histoire naturelle ; Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS
- FREE B., 1970 – Insect pollination of crops. Academic Press Inc., 215-241.
- FRONTIER D., 1981 – Méthode statistique. Masson, 1-244.
- GENERMONT J., 1979 – Les mécanismes de l'évolution. Dunod, 1-180.
- GHOUBAY A., 1987 - Contribution à l'étude des infrutescences des populations de trèfles et de la production fourragère de quelques espèces de légumineuses spontanées en Algérie. Thèse Ing. INA Alger.1-69.
- GHOUBAY A. et ABDELGUERFI A., 1989 - Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Trifolium* L. en Algérie : Variabilité au niveau des graines et des infrutescences chez 17 populations de *T. angustifolium* L. In Proceeding du 16^e Congrès International des Herbages, Nice (Fr.), 1:273-274.
- GOUMIRI R., 1987 - Contribution à la détermination de la qualité fourragère de quelques légumineuses spontanées du genre *Hedysarum* L., *Medicago* L., *Onobtychis* Adan., *Scorpiurus* L. et *Trifolium* L. ; Thèse Ing. INA Alger.1-105.

- Goumiri R. et Abdelguerfi A., 1991 - Les espèces spontanées du genre *Trifolium* L. en Algérie : analyses chimiques du fourrage au stade végétatif. In Proceeding du IVth Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, 1 :379-380.
- GRENETE., 1997 - Aspects microscopiques de la dégradation microbienne des tissus végétaux dans le rumen. INRA Prod. Anim., 10 (3), 241-249 ;
- GUILLEMETTE L., LENAERTS O., ROUSSELET D. et DEPIEREUX E., 2004 - Le microscope électronique à balayage. Bioscope <http://www.fundp.ac.be/bioscope/> ; Webmaster : Guillemette Lauters
- HAMILTON R.S., HUGHES S.J., MAXTED N. 2001 - Ex Situ conservation of forage legumes. In The Genetic Diversity of Legumes species in the Mediterranean, Maxted and Bennett. Kluwer Academic Press. 263-291.
- HNATYSZYN M. et GUAIS A., 1988 – Les fourrages et l'éleveur. Lavoisier, 43-110.
- IANNELLI P., 1977 - La produzione del seme di leguminose annuali autunnali. *Riv. Agron.*, 11, 90-102.
- IANNUCCI A. ; RUSSO M.; ARENA L.; DI FONZO N.; MARTINIELLO P., 2002 - Water deficit effects on osmotic adjustment and solute accumulation in leaves of annual clovers. *European Journal of Agronomy* 16 ; 111–122.
- Industrie & Technologies / Comprendre / Dossiers, 2005 - Du végétal aux textiles.
- ISSOLAH R. and ABDELGUERFI A., 1999. Chromosome numbers within some spontaneous populations of 10 *Trifolium* species in Algeria. *Caryologia*, 52 : 3-4 : 151-154.
- JAFARI S. M. H., 1980 – Flore of Libya. Fac. Sc., Tripoli, 237-249.
- KERAUDREN-AYMONIN M, 1983 - Characteristics and taxonomic value of seed coat ornamentation for some B. species from Madagascar observed under SEM; *Lettres botaniques*, ISSN 0181-1797, vol. 130, 4-5.
- KLEIN AM., STEFFAN-DEWENTER I., TSCHARNTKE T., 2002. - Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proc. Roy. Soc. London (B)* 270, 955-961.
- KREMEN C, WILLIAMS NM, THORP RW. 2002. – Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensifications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99, 16812-16816.
- Larbi-Youcef Y., 1991 - Comportement et variabilité morphologique chez *Trifolium squarrosum* L. Etude comparée de descendances de 2^e et 3^e génération. Thèse Ing. INA Alger.1-124.
- LECOMPTE-BARBET, O., 1981 - Etude de l'ornementation du tégument externe des graines d'*Ononis* L. au microscope électronique á balayage. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 4C ser., 3 section B, *Adansonia* 1:19-36.
- LEFORT-BUSON M., HEBERT Y. and DAMERVAL C., 1988 - Les outils d'évaluation de la diversité génétique et phénotypique. *Agronomie*, 8 (3), 173-178
- LE HOUEROU H.N., 2001 - Unconventional Forage Legumes for Rehabilitation of Arid and Semiarid Lands in World Isoclimatic Mediterranean Zones. *Arid Land Research and Management*, volume 15, 185 - 202

- LE HOUEROU, 2006 – Les légumineuses fourragères dans la flore de la zone isoclimatique méditerranéenne. Worckshop International “Diversité des Fabaceae Fourragères et de leurs Symbiotes”. Alger-Février-2006, 15-20.
- LENOBLE M. et PAPINEAU J., 1970 – Note sur une nouvelle marque foliaire chez *Trifolium repens*. *Ann. Amélior. Plantes*, 20 (4), 485-487.
- LEWALLE J. L.; AVELLA T. ; 1989 - Les graines de *Plantago palmata* (*Plantaginaceae*) en microscopie électronique à balayage ; (Bull. Mus. nat. hist. nat. Sect. B, Adansonia) ; vol. 11, 4, pp. 407-412.
- LOUVEAUX J., 1980 – Les abeilles et leur élevage. Hachette, Paris, 94-113.
- LUCCHESI M.E, 2005 - Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes. Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences; Faculté des Sciences et Technologies Université de la Réunion. 14-142
- MAIZONNIER D., PICARD J. et BERTHAUT J., 1970 – Le manque de fertilité chez le Trèfle violet autotétraploïde. *Ann. Amélior. Plantes*, 20 (4), 389-391.
- MALJEAN J.F. et PEETERS A., 2002 - Conférence paneuropéenne à haut niveau sur l'agriculture et la biodiversité, vers une intégration de la diversité biologique et paysagère pour une agriculture durable, Maison de l'Unesco, Paris (France).
- MARTINIELLO P. 1990 - Influenza di fattori agronomici sulla resa in seme e sulle componenti della produzione in varietà ed ecotipi di leguminose foraggere diffuse negli areali meridionali. *Atti Tavola Rotonda : Sementi per le colture foraggere mediterranee*. Sassari (Italy), 29/31 ottobre ; 183-206.
- MARTINELLO P., 1999 - Effects of irrigation and harvest management on dry-matter yield and seed yield of annual clovers grown in pure stand and in mixtures with graminaceous species in a Mediterranean environment. *Grass and Forage Science* 54 (1), 52–61.
- MARTINIELLO P. and CIOLA A.; 1993 - Effect of agronomic factors on annual leguminous forage crop in Mediterranean environments. *Journal of agronomy and crop science*, vol. 170, 5, pp. 309-321
- MASSON P. et GINTZBURGER G., 2000 - Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production méditerranéens : utilisations alternatives. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, . p. 15-27: 32 ref. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 45), 10. Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy)
- MAYR R., 1974 – Populations, espèces et évolution. Herman, Paris, 1-496.
- MAZILIAK P., 1982 – Croissance et développement ; Physiologie végétale 2. Herman, 437-442.
- MEDIOUNI K., 2000 – Stratégie algérienne et Plan d'Action National d'utilisation durable de la diversité biologique. Tome VIII, MATE., Alger, 248.
- MESKIDA J., RENARD M. et MESKIDA B., 1987 – Etude préliminaire sur la germination *in vitro* du pollen de Colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) et sur l'évolution dans le temps de son aptitude à germer. *Agron.*, 7 (6), 409-416.

- MICHENER CD. 2000 - The bees of the world. John Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland, USA. 913 pp.
- MILLIER C., ROUX C. et TOMASSONE R., 1977 – Un exemple d'étude de données multidimensionnelles : La variabilité de *Xiphinema elongatum*. Labo. Biométrie, CNRZ/INRA France, 1-46.
- MOULE C., 1967 – Fourrage, 1. La Maison Rustique, Paris, 1-185.
- NAUTIYAL S C., JOHRI J.K., and SINGH H B., 2002 - Survival of the rhizosphere-competent biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* NBRI2650 in the soil and phytosphere, Can. J. Microbiol. / Rev. can. microbiol. 48(7): 588-601.
- NDOYE O. et DUHOUX E., SD - Systematics studies in *Sesbania rostrata* Brem (Papilionaceae). Laboratoire de Cytologie. Département de Biologie Végétale Faculté des Sciences, DAKAR, SENEGAL.
- NEGRE R., 1961 – Petite flore des régions arides du Maroc occidental, 1. CNRS, 334-342.
- NEHME M., 1980 – Fleurs sauvages du Liban. CNRS, 1-184.
- OLEA L. et PAREDES J., 1982 – Mejora de pastos in Extremadura. Univ. Extremadura, Badajos, 1-19.
- OWENS J N., SIMPSON S J., and MOLDER M., 1981 -The pollination mechanism and the optimal time of pollination in Douglas-fir (*Pseudotsugamenziesii*), Can. J. For. Res./Rev. can. Rech, for. 11(1): 36-50.
- PAQUETON H. et RUSTE J., 2006 - Microscopie électronique à balayage - Principe et équipement. Science et Technique. Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre.
- PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984 – Pollinisation et productions végétales. INRA, Paris, 1-663.
- PHILIPPEAU, 1992 - Composantes principales. Comment interpréter les résultats? Collection STAT-ITCF, 63p.
- PLUNIN O. et HUXLEY A., 1967 – Fleurs du bassin méditerranéen. Fernand-Nathan, 118- 131.
- POLOWICK PL., QUANDT J., and MAHON JD., 2000 - The ability of pea transformation technology to transfer genes into peas adapted to Western Canadian growing conditions. Plant Science, 153: 161-170.
- POUVREAU A., 1984 – Principes de la pollinisation entomogame ; rôle des bourdons (Hyménoptères, Apoïde, Bombinae, *Bombus* Ltr.). Problèmes posés par la protection de ces insectes. *Cahier de Liaison*, 17 (1/4), 48-51.
- POVOLO M. ; CONTARINI G. ; MELE M. et SECCIARI P., 2007 - Study on the influence of pasture on volatile fraction of ewes' dairy products by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. J Dairy; 90 (2): 56-69.
- QUEZEL P et SANTA S., 1962 – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, 505-514.
- QUIROZ-GARCIA D.L.; PALACIOS-CHAVEZ R. ; DE LA LUZ ARREGUIN-SANCHEZ M.A., 1994 – Flora polinica de Chamela, Jalisco (Familie Amaranthaceae,

- Combretaceae, Loasaceae, Martyniaceae, Papaveraceae, Tiliaceae y Violaceae).
Acta Botánica Mexicana (1994), 29:61-81.
- QUIROZ GARCIA D.L. ; ARREGUINE SANCHEZ M. and VIZARRO S.N., 2002 -
Morphologia de los granos de pollen de la familia Pomemoniaceae del Estado de
Queretaro, Mexico. POLIBOTANICA Num. 14: 57-66,
- Rapport Anonyme, 1978 – Statistiques appliquées à l'exploitation des mesures, 2.
Masson, 243-248.
- RAYNAUD C., 1987 - *Atlanthemum* Raynaud, un nuevo género de la familia de las
Cistaceae. *Anales Jará. Bot. Madrid* 44(2): 309-317.
- RICKETTS TH, DAILY GC, EHRLICH PR, MICHENER CD.2004. - Economic value of
tropical forest to coffee production. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 101, 12579-12582.
- ROUBIK DW., 2002 - The value of bees to the coffee harvest. *Nature* 417, 708.
- ROUY G., 1899 – Flore de France. Ed. Société de Sciences Naturelle de la Charente
inférieure. Tome 5 : 114 – 115.
- RUSSIL. and. FALCINELLIM., 1999 - Characterization and potential role of annual
clover landraces in the farming systems of Mediterranean areas. *The Journal of
Agricultural Science*, 132 (4) : 387-397
- SMALL E., GRANT W. F., et CROMPTON C.W., 1984 – A taxonomic study of the *Lotus
corniculatus* complex in Turkey. *Can. J. Bot.*, 62 (5), 1044-1053.
- SMALL E. et BROOKES S., 1985 – *Medicago lesinsii*, a new Mediterranean species.
Can. J. Bot., 63 (4), 728 – 734.
- TACKHOLM V., 1974 – Student's flora of Egypt. Cairo Univ., Beirut, 239-243;
- TILLMAN-SUTELA E. and KAUPPI A.; 1998 - Structures restricting passage of water in
the mature seeds of yellow-cedar (*Chamaecyparis nootkatensis*). *Can. J. Bot. / Rev.
Can. Bot.* 76(8) : 1458-1466
- TOMASSONE, 1988 - Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle
discriminante. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 56p.
- TUTIN T.G., HEYWOOD V. H., BURGESS N. A., MOORE D.M., VALENTINE D. H.,
WALTERS S. M. et WEBB D. A., 1968 – Florea europea, 2. Cambridge Univ. Press,
157-172.
- VAISSIÈRE B., MORISON N., CARRÉ G., 2005 -Abeilles, pollinisation et biodiversité.
abeilles & cie , 106.
- VALDEYRON G., 1962 – Génétique et amélioration des plantes. Baillière et fils, 1-358.
- VILLAX E.J., 1963 – La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne
occidentale. INRA, Rabat, 1-641.
- WALKER, J. W., 1974 - Evolution of exine structure in the pollen of primitiv Angiosperm.
*Amer. J. Bot.*61(8): 891-902
- WELSH J. R., 1981 – Fundamentals of plant genetics and breeding. J. Wiley and Sons
ed., 59-97.
- Wikipédia, Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre. consulté sur le net en juin 2007
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Microscopie_Electronique_A_balayage ».

ZATOUB M., 1987 – Contribution à l'étude de la répartition des espèces spontanées de Trèfles (*Trifolium* L.), en fonction de quelques facteurs du milieu, en Algérie. Thèse Ingénieur, INA.

ANNEXES

Tableau n° 1 : Ecart Type, Moyennes observées et Coefficient de Variation pour les caractères relatifs à la biologie florale

Populations	NFN			NFE			NGN			NGE			RFN	
	E.T	Moy	CV (%)	E.T	Moy									
M1	1.47	82.55	1,78	4.20	74.75	5,62	2.11	77.65	2,717	4.87	10.35	47,05	2.22	94.07
SM1	0.80	42.70	1,87	1.64	39.80	4,12	1.43	31.50	4,540	3.25	16.55	19,64	3.29	73.78
M2	1.76	72.15	2,44	1.74	56.75	3,07	1.68	51.25	3,278	6.92	14.65	47,24	2.80	71.07
SM2	1.88	41.50	4,53	4.35	31.75	13,70	1.28	37.80	3,386	2.55	8.80	28,98	4.66	91.24
M7	1.70	84.45	2,01	3.03	87.05	3,48	1.42	54.15	2,622	6.31	18.60	33,92	2.07	64.14
SM7	2.16	41.40	5,22	5.00	33.40	14,97	1.63	36.15	4,509	4.90	8.95	54,75	4.92	87.48
M17	1.84	88.35	2,08	1.60	97.40	1,64	1.56	81.30	1,919	8.45	16.70	50,60	2.39	92.05
SM17	1.47	41.20	3,57	6.24	34.45	18,11	1.54	36.40	4,231	3.12	6.45	48,37	5.14	88.47
M18	2.46	87.40	2,81	9.92	72.85	13,62	2.18	79.15	2,754	4.33	13.35	32,43	3.83	90.64
SM18	1.60	43.60	3,67	1.28	37.95	3,37	1.67	39.50	4,228	1.90	10.95	17,35	1.78	90.59
M20	2.05	86.30	2,38	9.41	75.20	12,51	2.22	80.10	2,772	3.82	13.45	28,40	3.74	92.88
SM20	2.09	40.60	5,15	7.20	33.20	21,69	1.50	37.15	4,038	4.63	9.20	50,33	6.35	91.75
M4	1.94	66.75	2,91	2.00	80.70	2,48	1.48	55.75	2,655	4.14	17.50	23,66	3.83	83.61
M5	1.66	82.30	2,02	1.48	85.90	1,72	1.70	71.60	2,374	5.16	13.15	39,24	2.54	87.03
M8	1.54	91.20	1,69	1.39	87.05	1,60	1.37	67.75	2,022	3.39	12.10	28,02	2.14	74.31
M21	1.07	94.10	1,14	1.43	84.45	1,69	1.49	84.30	1,767	3.13	14.85	21,08	1.62	89.59
M6	1.10	84.45	1,30	1.45	96.90	1,50	1.53	72.70	2,105	5.79	15.05	38,47	1.63	86.09
M12	1.48	72.75	2,03	1.33	75.10	1,77	1.43	64.60	2,214	4.03	19.40	20,77	1.85	88.81
SM3	2.44	43.05	5,67	3.00	46.55	6,44	1.62	36.25	4,469	4.96	14.80	33,51	7.12	84.54
SM10	1.67	37.55	4,45	2.59	28.80	8,99	1.57	25.15	6,243	1.60	12.40	12,90	5.21	67.11
SM13	1.82	47.50	3,83	1.67	39.40	4,24	1.77	42.20	4,194	3.12	11.80	26,44	5.11	88.97
SM14	1.27	44.40	2,86	1.69	39.30	4,30	1.43	37.45	3,818	2.66	9.85	27,01	3.69	84.40
SM15	1.89	36.25	5,21	1.99	35.95	5,54	1.77	31.25	5,664	2.14	12.05	17,76	2.52	86.22
SM9	1.59	42.75	3,72	2.33	38.40	6,07	1.66	37.15	4,468	2.53	9.90	25,56	5.35	87.03
M16	5.06	81.55	6,20	8.92	78.30	11,39	5.74	77.65	7,392	4.01	11.95	33,56	1.97	95.16

Analyse de la variance et comparaison des moyennes par variable

1. Nombre de ramification des plantes

Tableau n° 2 : Analyse de la variance pour le nombre de ramification des plants au sein des populations.

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	800,85	24	33,37	39,77	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	398,50	475	0,84			
Total	1199,35	499				

Tableau n° 3 : Comparaison des moyennes du nombre de ramification à la base de la tige principale des plants au sein des populations.

Populations	N.R	Groupes
SM20	8.65	A
M17	8.30	A
SM1	8.05	A B
SM2	7.60	B C
M20	7.20	C
M1	7.15	C
M6	6.50	D
SM14	6.15	D E
SM17	6.15	D E
SM7	6.00	D E F
M4	5.95	D E F
SM15	5.90	D E F
SM9	5.85	D E F
M2	5.75	D E F G
M16	5.60	D E F G
SM18	5.45	E F G
M5	5.40	E F G
M7	5.35	E F G
M8	5.20	E F G H
M21	5.15	F G H
M18	5.05	F G H
M12	4.85	G H
SM3	4.40	H I
SM10	3.95	I J
SM13	3.50	J

2. Ramification la plus longue

Tableau n° 5 : Comparaison des moyennes de la plus grande ramification des plants au sein des populations

Populations	LGR	Groupes
SM17	71.68	A
M8	70.58	A
SM3	67.28	B
SM7	66.93	B C
M6	65.39	C D
SM9	64.20	D E
M7	64.15	D E
SM15	63.87	D E F
SM10	63.17	E F G
SM1	63.04	E F G
SM13	61.87	F G H
M17	60.49	H I
SM2	60.09	H I
M5	58.94	I J
SM14	58.63	I J K
SM20	57.39	J K
M20	56.71	K
M21	56.70	K
M12	54.30	L
SM18	54.25	L
M2	53.42	L
M4	53.13	L
M18	49.79	M
M16	46.37	N
M1	45.04	N

3. Nombre d'entre-nœuds de la tige principale

Tableau n° 6 : Analyse de la variance relative au nombre d'entre-nœuds de la tige principale des plants (NET) au sein des populations.

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	2693,70	24	112,24	92,42	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	576,85	475	1,21			
Total	3270,55	499				

Tableau n° 7 : Comparaison des moyennes (mm) des nombres d'entre-nœuds sur la tige principale des plants au sein des populations

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	N.E.T	Groupes
M12	21.10	A
SM7	20.80	A B
M20	20.30	A B C
M18	20.05	B C
SM18	19.95	B C
M7	19.50	C D
M21	19.50	C D
M1	18.75	D E
SM17	18.50	E
SM14	18.25	E
M16	18.20	E
SM20	17.95	E F
SM3	17.80	E F
M8	17.20	F G
SM15	16.80	G H
M4	16.65	G H
M2	16.60	G H
M17	16.35	G H
M6	16.20	H
SM1	16.05	H
M5	15.80	H
SM2	15.10	I
SM10	14.45	I
SM13	13.55	J
SM9	11.35	K

4. Longueur du plus grand entre-noeud

Tableau n° 8 : Analyse de la variance pour la longueur du plus grand entrenoeud sur la tige principale des plants (L.G.E) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	166151,57	24	6922,98	4095,16	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	803,00	475	1,69			
Total	166954,57	499				

Tableau n° 9 : Comparaison des moyennes (mm) des longueurs du plus grand entrenoeud sur la tige principale des plants (L.G.E) au sein des populations.

Populations	LGE	Groupes
M8	86.25	A
M18	86.15	A
M6	73.85	B
M17	70.45	C
M5	64.05	D
M16	61.95	E
M21	58.05	F
SM10	56.95	G
M20	55.45	H
SM2	52.50	I
M2	49.95	J
SM13	48.90	K
SM9	47.65	L
SM1	46.15	M
M4	46.05	M
M7	45.10	N
SM3	41.50	O
M1	41.45	O
M12	33.15	P
SM14	30.25	Q
SM7	30.05	Q
SM15	27.45	R
SM18	22.05	S
SM20	21.15	T
SM17	20.80	T

5. Longueur de la foliole médiane

Tableau n° 10 : Analyse de la variance pour la longueur de la foliole médiane (LFM) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	80722,79	24	3363,45	2486,79	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	642,45	475	1,35			
Total	81365,24	499				

Tableau n° 11 : Comparaison des moyennes (mm) des longueurs des folioles médianes des plants au sein des populations

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	L.F.M (mm)	Groupes
M17	50.85	A
M8	49.85	B
M5	46.85	C
M1	46.65	C
M6	46.30	C D
M2	45.75	D E
M4	45.30	E
M16	44.30	F
SM7	44.05	F G
M7	43.90	F G
M21	43.20	G
M18	40.90	H
M12	39.40	I
M20	35.10	J
SM2	28.90	K
SM10	22.75	L
SM9	21.85	M
SM1	21.15	M N
SM3	20.50	N O
SM13	20.30	N O
SM14	19.90	O
SM15	18.05	P
SM17	16.80	Q
SM18	15.20	R
SM20	15.15	R

6. Largeur de la foliole médiane (LGF) au sein des populations

Tableau n° 12 : Analyse de la variance pour la largeur de la foliole médiane (LGF) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	11577,50	24	482,40	718,19	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	319,05	475	0,67			
Total	11896,55	499				

Tableau n° 13 : Comparaison des moyennes (mm) des largeurs des folioles médianes des plants au sein des populations

Populations	L.G.F (mm)	Groupes
M6	19.95	A
M16	19.85	A
M17	18.35	B
M5	18.20	B
M2	16.90	C
SM7	16.70	C
M18	16.65	C
M8	16.50	C
M21	15.35	D
M4	15.10	D
M7	14.90	D
M1	14.70	D
M20	13.95	E
M12	13.70	E
SM2	8.90	F
SM9	8.55	F
SM3	8.30	F
SM1	7.75	G
SM17	7.65	G
SM14	7.60	G
SM10	7.45	G
SM13	6.90	H
SM18	6.60	H
SM15	6.30	H
SM20	4.95	I

7. Rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (R.F.M) au sein des populations

Tableau n° 14 : Analyse de la variance pour le rapport de la largeur sur la longueur de la foliole médiane (R.F.M) au sein des populations (Facteur1)

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,85	24	0,036	27,89	2,5621E-75	1,540
A l'intérieur des groupes	0,61	475	0,0013			
Total	1,46	499				

Tableau n° 15 : Comparaison des moyennes des rapports des largeurs des folioles médianes des plants au sein des populations

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	R.F.M (mm)	Groupes
SM17	0.46	A
M16	0.45	A
SM18	0.44	A
M6	0.43	A B
M18	0.41	B C
SM3	0.40	B C
M20	0.40	C D
SM9	0.40	C D
M5	0.39	C D E
SM14	0.38	C D E F
SM7	0.38	C D E F
M2	0.37	D E F G
SM1	0.37	D E F G H
M17	0.36	E F G H I
M21	0.35	E F G H I
SM15	0.35	F G H I
M12	0.35	F G H I J
SM13	0.34	G H I J K
M7	0.34	G H I J K
M4	0.33	H I J K
M8	0.33	H I J K
SM20	0.33	I J K
SM10	0.33	I J K
M1	0.32	J K
SM2	0.31	K

8. Longueur des stipules (L.S) au sein des populations

Tableau n° 16 : Analyse de la variance pour la longueur des stipules (L.S) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	117211,31	24	4883,80	1416,50	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	1637,70	475	3,45			
Total	118849,01	499				

Tableau n° 17 : Comparaison des moyennes (mm) des longueurs des stipules des plants au sein des populations

Populations	L.S (mm)	Groupes
M4	64.25	A
M12	55.55	B
M17	55.30	C
M21	54.05	D
SM7	53.45	D
M6	51.80	E
M16	50.90	E
M2	49.25	F
M1	48.45	F
M7	48.05	G
M20	40.80	H
M8	40.75	H
M18	38.80	I
M5	38.75	I
SM2	24.95	J
SM13	24.75	J
SM10	24.50	J
SM3	23.10	K
SM17	21.80	L
SM9	20.95	L
SM14	20.50	L
SM15	18.15	M
SM18	17.40	M
SM20	16.10	N
SM1	15.85	N

9. Largeur des stipules (L.G.S) au sein des populations

Tableau n° 18 : Analyse de la variance pour la largeur des stipules (L.G.S) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	902,80	24	37,62	76,03	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	235,00	475	0,49			
Total	1137,80	499				

Tableau n° 19 : Comparaison des moyennes (mm) des largeurs des stipules des plants au sein des populations

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	L.G.S (mm)	Groupes
M1	5.40	A
M21	5.25	A B
M17	4.80	A B C
M4	4.70	B C
M6	4.65	B C
M12	4.55	C
M16	4.45	C
M18	4.45	C
M7	4.35	C
M20	4.25	C
SM7	4.25	C
M2	4.20	C
SM13	4.15	C
M8	3.55	D
M5	3.50	D
SM15	3.35	D
SM14	2.35	E
SM9	1.85	E F
SM10	1.85	E F
SM3	1.80	E F
SM20	1.60	F
SM18	1.60	F
SM2	1.55	F
SM17	1.55	F
SM1	1.50	F

10. Longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (L.I.T) au sein des populations

Tableau n° 20 : Analyse de la variance pour la longueur de l'inflorescence terminale de la tige principale (L.I.T) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	198,29	24	8,26	194,87	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	20,14	475	0,04			
Total	218,43	499				

Tableau n° 21 : Comparaison des moyennes (cm) des longueurs de l'inflorescence terminale des plants au sein des populations

Populations	L.I.T (cm)	Groupes
M7	2.65	A
M8	2.59	A B
M5	2.51	A B C
M17	2.45	B C D
M18	2.44	B C D
M4	2.40	C D
M6	2.32	D
M21	2.08	E
M2	2.02	E F
M16	1.92	F G
SM7	1.83	G H
M1	1.81	G H
M20	1.53	I
SM9	1.49	I
M12	1.44	I
SM13	1.26	J
SM10	1.23	J K
SM2	1.22	J K
SM15	1.08	K L
SM3	1.06	K L
SM1	0.96	L M
SM14	0.96	L M
SM18	0.86	M
SM17	0.83	M
SM20	0.63	N

11. Diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (D.I.T) au sein des populations

Tableau n° 22 : Analyse de la variance pour le diamètre de l'inflorescence terminale de la tige principale (D.I.T) au sein des populations

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	64,25	24	2,68	174,54	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	7,29	475	0,02			
Total	71,53	499				

Tableau n° 23 : Comparaison des moyennes (cm) des diamètres de l'inflorescence terminale des plants au sein des populations

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	D.I.T	Groupes
M4	1.79	A
M5	1.67	B
M17	1.56	C
M8	1.55	C
M21	1.45	D
M18	1.43	D
M6	1.36	D
M20	1.24	E
M16	1.15	E F
M7	1.15	E F
SM2	1.08	F
SM9	1.06	F
SM13	1.06	F
M2	1.04	F
M1	0.95	G
M12	0.94	G
SM1	0.92	G
SM10	0.88	G
SM7	0.80	H
SM3	0.76	H
SM15	0.74	H
SM18	0.65	I
SM14	0.63	I
SM20	0.51	J
SM17	0.44	J

12. Nombre de fleurs par inflorescence non ensachée

Tableau n° 24 : Analyse de la variance pour le nombre de fleurs par inflorescence non ensachée

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	224136,81	24	9339,03	2368,92	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	1872,60	475	3,94			
Total	226009,41	499				

Tableau n° 25 : Comparaison des moyennes pour le nombre de fleurs par inflorescence non ensachée

Populations	N.F.N	Groupes
M21	94.10	A
M8	91.20	B
M17	88.35	C
M18	87.40	C D
M20	86.30	D
M6	84.45	E
M7	84.45	E
M1	82.55	F
M5	82.30	F
M16	81.55	F
M12	72.75	G
M2	72.15	G
M4	66.75	H
SM13	47.50	I
SM14	44.40	J
SM18	43.60	J K
SM3	43.05	J K L
SM9	42.75	J K L
SM1	42.70	J K L
SM2	41.50	L M
SM7	41.40	L M
SM17	41.20	L M
SM20	40.60	M
SM10	37.55	N
SM15	36.25	O

13. Nombre de fleurs par inflorescence ensachée (N.F.E)

Tableau n° 26 : Analyse de la variance pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachée (N.F.E)

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	278562,69	24	11606,78	601,06	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	9172,45	475	19,31			
Total	287735,14	499				

Tableau n° 27 : Comparaison des moyennes pour le nombre de fleurs par inflorescence ensachée

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	N.F.E	Groupes
M17	97.40	A
M6	96.90	A
M7	87.05	B
M8	87.05	B
M5	85.90	B
M21	84.45	B
M4	80.70	C
M16	78.30	C D
M20	75.20	D E
M12	75.10	D E
M1	74.75	D E
M18	72.85	E
M2	56.75	F
SM3	46.55	G
SM1	39.80	H
SM13	39.40	H
SM14	39.30	H
SM9	38.40	H
SM18	37.95	H
SM15	35.95	H I
SM17	34.45	I J
SM7	33.40	I J
SM20	33.20	I J
SM2	31.75	J
SM10	28.80	K

14. Taux de nouaison des inflorescences ensachée (R.F.E)

Tableau n° 28 : Analyse de la variance pour le taux de nouaison des inflorescences ensachée (R.F.E)

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	33699,49217	24	1404,145507	19,034633	5,7931E-55	1,54
A l'intérieur des groupes	35039,76812	475	73,76793289			
Total	68739,26029	499				

Tableau n° 29 : Comparaison des moyennes pour le taux de nouaison des inflorescences ensachée

Populations	R.F.E	Groupes
SM10	43.39	A
SM1	41.67	A
SM15	33.58	B
SM3	31.73	B
SM13	30.04	B C
SM20	29.10	B C
SM18	28.81	B C
SM2	28.57	B C
SM7	28.06	B C
SM9	25.95	B C D
M12	25.87	B C D
M2	25.84	B C D
SM14	25.30	B C D
M4	21.76	C D E
M7	21.41	C D E
SM17	19.14	D E
M18	18.60	D E
M20	18.30	D E
M21	17.58	D E
M17	17.22	D E
M16	15.61	E
M6	15.52	E
M5	15.34	E
M1	13.93	E
M8	13.91	E

15. Nombre de graines par inflorescence non ensachée (N.G.N)

Tableau n° 30 : Analyse de la variance pour le nombre de graines par inflorescence non ensachée (N.G.N)

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	186397,25	24	7766,55	1984,14	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	1859,30	475	3,91			
Total	188256,55	499				

Tableau n° 31 : Comparaison des moyennes pour le nombre de graines par inflorescence non ensachée

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	N.G.N	Groupes
M21	84.30	A
M17	81.30	B
M20	80.10	B C
M18	19.15	CD
M1	77.65	D
M16	77.65	D
M6	72.70	E
M5	71.60	E
M8	67.75	F
M12	64.60	G
M4	55.75	H
M7	54.15	I
M2	51.25	J
SM13	42.20	K
SM18	39.50	L
SM2	37.80	M
SM14	37.45	M
SM9	37.15	M
SM20	37.15	M
SM17	36.40	M
SM3	36.25	M
SM7	36.15	M
SM1	31.50	N
SM15	31.25	N
SM10	25.15	O

16. Nombre de graines par inflorescence ensachée (N.G.E)

Tableau n° 32 : Analyse de la variance pour le nombre de graines par inflorescence ensachée (N.G.E)

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	5187,23	24	216,13	11,31	0,000000	1,54
A l'intérieur des groupes	9080,90	475	19,12			
Total	14268,13	499				

Tableau n° 33 : Comparaison des moyennes pour le nombre de graines par inflorescence ensachée

Populations	N.G.E	Groupes
M12	19.40	A
M7	18.60	A B
M4	17.50	A B C
M17	16.70	A B C D
SM1	16.55	A B C D
M6	15.05	B C D E
M21	14.85	B C D E F
SM3	14.80	B C D E F
M2	14.65	B C D E F
M20	13.45	C D E F G
M18	13.35	C D E F G
M5	13.15	C D E F G
SM10	12.40	D E F G
M8	12.10	E F G
SM15	12.05	E F G
M16	11.95	E F G
SM13	11.80	E F G
SM18	10.95	E F G H
M1	10.35	F G H
SM9	9.90	G H I
SM14	9.85	G H I
SM20	9.20	G H I
SM7	8.95	G H I
SM2	8.80	G H I
SM17	6.45	I

17. Taux de nouaison des inflorescences non ensachée (R.F.N)

Tableau n° 34 : Analyse de la variance pour le taux de nouaison des inflorescences non ensachée (R.F.N)

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	166701,0111	24	6945,875463	446,51156	3,5436E-308	1,54
A l'intérieur des groupes	7389,03797	475	15,55586941			
Total	174090,0491	499				

Tableau n° 35 : Comparaison des moyennes pour le taux de nouaison des inflorescences non ensachées

Evaluation et Structuration de la Variabilité du Complexe d'Espèces *Trifolium squarrosum* L. (Fabaceae), en Algérie

Populations	R.F.N	Groupes
M16	95.16	A
M1	94.07	A B
M20	92.88	A B C
M17	92.05	A B C D
SM20	91.75	A B C D
SM2	91.24	B C D E
M18	90.64	B C D E
SM18	90.59	C D E F
M21	89.59	C D E F
SM13	88.97	C D E F
M12	88.81	C D E F
SM17	88.47	D E F
SM7	87.48	E F G
SM9	87.03	E F G
M5	87.03	E F G
SM15	86.22	F G
M6	86.09	F G
SM3	84.54	F G
SM14	84.40	G
M4	83.61	G
M8	74.31	H
SM1	73.78	H
M2	71.07	I
SM10	67.11	J
M7	64.14	K

Corrélation

Tableau n°36 : Corrélations issues de l'ACP (DDL : 498)

	NR	LGR	LFM	LGF	LIT	DIT	NET	LGE	LS	LGS	RFM	RFN	RFE
NR	1.000												
LGR	-0.258	1.000											
LFM	0.022	-0.167	1.000										
LGF	-0.001	-0.167	0.957	1.000									
LIT	-0.126	-0.025	0.917	0.885	1.000								
DIT	-0.073	-0.127	0.767	0.724	0.863	1.000							
NET	0.042	-0.197	0.232	0.257	0.071	-0.148	1.000						
LGE	-0.128	-0.052	0.634	0.653	0.734	0.806	-0.205	1.000					
LS	-0.043	-0.182	0.913	0.877	0.792	0.655	0.345	0.408	1.000				
LGS	-0.121	-0.257	0.818	0.783	0.738	0.608	0.330	0.423	0.873	1.000			
RFM	-0.097	0.041	-0.127	0.143	-0.088	-0.170	0.201	-0.020	-0.092	-0.130	1.000		
RFN	0.278	-0.222	-0.039	0.049	-0.177	-0.032	0.197	-0.105	0.044	0.156	0.294	1.000	
RFE	-0.105	0.024	-0.688	-0.723	-0.660	-0.539	-0.292	-0.437	-0.609	-0.621	-0.240	-0.387	1.000

Classification hiérarchique

Tableau n°37 : Observation Calculer Récapituler

Observations		Manquantes		Total	
Valide		N	Pourcentage	N	Pourcentage
25	100,0	0	,0	25	100,0

a Carré de la distance Euclidienne utilisé

b Distance moyenne (entre classes)

Tableau n° 38 : Chaîne des agrégations

Etape	Regroupement de classes		Coefficients	Etape d'apparition de la classe		Etape suivante
	Classe 1	Classe 2		Classe 1	Classe 2	
1	10	12	69,545	0	0	3
2	22	25	94,937	0	0	7
3	10	23	161,717	1	0	6
4	7	17	173,647	0	0	12
5	2	20	180,706	0	0	8
6	10	24	206,268	3	0	9
7	4	22	206,965	0	2	8
8	2	4	287,142	5	7	14
9	8	10	293,343	0	6	18
10	16	19	403,907	0	0	11
11	11	16	420,152	0	10	15
12	7	14	441,701	4	0	17
13	13	18	452,211	0	0	16
14	2	21	482,999	8	0	18
15	1	11	596,801	0	11	20
16	5	13	613,397	0	13	19
17	7	15	663,951	12	0	20
18	2	8	902,674	14	9	22
19	3	5	1031,274	0	16	21
20	1	7	1212,566	15	17	21
21	1	3	1887,745	20	19	23
22	2	6	2138,765	18	0	24
23	1	9	4346,939	21	0	24
24	1	2	7576,412	23	22	0