الجمهورية الجزائرية الديمقراطيةالشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة حسيبة بن بو علي بالشلف
Université Hassiba Ben Bouali de CHLEF
معهد الفلا حة
Institut d'Agronomie

THESE

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques
Spécialité : Phytotechnie
Option : Physiologie Végétale

Thème

Contribution à l'étude de la variabilité et de l'héritabilité des caractères des gousses, des graines et de la germination chez le genre *scorpiurus*



Présentée par : Melle **KHOUATMIANI Khadidja**

Devant le jury :

Président de jury :	Mr **DILMI BOURAS A.E.K.** (maître de conférence)
Directrice de thèse :	Mme**. SAIDI F.** (chargé de cours)
Codirecteur :	Mr. **M'HAMMEDI-BOUZINA M.**(chargé de cours)
Examinateurs :	Mr. **BENCHEIKH M.** (maître de conférence)
	Mr. **EL-SHAMAKHANY H.M.** (professeur)

Année Universitaire 2003

SOMMAIRE

INTRODUCTION 01

PREMIÈRE PARTIE : Données Bibliographiques

CHAPITRE I : **VARIATIONS ET HÉRITABILITÉ** 04

1- Les variations 05
1-1 Les différents types de variations 05
1-2 L'origine de la variabilité 06
1-2-1 La variabilité d'origine non héréditaire 06
1-2-2 La variabilité d'origine héréditaire 06
1-2-2-1 Les paramètres intrinsèques 07
1-2-2-2 Les paramètres extrinsèques 09

2- L'héritabilité 10
2-1 L'héritabilité au sens large 11
2-2 L'héritabilité au sens restreint 11
2-3 Les méthodes de calcul de l'héritabilité 11
2-3-1 La méthode de la régression 12
2-3-2 La méthode de l'analyse des composantes de la variance génétique
2-3-3 La méthode de l'héritabilité réalisée 14
2-4 L'héritabilité et progrès génétiques réalisés ou attendus 14
2-5 la signification du coefficient de l'héritabilité 14

CHAPITRE II : **GERMINATION** 16

1- La graine 16
2- La structure de la graine 16
3- La germination des graines 17
4- Les différentes phases de la germination 18
5- La dormance et l'inhibition de la germination 18
5-1 La dormance des graines 19
5-2 L'inhibition de la germination 19
6- La dormance et son origine 19
7- Les différents types de dormances 20
7-1 La dormance primaire 20
7-2 La dormance secondaire 20
8- La levée de la dormance 21
8-1 Les moyens naturels 21
8-2 Les moyens artificiels (pré traitement). 23

9- Les facteurs influençant le comportement germinatif des graines **24**
9-1 Les facteurs endogènes **24**
9-1-1 L'embryon **25**
9-1-2 Le tégument **25**
9-1-3 Le facteur génétique **26**
9-2 Les facteurs exogènes **26**
9-2-1 Les conditions agroclimatiques **27**
9-2-2 Les conditions de la pré récolte et de la récolte **27**
9-2-3 Les conditions de la germination **28**
9-2-4 La longévité des graines **31**

DEUXIÉME PARTIE : Etude expérimentale

MATERIELS ET METHODES **32**

1- Matériels **32**
1-1 La présentation du matériel végétal **32**
1-1-1 Les caractéristiques morphologiques **33**
1-1-2 L'aire de la répartition géographique du genre *Scorpiurus* **35**

2- Méthodes **38**
2-1 Etude des caractères des gousses et des graines **38**
2-1-1 Paramètres mesurés **38**
2-2 Essai de la germination des graines **39**
2-2-1 Paramètres mesurés

3- Les analyses statistiques **40**
3-1 L'étude de la variabilité des gousses, des graines et de la germination **40**
3-2 L'estimation de l'héritabilité **41**

4- Les méthodes de l'estimation de l'héritabilité **41**

RESULTATS ET DISCUSSION **42**

1- Résultats **42**
1-1 **La variabilité intra spécifique des caractères quantitatifs des gousses et des graines** **42**
1-1-1 Poids moyen d'une gousse **42**
1-1-2 Poids de mille graines **44**
1-1-3 Rapport : Poids des graines sur le poids des gousses **47**
1-1-4 Nombre moyen de graines par gousse **50**
1-1-5 Nombre de graines saines par gousse **53**
1-1-6 Nombre de graines échaudées par gousse **55**
1-1-7 Nombre de graines bruchées par gousse **57**

1-2 La variabilité des paramètres relatifs à la germination
1-2-1 Graines intactes (non scarifiées) **60**
1-2-1-1 Taux de graines dures **60**
1-2-2 Graines scarifiées **62**
1-2-2-1 Taux de germination au 5ème jour **62**
1-2-2-2 Taux de germination au 10ème jour **64**
1-2-2-3 La vitesse de germination **67**
69

1-3 Corrélations
1-3-1 Les relations entre les caractères testés **70**
1-3-2 Relations entre les caractères testés et les facteurs du milieu d'origine des populations étudiées (altitude et pluviométrie) **72**
1-3-2-1 Chez *S. m. ssp sulcatus* **72**
1-3-2-2 Chez *S. m. ssp subvillosus* **72**
1-3-2-3 Chez *Chez S. vermiculatus* **73**
73

1-4 L'analyse factorielle des correspondances
1-4-1 Chez le genre *Scorpiurus* **73**
1-4-2 Chez *S. vermiculatus* **76**
1-4-3 Chez *S. muricatus* **78**
1-4-4 Chez *S. m. ssp sulcatus* **82**
1-4-5 Chez *S. m. ssp subvillosus* **82**

1-5 Héritabilité
1-5-1 Chez *S. vermiculatus* **85**
1-5-2 Chez *S. m. ssp sulcatus* **86**
1-5-3 Chez *S. m. ssp subvillosus* **88**

2- Discussion générale **88**

CONCLUSION GENERALE **106**

ANNEXES.

Références bibliographiques

INTRODUCTION

L'importance économique de la culture fourragère et sa valeur en tant que maillon principal dans la chaîne de développement de l'élevage nécessitent une réflexion particulière. En effet, les fourrages constituent un véritable apport améliorateur en quantité et en qualité de l'aliment du cheptel. Cependant, l'aliment fourrager n'est pas encore apprécié à sa juste valeur par nos agriculteurs. Lorsque certains agriculteurs donnent du fourrage à leur cheptel, il n'est apporté en vert que lorsque le pâturage est possible.

En effet, en Algérie, les ressources fourragères sont dominées par l'apport des prairies naturelles et les jachères fauchées et pâturées. Les fourrages verts, plus nutritifs et plus énergétiques, ne sont pratiquement pas cultivés. Ils n'entrent que pour une très faible part dans l'alimentation du cheptel. Ceci a pour conséquence une diminution de la production du lait et une production aléatoire en viande (**ABDELGUERFI, 1987**).

Les fourrages cultivés occupent une sole faible ne dépassant pas 6 % de la S.A.U. totale du pays (7.6 millions d'hectares). Ils sont eux même dominés par les fourrages secs, c'est-à-dire sous forme de foin : vesce avoine et particulièrement l'avoine fourrager (**HAMADACHE**, **2001**).

Les fourrages consommés verts occupent environ 20 % de la sole des fourrages cultivés. Il s'agit de l'orge en vert, du bersim, de la luzerne et du sorgho fourrager (**HAMADACHE**, et **al. 1998**).

Par ailleurs, les agriculteurs ignorent complètement que le fourrage consommé en vert ou conservé sous forme d'ensilage est plus riche en UF que s'il est consommé en sec.

En outre, la production fourragère, en Algérie, se heurte à de grands problèmes dont souffre l'agriculteur et sont pour la plupart d'ordre technique, et manque de moyens. Toutefois, le facteur naturel qui est la pluviométrie représente le paramètre le plus décisif quant à la productivité des grandes cultures de façon générale. En effet notre pays a connu cette dernière décennie une diminution globale des pluies avec une perturbation dans sa répartition dans le temps et dans l'espace, d'où les faibles rendements enregistrés.

La pluviométrie constitue un vrai obstacle qui entrave l'extension des superficies et l'intensification des cultures fourragères. En plus, les terres réservées à la culture fourragère sont souvent des terres que les agriculteurs évitent d'irriguer à cause du coût de la production. Celui ci est sensiblement élevé comparativement au rendement obtenu en fin de campagne.

Cependant, tout effort d'intensification des productions animales implique une intensification parallèle, soit des méthodes de gestion des ressources naturelles, soit de la production fourragère par le biais de la sélection, de l'amélioration ou de l'introduction d'espèces testées qui ont montré une haute performance sous d'autres milieux (**TEDONKENG PAMO**, al.**1977**).

La prospection effectuée par l'INA en 1982 à travers toute l'Algérie septentrionale a puisé dans la diversité phytogénétique de notre pays. Elle nous a offert une importante collection de population appartenant au genre *Scorpiurus*. Ce dernier est une plante fourragère spontanée si prometteuse. Elle est représentée par deux espèces: *S. vermiculatus* et *S. muricatus*. Cette plante pourra dans l'avenir contribuer à pallier le déficit alimentaire, du moins en quantité dont souffrent nos cheptels.

Le genre *Scorpiurus* présente un intérêt particulier grâce à son double rôle; écologique et agronomique. Cette plante, en tant que légumineuse, peut contribuer à l'amélioration de la fertilisation azotée, grâce aux nodules qui se développent sur les racines. Ces nodules permettent la fixation biologique de l'azote comme conséquence de l'association entre eux et des bactéries fixatrices d'azote. C'est une plante qui se caractérise par son gain d'azote qui en fait un aliment riche en protéine destinées à l'alimentation du cheptel (**ABDELGUERFI**, **1988**). Ainsi, elle réduit l'utilisation de la fertilisation synthétique. Elle protège le sol de l'érosion par sa végétation à port étalé permettant son bon recouvrement (**M'HAMMEDI – BOUZINA**, et al., **1989a).**

Du point de vue agronomique, **GOUMIRI**, et **al.** (**1989**) rapportent que les deux sous espèces appartenant à l'espèce *S. muricatus*, en l'occurrence *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus* présentent des teneurs en MAT les plus élevées par rapport à certaines espèces de *Hedysarum* et *Onobrychus.*

D'autre part l'espèce *S. vermiculatus* produit des quantités importantes de gousses et de graines, **M'HAMMEDI-BOUZINA**, (**1989 a**) pense que son utilisation comme concentré pour le bétail est envisageable.

Certaines populations du genre *Scorpiurus* ont fait l'objet de nombreuses études. Il semble qu'elles ont plus d'avenir, au niveau des pâturages, étant donné l'importance du recouvrement en largeur qui les caractérise (**BENSALEM,** et **al. 1989**). Le genre *Scorpiurus* a une place de choix du fait de son adaptation à toutes les régions du Nord de l'Algérie (**M'HAMMEDI- BOUZINA,** et **al. 1989 a**). Particulièrement la sous espèce *S. m. ssp sulcatus* se rencontre sur différents types de sols et dans une large gamme de microclimats (**BENSALEM**, et **al. 1988**).

L'étude de la variabilité des plantes du genre *Scorpiurus* a suscité d'assez nombreux travaux. Toutefois, l'origine de cette variabilité n'en est pas pour autant totalement élucidée. Néanmoins, de nombreuses données permettent de penser que cette variabilité peut être due aux facteurs du milieu d'origine des populations. Le problème de la non germination des graines des population testées de ce genre persiste toujours, la scarification peut être le meilleur atout pour résoudre cette difficulté.

D'autre part, personne ne peut nier l'importance de la graine. Elle assure plusieurs rôles à la fois. Il s'agit du lien entre générations, le maintien de l'espèce, sa perpétuité et sa propagation. L'étude des plantules obtenues par voie sexuée a souvent montré qu'elles sont dépendantes de l'état de la graine, entre autres, des états sanitaire et physiologique, et de sa conservation. En effet, dès 1919, KIDDO et WEST, constatent que les conditions qui règnent pendant les premiers stades de la germination ont une influence sur la croissance de la plante (**PERRINO** et **CÔME**, **1979**). D'où l'intérêt que nous avons porté à l'étude des caractères agronomiques des gousses et des graines, et des caractères physiologiques (la germination des graines) se rapportant à cet organe si précieux .

Le genre *Scorpiurus* a fait l'objet de nombreux travaux de caractérisation. Seulement, peu d'études se sont intéressées à l'estimation des paramètres génétiques.

L'objectif de ce travail est de quantifier la variabilité dans le genre *Scorpiurus* et de déterminer les effets des principaux facteurs non génétiques et génétiques qui peuvent l'influencer.

Dans un premier lieu, nous présentons l'étude de la variabilité au niveau de l'espèce et des populations. Ceci est observé chez trois générations successives GI, GII, GIII, de chaque espèce et sous espèce. Ces observations concernent les caractères liés aux gousses, aux graines et à la germination. Nous présentons également les relations qui lient ces caractères entre eux, dans chaque génération, de chaque espèce et sous-espèce.

En second lieu, nous envisageons de déterminer l'origine de cette variabilité. Pour ceci nous considèrerons :

- Les relations existantes entre les facteurs du milieu d'origine (Altitude et Pluviométrie) des populations étudiées et les caractères pris en compte.
- L'estimation:
  - des coefficients d'héritabilité ainsi que les coefficients de détermination entre les générations (GII-GI) et (GIII-GII) pour tous les caractères étudiés. Dans le but de déterminer la part de la variation génétique dans la variabilité totale observée .
  - des corrélations entre les générations; pour chaque caractère avec son correspondant dans la génération suivante.
- Déduction des causes du retard de la germination des graines.

CHAPITRE I
VARIATIONS ET HÉRITABILITÉ

L'unique voie permettant aux sélectionneurs de faire un bon choix du matériel de départ est l'apparence morphologique. Elle permet de réaliser une sélection efficace. Ainsi, il est impératif d'apprécier les caractères recherchés dans le phénotype des individus de la population prise en compte.

L'importance de la transmission d'un caractère des parents aux descendants pose dans les domaines de l'amélioration génétique et de la sélection, de nombreuses difficultés. Elles sont dues à la variabilité du phénotype sous l'effet de la complexité de l'expression du génotype sous l'influence du milieu.

D'ailleurs, un phénotype est le résultat des interactions entre les facteurs du milieu ambiant, et du génotype de l'individu qui y vit. Pour un même génotype et en présence de milieux différents, on peut rencontrer des phénotypes variés. En outre, les mesures prises sur un caractère phénotypique donné, ne sont que, des appréciations de performance du génotype vis-à-vis d'un milieu quelconque. Ces mesures ne permettront sous aucune circonstance d'évaluer avec précision le génotype d'un individu.

Cependant, pour que les sélectionneurs puissent parvenir aux résultats attendus, ils seront amenés à pousser plus loin les analyses et à rechercher de nouveaux caractères agro-économiques intéressants.

Dans la nature, la variabilité détectable entre les organismes représente pour les sélectionneurs une source inépuisable, et sans cesse renouvelable. Les divers mécanismes héréditaires et non héréditaires maintiennent cette variabilité.

1- Les variations

L'observation a montré aux botanistes que les plantes qui appartiennent à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres. LINNE reconnaissait déjà l'existence d'une telle variabilité mais il l'interprétait en fonction de l'action du milieu. Depuis la redécouverte des lois de Mendel vers 1900, l'étude de la variation intra-spécifique s'est trouvée pleinement justifiée (**BIDAULT**, **1971**). Cette variation est devenue fondamentale pour les améliorateurs et les sélectionneurs.

La variabilité : c'est la propriété qu'a un groupe d'individus appartenant à la même espèce ou population, de présenter pour un même caractère et dans un milieu donné, des valeurs individuelles et différentes. Ces valeurs sont mesurables dans le cas des caractères quantitatifs. Elles sont descriptives dans le cas des caractères qualitatifs.

1-1 Les différents types de variations :

La variation peut-être du type continu ou discontinu.

La variation continue: touche les caractères quantitatifs qui ont un intérêt économique tel que le rendement et la taille des plantes. Ces caractères dépendent des conditions du milieu ambiant. En effet, il est généralement impossible dans le domaine des caractères quantitatifs de répartir les individus en catégories tranchées (**LAMOTTE**, **1968** et **STASFIELD**, **1984**).

La variation continue est caractérisée par une loi dite de distribution du caractère. Cette loi peut-être représentée le plus souvent par une courbe en forme de cloche (**BLAIN**, **1950a** et **LAMOTTE**, **1968**). C'est-à-dire une courbe de distribution normale.

La courbe d'une distribution normale est définie par :

- La moyenne arithmétique des n observations :

$$x_0 = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{n}} \Sigma x$$

qui définit son sommet.

- La variance:

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma (x - x_0)^2}{n - 1} = \frac{\Sigma d^2}{n - 1}$$

qui mesure la dispersion autour de la moyenne

- L'écart type ***:*** σ; désigné selon les auteurs sous le nom de déviation standard ou erreur standard, il représente la racine carré de la variance $\sqrt{\sigma^2}$

- Le coefficient de variation C. V., est défini par le rapport:

$$C.V. = \frac{\text{Déviation standard}}{\text{Moyenne}} \times 100$$

Lorsque ce coefficient s'abaisse, la régularité et la sécurité des résultats augmentent. (**DE MOLON**, **1968**; **LAMOTTE**, **1968**; **BLAIN**, **1950b**)

Si la distribution est anormale, on peut conclure qu'il existe une hétérogénéité du matériel étudié, c'est à dire l'intervention de causes non imputables au hasard (**DE MOLON**, **1968**).

La variation discontinue: est repérée au niveau des caractères mendéliens, dit qualitatifs. Ces caractères sont facilement descriptifs que mesurables. Ils permettent une classification en phénotypes bien séparés (**STASFIELD**, **1984**), telle que la couleur des fleurs.

Les caractères quantitatifs et qualitatifs s'opposent par le nombre de gènes qui les déterminent et par le rôle de l'environnement dans la réalisation du phénotype (**STASFIELD**, **1984**).

Plusieurs auteurs rapportent que les caractères qualitatifs sont déterminés par un nombre de gènes très réduit. Les caractères quantitatifs, par contre, dépendent d'un très grand nombre de gènes, entre 10 à 100 et plus. A la différence des caractères qualitatifs, chaque gène participant dans le déterminisme du phénotype joue un rôle important et très discret, que même les méthodes mendéliennes ne peuvent pas le mettre en évidence. En plus, pour la plupart des caractères quantitatifs, la variabilité phénotypique observée est due pour la plus grande part à l'effet de l'environnement. La variabilité phénotypique observée pour des caractères qualitatifs, dépend des effets de gènes indépendamment des conditions de l'environnement.

1-2 L'origine de la variabilité

Chez un organisme, la variabilité d'un caractère peut avoir deux origines :Une origine non héréditaire et une origine héréditaire.

1-2-1 La variabilité d'origine non héréditaire

Elle est appelée variabilité de modification par **POLIANSKY** (**1986**), variabilité fluctuante par **LAMOTTE** (**1968**)**,** ou variation phénotypique par **BIDAULT** (**1971**).

Pour ce type de variabilité, les divers caractères de l'organisme se modifient différemment sous l'influence du milieu ambiant. Certains d'entre eux sont très plastiques et variables. D'autres sont moins variables. Enfin, il existe d'autres caractères qui peuvent être très peu modifiés par les conditions du milieu (**POLIANSKY**, **1986**). Les performances d'êtres vivants, en particulier, celles de l'espèce étudiée, peuvent aussi être utilisées pour caractériser un milieu (**GALLAIS**, **1990**).

D'autre part, le phénotype d'un individu est le résultat d'un développement sous l'effet de l'action réciproque du génotype et du milieu ambiant. Ainsi, l'apparition d'une variabilité phénotypique sous l'effet du changement du milieu environnant, sans modification du génotype, est appelée variabilité non héréditaire.

1-2-2 La variabilité d'origine héréditaire

Outre les variations non héréditaires, il y a d'autres formes de variations. Elles touchent le génotype. C'est une variation héréditaire. En effet, la constitution génomique d'une population n'est pas stable. Elle est modifiable sous l'effet de divers facteurs, aboutissant à de nouvelles formations génétiques différentes de leurs ancêtres.

Les variations génotypiques dépendent de deux paramètres : les paramètres intrinsèques et les paramètres extrinsèques

1-2-2-1 Les paramètres intrinsèques

Au moment de la transmission des gènes d'une génération à sa descendance, dans certains cas, il se peut que certains facteurs intrinsèques interviennent et modifient les structures génétiques de la population.

De façon générale, ces facteurs peuvent apparaître au moment de la fécondation ou la fusion des deux gamètes des parents mâle et femelle. Ils interviennent durant le cycle accompli par la génération fille. Ces facteurs peuvent être : des mutations, des ségrégations et recombinaisons, ou bien des hybridations et introgressions.

Mutation : Les mutations sont des modifications aléatoires brusques et héréditaires de l'information génétique, affectant l' ADN lors de la réplication.

Il existe deux types de mutations; la mutation ponctuelle et la grande mutation : La première entraîne la modification d'un très court segment d'ADN. La seconde affecte un grand nombre de nucléotides, un gène entier ou même implique tout un chromosome ou un ensemble de chromosomes.

En pratique, on distingue généralement les mutations géniques, les mutations chromosomiques, les mutations génomiques et les mutations cytoplasmiques.

Les mutations géniques sont des changements minimes dans la structure et les propriétés héréditaires d'un seul gène ou d'un petit nombre de gènes (**BIDAULT**, **1971**). Ces modifications peuvent être :

- Des substitutions : un nucléotide est substitué par un autre, soient par transition : exemple une pyrimidine remplace une pyrimidine, ou par transversion : exemple une purine remplace une pyrimidine et vice - versa.
- Des délitions : qui s'expriment par la suppression d'une séquence ou d'un nucléotide.
- Des insertions : caractérisées par l'ajout d'une séquence ou d'un nucléotide supplémentaire.
- Des modifications par réarrangement : elles peuvent faire apparaître de nouveaux phénotypes, suite à des modifications du locus d'un gène en fonction de " l'effet position " (cis ou trans.). Un gène est ainsi transformé en un gène allèle dont la structure et la fonction sont modifiées.

Les mutations chromosomiques sont des changements dans la structure ou dans le nombre des chromosomes (**BIDAULT**, **1971**). Il en existe deux types. Elles peuvent entraîner soit des changements structuraux ou des changements numériques des chromosomes.

- Changements structuraux des chromosomes: bien que les chromosomes soient des éléments relativement stables, ils peuvent subir des changements structuraux brusques qui contribuent dans une large mesure à la diversification des végétaux (**BIDAULT**, **1971**). Ces modifications sont de plus grandes amplitudes. Elles se traduisent par des pertes de matériel génétique ou par des réarrangements des séquences de gènes. Elles peuvent-être : des délitions, des inversions ou des translocations. Plusieurs auteurs rapportent que, les inversions et les translocations sont plus répandues et leur rôle dans la variabilité des populations est bien connu.

- Un changement du nombre de chromosomes : constitue un groupe de mutations à part. Elles se rapportent à l'apparition de chromosomes supplémentaires ou à la perte de certains (**POLIANSKY**, **1986**). Le premier cas entraîne une polysomie et le second provoque une nullisomie. Le fonctionnement physiologique est plus ou moins perturbé en fonction du chromosome concerné.

Les mutations génomiques sont des modifications du degré de ploïdie. Le génome constitue l'ensemble des chromosomes rencontré dans les gamètes. La plus recherchée dans ce type de modifications est la polyploïdie.

La polyploïdie : apparaît à la suite de troubles des processus de la division cellulaire (Mitose ou méiose) entraînant une augmentation multiple du nombre de chromosomes. Dans la nature, ce phénomène se rencontre le plus souvent chez les végétaux.

Selon (**STEBBINGS, 1947** in **BIDAULT**, **1971**), en fonction de l'origine et la constitution génomique, on distingue habituellement 04 grandes catégories de polyploïdes : les auto polyploïdes, les allopolyploïdes segmentaires, les allopolyploïdes vrais et les auto allopolyploïdes. Néanmoins (**CLAUSEN ; KECK** et **HISSEY**, **1945,** in **BIDAULT**, **1971**) utilisent le terme amphiploïde pour désigner l'ensemble des allopolyploïdes .

Plusieurs auteurs rapportent que la polyploïdie a un effet sur les caractéristiques morphologiques des organismes. En effet, dans la plupart des cas, on a montré qu'elle est corrélative d'un accroissement des dimensions des cellules et des organes, accroissement qui se traduit par un gigantisme général

Il est également reconnu que le cytoplasme a un rôle dans l'hérédité. Ce rôle est affecté à certains organites cytoplasmiques. Il s'agit essentiellement des mitochondries et chloroplastes. Ces deux organites contiennent un matériel génétique semblable à celui du noyau. En plus, ils peuvent-être transmis à la descendance.

On distingue deux sortes de mutations suivant l'agent qui est à l'origine: les mutations spontanées et les mutations induites

- Mutations spontanées : peuvent-être produites d'une façon spontanée par un facteur de l'environnement.

- Mutations induites : sont des mutations provoquées par l'action des mutagènes chimiques (colchicine) et physiques (Rayons X).

Lorsque les mutations se produisent au niveau des cellules sexuelles, elles sont transmissibles à la descendance et persistent dans les générations qui succèdent jusqu'à ce qu'elles-mêmes subissent d'autres mutations. Quand les mutations affectent les cellules somatiques, la descendance ne sera pas touchée par ces mutations.

De façon générale les mutations peuvent affecter les caractères morphologiques et physiologiques les plus diverses de l'organisme.

Ségrégations et Recombinaisons

Les ségrégations et recombinaisons ont été mises en évidence et analysées par Mendel en 1866 sur des hybrides entre diverses variétés de *Pisum sativum L.*, puis redécouvertes simultanément par plusieurs auteurs : Correns, 1900 ; Tschermak 1900 et Devries 1900 **(BIDAULT**, **1971)**

Les recombinaisons de gènes par croisement peuvent aussi être à l'origine de la variation héréditaire. La recombinaison est la possibilité pour les chromosomes maternel et paternel d'échanger des segments au moment de la formation des gamètes (**VEUILLE, 1992**). En effet, au moment de la méiose, les chromosomes paternel et maternel vont subir une disjonction (ségrégation) puis une recombinaison deux à deux d'une façon aléatoire. Ensuite, ils se répartissent sur les cellules filles haploïdes. Au cours de la prophase de la méiose, les chromosomes paternel et maternel s'entrecroisent (phénomène du " crossing-over ") en divers points " chiasmas" et échangent des segments. Il y a donc aussi des recombinaisons de segments de chromosomes (**BIDAULT**, **1971**).

Hybridation, Introgression

D'après plusieurs auteurs, le phénomène de l'hybridation introgressive ou introgression est décrit comme étant un croisement en retour d'un hybride F1 ou F2 avec l'un ou l'autre des parents appartenant aux deux sous-espèces.

Les recombinaisons et ségrégations génétiques aboutissent au transfert d'une partie du matériel génétique d'une sous espèce dans l'autre.

Système de Reproduction des Végétaux: (Allogamie, Autogamie, Apomixie)

Le système de reproduction a une très grande influence sur la variabilité des végétaux. En effet, les recombinaisons et ségrégations génétiques qui se produisent au moment de chaque réalisation d'un cycle de reproduction peuvent influencer la variabilité d'un organisme.

L'autogamie ne favorise pas la variabilité alors que l'allogamie est considérée comme une source de variation. L'apomixie, signifie que la multiplication des organismes est asexuée. La variabilité chez les organismes apomitiques est moins importante que celle dans les populations sexuées.

1-2-2-2 Les paramètres extrinsèques

L'effet de l'action exogène sur la variabilité est affecté à l'action de la sélection naturelle. En effet, selon la théorie que formula Darwin en 1859, suivant les conditions du milieu environnant, les individus qui y vivent peuvent subir l'action d'une sélection naturelle. Celle ci cause un changement progressif au fil du temps et entraîne l'apparition de nouvelles espèces.

Une période de 113 ans sépare la formulation de la théorie de la sélection naturelle par Charles Darwin en 1859, de la 1ère mesure de son impact global sur le génome d'une espèce (**VEUILLE**, **1992**).

Bien qu'elle ait obtenue un grand succès au moment de sa formulation, la théorie de la sélection naturelle fut rapidement remplacée par la " théorie mutationniste " de Vries en 1901. Cette dernière est, notons-le, contemporaine de la redécouverte des lois de Mendel par Correns, DE VERIES et TSCHERMAK en 1900 (**BIDAULT**, **1971**). Après 1930, lorsque les généticiens des populations proposèrent les 1ère équations mathématiques décrivant, en théorie, l'effet de la sélection naturelle sur l'évolution des espèces, la théorie de la sélection naturelle revint en vogue (**VEUILLE**, **1992**).

2- L'héritabilité

Pour le sélectionneur, il ne suffit pas d'avoir une disponibilité en variabilité dans le matériel pris en compte. Mais il est indispensable de comprendre la structure de cette variabilité pour gérer efficacement et orienter son utilisation en sélection. Pour se faire, la connaissance de la part de la variabilité génétique dans la variabilité totale estimée pour un caractère observé est la base de toutes les manipulations de sélection. En effet, la sélection sera d'autant plus facile que la part de la variabilité due au milieu présente dans la variabilité totale observée sera faible (**LECOCHEC**, **1972**). Pour répondre à ce genre de préoccupation il suffit d'estimer l'héritabilité du caractère recherché dans le matériel étudié.

L'héritabilité: c'est un nombre résultant d'une analyse de variance. Elle prétend estimer dans l'échantillon étudié la part de la variabilité d'origine génétique (**JACQUARD** et **SERRE**, **1977**) ; de savoir si les différences observées entre individus proviennent de variation dans la constitution génétique des plantes ou sont liées au facteur du milieu (**DEMARLY**, **1977**). Elle est symbolisée par la lettre H ou h^2 selon les auteurs. Ce paramètre caractérise pour un caractère quantitatif donné, l'aptitude des parents à transmettre leurs qualités à leurs enfants, selon un système de reproduction déterminé (**GALLAIS**, **1973**). En effet, l'efficacité de la sélection sur des caractères quantitatifs (c'est-à-dire la facilité avec la quelle le caractère observé se transmet à la descendance) dépend du système de reproduction et des effets génétiques (**LECOCHEC**, **1972**).

L'héritabilité peut être définie de deux façons; l'héritabilité au sens large et l'héritabilité au sens étroit :

2-1 L’ héritabilité au sens large

Elle est applicable dans le cas où un choix des reproducteurs est réalisable préalablement. Elle s’exprime par le rapport :

$$h^2 = \frac{\text{Variance génétique}}{\text{Variance phénotypique}}$$

Elle représente la proportion de la variabilité totale observée due à la variabilité génétique (**LE COCHEC**, **1972**). Dans ce type de l’héritabilité, on rencontre la variabilité due à tous les types d’actions de gènes: additivité, dominance et épistasie.

2-2 L’ héritabilité au sens restreint

Elle est applicable dans la mesure où on fait reproduire entre eux des génotypes choisis. Elle s’exprime par le rapport:

$$h^2 = \frac{\text{Variance génétique additive}}{\text{Variance phénotypique}}$$

Elle représente la part de la variabilité totale observée due à la composante additive de la variabilité génétique.

En ce qui concerne l’héritabilité au sens étroit; pour FALCONER et ROBINSON en 1930 cette définition est la seule qui devrait porter le nom d’héritabilité (**LE COCHEC, 1972**).

Contrairement à l’héritabilité au sens large, l’héritabilité au sen étroit comprend la variabilité due à l’action des gènes additifs seulement.

2-3 Les méthodes de calcul de l’héritabilité

Différents auteurs ont proposé plusieurs méthodes pour calculer l’héritabilité. Chaque méthode nécessite une définition des hypothèses de départ. Ces définitions sont établies à partir d’une connaissance préalable des conditions de l’expérimentation, du mode de reproduction de la plante, de l’aspect théorique du modèle génétique impliqué et du système de sélection.

2-3-1 La méthode de la régression

Elle est utilisée pour définir l'héritabilité au sens étroit, la formule proposée est :

$$h^2 = \frac{2\ COV\ op}{\sigma^2\ P} = 2\ b\ op$$

COVop: étant la covariance de la descendance et des parents
$\sigma^2 p$: la variance du parent
bop: la régression de la descendance sur le parent

Pour (**SIMMONDS**, **1979** ; **FERNANDEZ** et **MILLER 1985**, in **COHAT**, **1985**), le coefficient de régression caractérise le degré de ressemblance entre enfants et parents.

Dans les populations allogames, l'héritabilité d'un caractère au sens étroit est donc égale à deux fois la régression de la valeur moyenne de la descendance à la valeur du parent connu (**LE COCHEC**, **1972** ; **DEMARLY**, **1977** ; **ECOCHARD** et **al. 1979**).

Chez les plantes autogames, d'après **LE COCHEC** (**1972**), une généralisation de la formule de régression a été proposée par MAHMOUD et KRAMER en 1951 :

$$h^2 = \frac{\overline{x}}{\overline{y}}\ x\ b_{YX}\ x\ 100$$

$\overline{x}$ = moyenne de la génération la moins avancée
$\overline{y}$ = moyenne de la génération la plus avancée

Cependant, d'après plusieurs auteurs, l'effet du milieu est inévitable. Des estimations de l'héritabilité peuvent atteindre des valeurs supérieures à 1. **LE COCHEC** (**1972**), rapporte que pour éliminer cet effet, FREY et HORNER en 1957 ont proposé de calculer le coefficient de corrélation au lieu de calculer le coefficient de la régression. Ceci leur a permis d'éliminer une partie de l'interaction milieu X génotype qui persiste dans la méthode de la régression et h^2 devient :

$$H = r\ F2/F3 = \frac{Cov\ F3/F2}{\sqrt{VF2\ VF3}}$$

rF2/F1= corrélation parent - enfant
COV F2/F3 = covariance parent -enfant
VF2 et V F3 = variances.

L'utilisation de la méthode de régression et celle de la corrélation a conduit les auteurs aux déductions suivantes :

- D'après **LE COCHEC** (**1972**), quand les résultats de l'estimation de l'héritabilité obtenus par les deux méthodes (de la régression et de la corrélation) sont égaux, ceci implique que la variance phénotypique des deux générations est égale.
- La variance due à la dominance tend à rendre les héritabilités estimées obtenues par le coefficient de corrélation supérieures à celles obtenues par le coefficient de régression (**LE COCHEC**, **1972**).

2-3-2 Les méthodes de l'analyse des composantes de la variance génétique

Cette méthode consiste à faire une analyse des différentes variances qui composent la variance génétique entre autres, la variance de la dominance et celle de l'additivité.

Le modèle proposé par FISHER décompose la mesure du caractère en :

- termes additifs (représentant l'effet additif direct de chacun des gènes) ;
- terme de dominance (effets d'interaction entre gènes d'un même locus) ;
- terme d'épistasie (effets d'interaction entre gènes de locus différents) ;
- termes d'interactions plus complexes ;
- termes d'influence environnementale.

Dans ce modèle " purement statistique " où par construction, les termes de dominances sont minimisés. Chacun des termes est une variable aléatoire dont on peut calculer la variance (**JACQUARD** et **SERRE**, **1977**).

La variance totale phénotypique d'un caractère, s'exprime grâce à « l'analyse de variance » en une somme de composantes correspondant au diverses causes de variabilité:

$$\mathbf{Vp= VG+VE+VGE}$$

VG = variance génétique; regroupant la variance additive, variance de dominance et la variance d'épistasie

$$\mathbf{VG= VA+VD+VI}$$

VE = variance due à l'environnement

VGE = variance due à l'interaction entre le génotype et l'environnement

Cette méthode est la plus utilisée. Elle correspond aux héritabilités au sens large et au sens restreint.

Selon **LE COCHEC** (**1972**), plusieurs auteurs ont mené de nombreux travaux dans le but de décrire et de discuter les méthodes utilisées pour l'analyse de ces variances. Ils ont également précisé, suivant le type de la reproduction, les conditions nécessaires pour leur bonne estimation.

Les tableaux n° 01 et 02 en ANNEXE I, résument respectivement :

❖ la partition de la variance génétique en une composante additive et une composante de dominance au cours des générations successives d'autofécondation.

❖ La répartition de la covariance génétique plante mère / plante fille en une composante de dominance au cours des générations successives d'autofécondation.

2-3-3 La méthode de l'héritabilité réalisée

Un calcul direct de l'héritabilité peut-être fait comme suit :

$$h^2 = \frac{R}{S}$$

-R= Réponse à la sélection;
-S= Différence en sélection (**FALCONER 1960**, in **LE COCHEC, 1972**).

2- 4 L' héritabilité et le progrès génétique réalisé ou attendu

La formule générale de prédiction du progrès génétique est la suivante:

$$G = K\sigma ph\ H$$

K= étant la différence en sélection exprimée en unité d'écart type;
σph = l'écart type des variations observées

H = l'héritabilité

Le progrès génétique attendu dépend de trois paramètres principaux:
- le nombre de caractères pris en compte
- la méthode de la sélection utilisée
- le mode de la reproduction du matériel étudié

Selon les auteurs, d'autres paramètres peuvent intervenir, entre autre, le degré de la ploïdie. De ce fait, plusieurs formules ont été proposées en fonction que le matériel répond à telle ou à telle conditions.

2-5 La signification du coefficient de l'héritabilité

Le degré de signification du coefficient de l'héritabilité diffère de certains auteurs à d'autres. En effet, il n'existe pas actuellement de définition précise de la haute ou de la faible héritabilité (**STASFIELD**, **1984**). Cependant, et de façon générale deux types d'intervalles de significations sont utilisés.

1er type :

h^2 >0.5	⟶	grande héritabilité
h^2 =0.2 – 0.5	⟶	héritabilité moyenne
h^2 < 0.2	⟶	faible héritabilité

C'est ce type qui est le plus utilisé actuellement, surtout en zootechnie.

2eme type :

h^2 =5 à 10 P.100	⟶	faible héritabilité (rendement);
h^2 =10 à 30 P. 100	⟶	héritabilité moyenne (composantes du rendement, la taille, les caractères de qualité;
h^2 = 30 à 60 P.100	⟶	héritabilité élevée (les caractères de maturité et de composition chimique).

Le 2ème type est très peu utilisé.

CHAPITRE II

LA GERMINATION

Avant d'entamer le sujet de la germination des graines, une présentation de l'organe en question s'impose.

1- La graine

La graine est un organisme unique, souvent pourvue de sa propre méthode de dispersion. Elle contient en elle-même une plante a l'état embryonnaire, lien entre les générations, capable de se développer dans des conditions spécifiques (**BOYCE, 1992).** Elle représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondée (**COME, 1970**). En effet, la graine, c'est la forme sous la quelle sont détachés et dispersés les jeunes embryons issus des phénomènes sexuels intra ovulaires (**AUGIER** et **al. 1982**).

2- La structure de la graine

De manière générale, plusieurs auteurs rapportent que du point de vue anatomique, la graine se compose essentiellement de l'amande entourée par le tégument.

- L'amande représente l'ensemble de l'embryon et l'albumen: l'embryon est l'élément actif de la graine. Il résulte du développement de l'œuf obtenu grâce à une fécondation entre l'oosphère et un gamète mâle. L'albumen ou l'endosperme est une masse cellulaire qui dérive de l'œuf secondaire. Il est le résultat de l'union de deux gamètes femelles fusionnés entre eux et avec un seul gamète. Son rôle principal est de nourrir l'embryon .

- Le tégument est constitué par les enveloppes de la graine, dont le rôle est d'entourer et de protéger l'embryon et l'albumen.

Lorsque l'embryon a atteint une taille de 1 mm à 1 cm (le ou les cotylédons sont ordinairement visibles), il se déshydrate progressivement et passe à l'état de vie ralentie. Il en est de même pour ce qui peut persister d'albumen à ce moment. Ainsi la graine mure est formée d'une plante minuscule, accompagnée ou non d'albumen, dans une enveloppe tégumentaire «un ou deux téguments plus ou moins durs » (**AUGIER et al., 1982**).

La figure1 schématise l'origine des divers éléments constitutifs des semences sèches, (d'après **COME, 1970**).

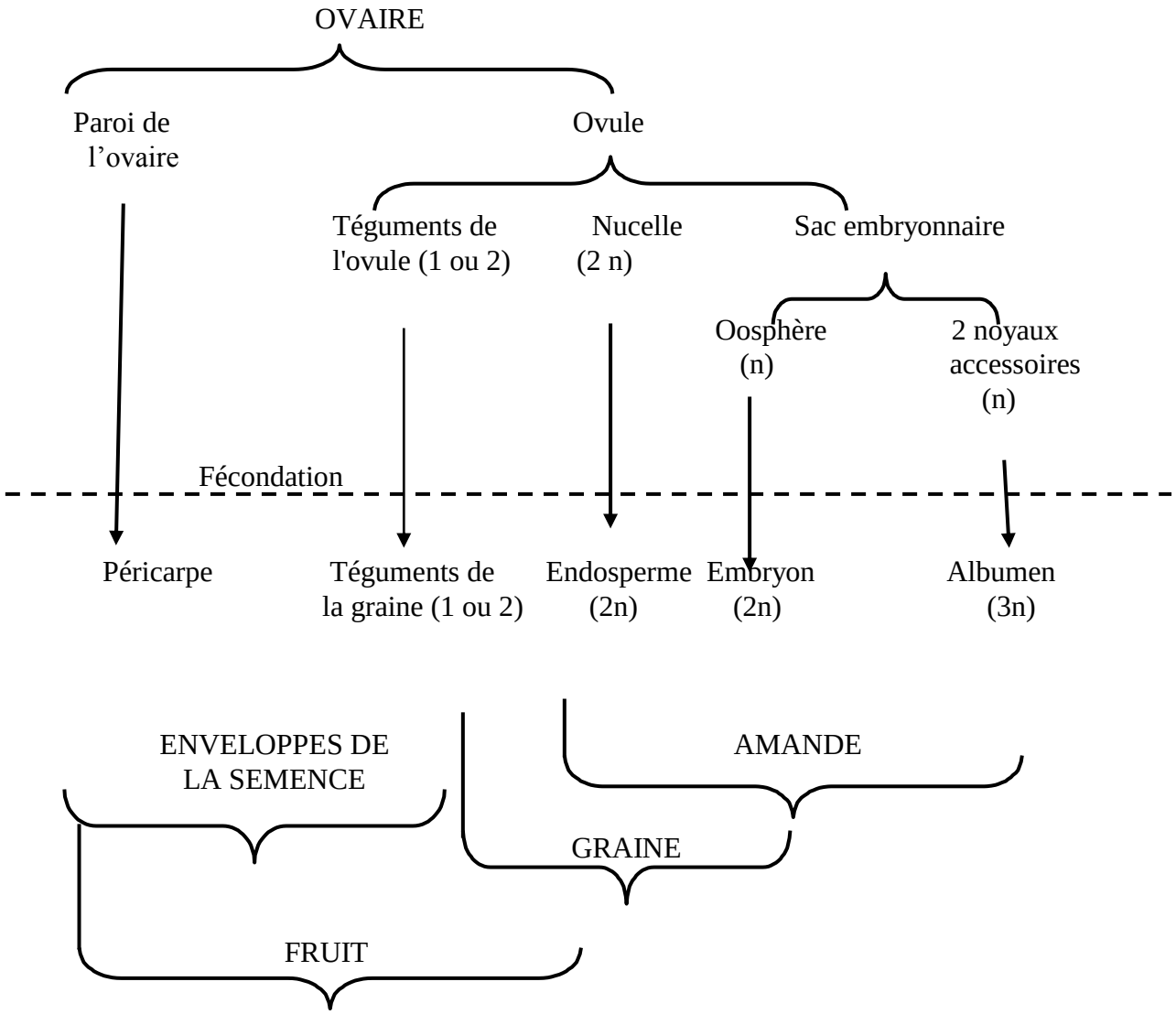


Fig.1- Origine des divers éléments constitutifs des semences sèches (d'après **COME**, **1970**).

3- La germination des graines

La germination est un phénomène physiologique qui apparaît chez une graine mûre et saine. Elle permet à la graine le passage de l'état de vie latente à l'état de vie active. Cette transition nécessite la présence de conditions environnantes favorables (température, humidité, oxygène, et lumière).

La germination commence avec le début de l'imbibition de la semence et s'achève juste avant l'allongement de l'axe embryonnaire (**COME**, **1982**). En effet, (**EVENERI 1957** in **TISSAOUI** et **COME, 1975**), considère que la germination d'une graine ou d'un embryon est achevée lorsque sa radicule commence à s'allonger.

4- Les différentes phases de la germination

Selon **LEWAK** et **al.** (**1975**), le processus de la germination est un enchaînement de trois phases bien définies. Elles ont été mises en évidence de plusieurs façons chez diverses semences par plusieurs auteurs, citons entre autres (**EVENARI, 1957, 1965; ROLLIN, 1963, 1975; COME, 1975; TISSAOUI et COME, 1975; LE DUNFF, 1976,** in **PERINO** et **COME**, **1977**).

- **La première phase de la germination** est une phase d'imbibition de la graine, au cours de laquelle s'effectue l'hydratation des tissus conduisant à une reprise de l'activité métabolique
- **La deuxième phase de la germination** est une étape qui débute après l'imbibition de la graine et s'achève quelques heures avant le début de l'allongement de la radicule. Pendant cette phase se déroule un ensemble de processus métaboliques. Elle ne se manifeste par aucun changement morphologique. C'est une étape qui est imperceptible. Elle correspond au point de démarrage de la troisième phase.
- **La troisième phase de la germination** se manifeste par la croissance de la radicule.

PERINO et **COME** (**1977**), rapportent que, la deuxième phase a connu plusieurs dénominations par plusieurs auteurs. En effet, ces mêmes auteurs citent que **EVENARI** (**1975**) l'a appelé<<**phase d'activation**>> **ROLLIN** (**1975**) l'a dénommé «**phase II»** et **TISSAOUI** et **COME** (**1975**) l'ont appelé «**phase de germination *sensu stricto***». La première et la troisième phase sont appelées par **ROLLIN** (**1975**) par «**phase I»** et **«phase III».**

EVENARI distingue, in (**COME, 1970**), 04 phases dans la germination: une phase d'imbibition, une phase d'activation, une phase mitose et la phase terminale de l'allongement de la radicule.

AGRAWAL (**1992**), note également, que la germination comprend 04 phases: l'imbibition, l'activation enzymatique, l'élongation / division cellulaire et l'allongement de la radicule. Toutefois, (**TISSAOUI**, **1970a ; THEVENOT** et **COME**, **1973** in **TISSAOUI** et **COME, 1975),** rapportent que divers résultats tendent à montrer que la croissance de la racine est un phénomène physiologique différent de la germination.

Par ailleurs, la définition que donnent les physiologistes à la germination, correspond à celle de la germination <<*sensu stricto* >>. Il est généralement admis que le processus de la germination est la phase comprise entre le début de l'hydratation de la semence et la perforation des téguments par la radicule **MAYER** (**1980**/**1981**) cité par (**CHADŒUF-HANNEL, 1985**).

5- La dormance et l'inhibition de la germination

Les semences viables non dormantes, placées dans des conditions favorables de température, d'humidité, d'oxygène, et de lumière; ne restent pas indifférentes. Elles germent facilement. Cependant, il existe des cas où, des semences germent difficilement ou ne germent pas du tout bien qu'elles soient placées dans un environnement d'habitude approprié.

La non germination des graines peut avoir des causes diverses d'origine interne ou externe. Certaines causes sont définitives tels que : la mort du germe provoquée par des mauvaises conditions de conservation, vieillissement des graines etc... D'autres causes peuvent être temporaires et dans ce cas les graines sont qualifiées de graines dormantes.

5-1 La dormance des graines

La dormance est un phénomène temporaire qui touche les graines dont l'embryon est toujours vivant. La majorité des auteurs l'emploie indifféremment pour désigner l'état physiologique dans lequel se trouve une semence ou un embryon qui, bien que placé dans des conditions favorables à leur germination, est incapable de germer (**CÔME**, **1970**/**1982**).

L'état d'inhibition de la germination des semences dû à plusieurs facteurs endogènes est connu sous le nom de dormance ou période de repos (**AGRAWAL**, **1992**)

5-2 L' inhibition de la germination

Toute cause de la non-germination d'un embryon non dormant produit une inhibition de germination. Celle-ci est levée quand l'agent inhibiteur est supprimé (**COME**, **1970**).

6- La dormance et son origine

D'après plusieurs auteurs, entre autres, **ROLLIN** (**1966**) ; **BINET** et **BRUNEL** (**1968**) ; **DEYSSON** (**1967**) et **COME** (**1970**)**,** les téguments ou les péricarpes peuvent être responsables d'inhibition de la germination. On parle alors d'une dormance d'origine tégumentaire ou péricarpique. Dans le cas où la dormance réside dans l'embryon lui-même, il s'agit alors d'une dormance embryonnaire.

Il n'est pas toujours possible de préciser si l'inaptitude d'une semence à la germination est le fait d'une dormance embryonnaire ou d'une inhibition tégumentaire. La semence est alors considérée comme un tout et le terme dormance est employé dans son sens large. On parle de dormance de la semence (**CÔME**, **1970**).

Cependant, **CÔME** (**1970**) et **CHADŒUF-HANNEL (1985**) rapportent que certains auteurs tel que **EVENARI** (**1951**), **CÔME** (**1967** à **1966**), et **VIGIS** (**1964**) préfèrent utiliser le terme de <<dormance>> ou <<dormance réelle>> ou <<dormance vraie>> qu'à l'embryon, et lorsque la germination ne peut se réaliser quelque soit les conditions aux quelles la semence est soumise. La <<dormance relative>> est réservée, pour les cas exigeant des conditions bien définies et très précises.

De façon générale, les deux nominations qui sont fréquemment utilisées par les auteurs sont: la dormance embryonnaire et la dormance tégumentaire.

7- Les différents types de dormances

Plusieurs auteurs considèrent que, suivant le moment où une graine est, ou elle devient inapte à germer, deux types de dormances peuvent apparaître: la dormance primaire et la dormance secondaire.

7-1 La dormance primaire

Elle apparaît juste après la récolte ou la chute des graines. Elle est due à une maturité physiologique inachevée. Après sa chute, la graine est morphologiquement mûre. L'embryon n'est pas encore bien différencié. En outre, son intensité varie selon l'espèce ou la variété. Toutefois plusieurs auteurs rapportent que la dormance primaire dépend de l'année, du lieu de la récolte et de la température à laquelle les graines sont mises à germer.

7-2 La dormance secondaire

Ce type de dormance se manifeste chez les graines qui possèdent déjà une aptitude à la germination. Celle ci peut être bloquée momentanément sous l'effet de certains facteurs naturels ou (artificiels) après dissémination des semences. La dormance secondaire a été induite, il s'agit de dormance induite (**CÔME, 1970**). Ce type de dormance peut toucher les graines qui ont déjà subit une dormance primaire et ou celles qui n'en ont pas subit.

D'ailleurs, (**KARSSEN 1980-1981 a**, in **CHADOEUF-HANNEL, 1985)** souligne que la dormance primaire peut être aussi induite par les conditions environnementales subies au cours de la maturation des semences sur la plante mère.

La figure 2, représente d'après ce même auteur, les modifications de la dormance établies par **KARSSEN** (**1982**).

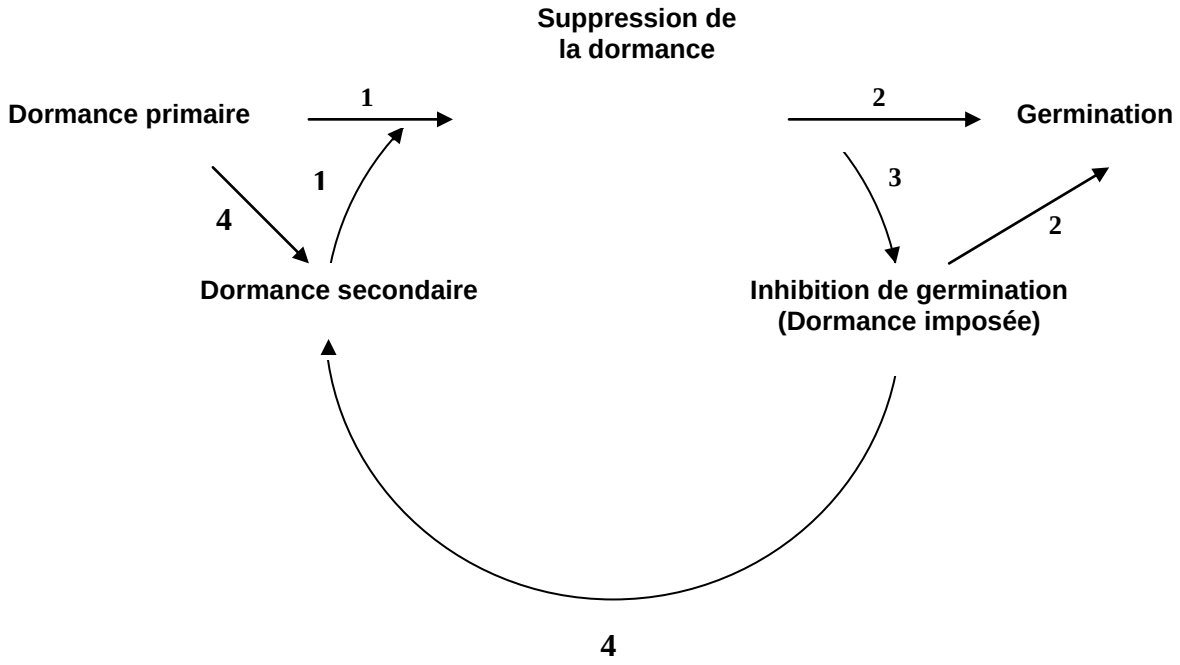


Fig. 2 : Modification de la dormance d'après (**KARSSEN**, **1982** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

1 - Facteurs supprimant la dormance.
2 - Facteurs correspondant aux exigences germinatives des semences.
3 - Facteurs différents des conditions nécessaires à la germination et / ou facteurs inhibiteurs de la germination.
4 - Facteurs induisant la dormance.

8- La levée de dormance :

Il existe de nombreux moyens naturels ou artificiels (pré traitements) permettant de lever la dormance chez les graines dormantes restées à la surface ou enfouies dans le sol.

8-1 Les moyens naturels

Dans les conditions naturelles, la dormance de la plupart des graines d'espèces annuelles est levée principalement par quatre facteurs. Il s'agit de la lumière, l'alternance de température, la stratification et la présence d'ion nitrate. D'autres facteurs telles que la composition gazeuse ou la teneur en eau du sol peuvent participer à la perte de dormance (**CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

La levée de dormance des graines par les moyens naturels est un processus très long. Il nécessite que la graine soit exposée et soumise à l'effet de divers facteurs. Il s'agit, entre autres, des facteurs climatiques et microorganismes du sol. Pour le cas de la dormance tégumentaire, dans la nature, les cycles de dessiccation et d'humidification, les alternances de températures (basses et levées), l'action des microorganismes favorisent la destruction de l'intégrité des enveloppes séminales. Celles ci imposent une dormance chez les semences d'un grand nombre d'espèce annuelles (**CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

Les dormances embryonnaires sont généralement éliminées par les températures hivernales. Pour plusieurs auteurs, l'effet des froids entraîne la modification des concentrations d'hormones à l'intérieur des semences. Ce ci provoque l'apparition d'un nouvel équilibre entre inhibiteurs et promoteurs de germination. De même que (**COHEN, 1958** in **CÔME 1975**) rapporte, que les températures alternées agissent au niveau des cellules de l'embryon en provoquant la destruction d'une structure cellulaire organisée faisant obstacle à la germination.

La dormance des tubercules de Topinambour est levée par le froid hivernal. En condition expérimentale, cette levée de dormance est observée en 16 semaines à $4^{\circ C}$, ou en deux semaines en anoxie à de basses températures (**CHARNAY** et **BOGEN-OTTOKO**, **1977**).

D'après plusieurs auteurs, l'effet de la lumière dans la levée de la dormance s'explique par les modifications subies par le phytochrome, sous l'effet de l'enfouissement des semences. Ainsi la variation dans les conditions environnementales comme conséquence de l'enfouissement des semences peuvent provoquer une levée de la dormance des graines.

Plusieurs auteurs rapportent que l'effet de l'oxygène contenu dans le sol, sur la dormance des graines a pu être expliqué par le fait que des situations d'anoxie peuvent apparaître à la suite d'un excès d'eau. Ces périodes temporaires d'anoxie peuvent intervenir sur les propriétés germinatives des semences comme l'ont montré **LE DEUNFF** (**1976**) avec des semences de *R. Crispus***, CÔME** et **THEVENOT** (**1982**) avec des embryons de pommier ou des semences de plantes cultivées (**CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

Ce même auteur rapporte que d'après **RAYMOND** et **PRADET** (**1980**), les semences résistent assez bien à l'anoxie, même lorsque celle ci est prolongée en réagissant par une entrée en vie latente. D'après (**MRRISSET** et **al. 1982** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**), en dehors de l'activité respiratoire, l'état anoxique dans lequel sont placés des tissus vivants peut stimuler le fonctionnement de différentes voies métaboliques qui ne fonctionnent pas en aérobiose.

Par ailleurs, (**KARSSEN**, **1980 / 1981b** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**) cite que les semences de *S. officinal* et *R. Persicaria*, développent une dormance secondaire en absence de nitrate dans le sol dans lequel elles sont enfouies pendant la période hivernale. Les graines perdent leur dormance primaire en cas d'absence de nitrate dans le sol.

Plusieurs auteurs rapportent que, bien que les facteurs cités auraient des effets séparés, ils stimulent davantage la germination lorsqu'ils agissent ensemble.

D'autre part, les scarifications chimiques, mécaniques ou physiques peuvent aussi entraîner une levée de la dormance tégumentaire. Ces scarifications peuvent être provoquées par l'effet de l'action des sucs digestifs des animaux ou sous l'effet de putréfaction ou par craquelure des téguments due à une succession de froid et de chaleur.

D'autre part **LEWAKS**, et **al.** (**1975**), pensent que la levée de la dormance par la stratification passe par trois phases. Il s'agit d'une phase d'élimination de la cause primaire de la dormance, une phase d'activité métabolique intense et enfin, une phase d'initiation de la germination.

8-2 Les moyens artificiels (prétraitement)

Il s'agit des traitements appliqués avant, pendant ou après la conservation des graines. Les moyens artificiels permettent l'élimination de la dormance tégumentaire ou embryonnaire par des traitements mécanique, chimique, physique, physiologique ou biologique; (isolés ou associés).

Les prétraitements ne font pas germer les graines, mais ils les aident à devenir aptes à germer ultérieurement quand toutes les conditions indispensables sont réunies.

Les moyens artificiels les plus utilisés sont:

- L'effet de la lumière et des températures alternées: habituellement, lorsqu'on alterne les températures, la plus basse est maintenue 16 heures par jour tandis que la plus élevée dure 08 heures. La période de transition peut durer une heure et moins pour les semences dormantes (**VAN GEFF**, **1992**). De même qu'une exposition des semences à des températures basses ($5^{\circ C}$ à $8^{\circ C}$), à des températures élevées ($40^{\circ C}$ à $45^{\circ C}$), à des températures fluctuantes ($20^{\circ C}$ et $30^{\circ C}$) ou à la lumière, peut aider à surmonter la dormance (**AGRAWAL**, **1992**)

- L'utilisation des produits chimiques: Ci-contre le tableau résumant les produits chimiques, les plus utilisés pour surmonter la dormance (d'après **AGRAWAL**, **1992**).

***Tableau n° 3* : Produits chimiques utilisés pour surmonter la dormance (d'après AGRAWAL, 1992)**

Régulateurs de croissance	gibbérellines; cytokinines ; éthylène
Produits tirés des plantes	fusicoccine ; cotylénol ; cotylénine ; strigol (exudat des racines de la plante hôte)
Inhibiteurs de croissance	Azide ; cyanide ; malonate ; sulfure d'hydrogène ; monoxide de carbone ; fluorure de sodium ; acétate d'iode ; dinitrophénol ; L- et D- chloramphénicole hyroxylamine.
Oxydants	Hypochlorite ; oxygène
Composés azotés	Nitrate ; nitrite ; hydroxylamine ; tiurée
Composés sulfurés	Ditiotreitol;2-mercaptoéthanol ;2,3-imercaptopropanol
Divers	Acétone ; éthanol ; éthyle ; éther ; chloroforme ; bleu de méthylène ; dioxyde de carbone ; phénols ; hydroxyquinoleine ; diméthylglyoxime.

Lors des essais de germination des semences, le nitrate de potassium, l'acide gibbérellique (GA3), la Kinétine, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique sont fréquemment utilisés (**AGRAWAL**, **1992**).

Nitrate de potassium: le substrat est humecté à l'aide d'une solution de KNO3 à 0.2 % (2g/l d'eau). Une humidification à l'eau a lieu ultérieurement (**VAN GEFF, 1992**).

Acide gibbérellique (AG3): lors des essais officiels de germination, l'emploi de l'AG3 est limité à quelques espèces. Selon le degré de dormance des semences, le substrat est humecté d'une solution de 200 à 1000 ppm d'AG3, préparée en dissolvant 200 à 1000 mg d'AG3, dans un litre d'eau. Pour des concentrations supérieures à 800 ppm, l'AG3, est dissout dans une solution tampon préparée en dissolvant 1.7799 g de $Na_2 HPO_4, 2H_2O$ et 1.3799 g de $Na H_2PO_4$, H_{2O} dans un litre d'eau distillée.

Ce même auteur a suggéré et a décrit plusieurs autres méthodes qui sont utilisées très souvent. Ces méthodes sont :

♦ Entreposage à sec: les semences sont entreposées pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois avant l'essai de germination.

♦ Pré séchage: les semences sont chauffées à une température n'excédant pas les $40^{\circ C}$ ($35^{\circ C}$ habituellement). Elles sont exposées à un courant d'air chaud pendant plus de sept jours avant l'essai de germination.

♦ Pré réfrigération: les semences sont placées sur un substrat humide à une température assez basse ($5^{\circ C}$ à $10^{\circ C}$) pendant une période initiale avant passage à la température de germination. Cette opération peut durer un à 07 jours. Cependant, pour les semences d'arbres, une période plus longue (07 jours à 12 mois) et une température plus basse ($1^{\circ C}$ à $5^{\circ C}$) sont souvent requises.

♦ Prélavage: les inhibiteurs naturels solubles dans l'eau peuvent être éliminés en trempant et lavant les semences à l'eau, antérieurement à l'essai de germination. La température de l'eau est habituellement maintenue entre $20^{\circ C}$ et $25^{\circ C}$.

♦ Scarification manuelle ou avec des acides: ce traitement est appliqué surtout aux semences de légumineuses. A l'aide d'une aiguille ou d'un scalpel, ou d'une lime, on essaie de transpercer ou d'ébrécher ou de limer le tégument.

9- Les facteurs influençant le comportement germinatif des graines:

L'aptitude à la germination des graines peut être entravée ou bloquée par plusieurs facteurs. Ces derniers sont soient endogènes ou exogènes, ou par leurs effets combinés.

9-1 Les facteurs endogènes

Les facteurs endogènes se résument en éléments constituants la graine dont les principaux sont:l'embryon et le tégument.

9-1-1 L'embryon

L'organe actif d'une semence est l'embryon dont les cellules se différencient au moment de la germination pour former les organes de base d'une plantule ; la radicule et l'épi cotyle. Pour certaines espèces, la maturité de la semence ou la graine, est apparente c'est-à-dire, que la graine paraît mûre morphologiquement, alors que physiologiquement ; l'embryon n'a pas atteint sa maturité. En réalité, cette graine a besoin d'un certain temps pour qu'elle puisse acquérir sa maturité physiologique, c'est une étape de post-maturation. La germination est possible dés que le milieu extérieur est adéquat pour la germination des graines de l'espèce en question (**DEYSSON**, **1967 ; BINET** et **BRUNNEL**, **1968**). Une stimulation externe est nécessaire pour que l'embryon puisse arriver à achever sa maturité.

9-1-2 Le tégument

Le tégument qui a un rôle protecteur de l'embryon peut entraver la germination et la retarder sous l'effet de l'une des deux principales causes. Il s'agit de la structure du tégument et de sa composition biochimique. Elles sont reconnues par plusieurs auteurs, comme causes principales de l'inhibition tégumentaire de la germination.

❖ <u>La structure du tégument, qui lui confère soit</u>:

- Une résistance mécanique qui s'exprime par une dureté des téguments (**CHOUARD**, **1954** in **JASSAY** et **MONIN**, **1980** ; **JASSAY** et **al. 1982**).
- Une imperméabilité du tégument à l'eau (**HAMLY**, **1932** in **JASSAY** et **MONIN**, **1980**).
- Une imperméabilité à l'oxygène (**CÔME**, **1962** in **JASSAY** et **MONIN**, **1980**).

❖ <u>La composition biochimique du tégument</u>: Le tégument joue le rôle d'obstacle à la germination des graines à cause d'une présence de substances inhibitrices dans le tégument (**EVENARI**, **1949** ; **KUGLER**, **1955** ; **DELOUCHE**, **1956** ; **COHEN**, **1956** ; **BINET**, **1957** ; **MALCOSYE**, **1980**), cités par (**JASSEY** et **MONIN**, **1980**). Ces substances peuvent être de nature volatiles ou hydrosolubles, et qui créent une barrière chimique (**CÔME, 1962** in **JASSEY** et **MONIN**, **1980**). Citons entre autres les aldéhydes (benzaldéhyde, aldéhyde salicique….), les acides organiques (acides malique, citrique …. les acides aromatiques (acide cinnamique....).

Dureté des graines : Certains travaux semblent montrer que la dureté apparaît tout à fait à la fin de la maturité des graines, pendant la période de déshydratation intense (**CÔME**, **1975**).

Quant à l'origine de la dureté des graines, le même auteur rapporte que, l'imperméabilité à l'eau des graines dures, réside dans la structure de leur tégument.

Divers travaux ont été effectué pour expliquer quelle est la formation responsable de la dureté (**CÔME, 1970**). Selon les auteurs, l'imperméabilité à l'eau est attribuée, en fonction des espèces; à la totalité des cellules, à la cuticule seule, aux cellules de Malpighi ou à la ligne lumineuse qui correspond à une organisation particulière de la membrane des cellules de Malpighi (**PITOT 1935**, in **CÔME**, **1975**). En effet dans le cas des graines d*'Hédysarum coronarium*, l'obstacle à la pénétration de l'eau se situe dans la zone superficielle du tégument (**CÔME** et **SEMADENI 1973**, in **CÔME**, **1975**).

D'après plusieurs auteurs, le taux de graines dures obtenu dans un même lot de semence est fonction de plusieurs facteurs. Il s'agit, entre autres de : l'espèce ou la variété, la provenance des graines et les conditions de développement des plantes.

9-1-3 Le facteur génétique

La germination et les premières heures du développement sont marquées, dans l'embryon végétal par la reprise des activités métaboliques. Celles-ci se traduisent notamment, par des synthèses d'ADN, d'ARN, et des protéines (**GRELLET** et **GHITTON, 1976**).

A partir d'hybridations inter et intra spécifiques chez *Papaver*, (**HARPER Mc NAUGHTON, 1960** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**) découvrent une prédominance des caractéristiques maternelles dans la dormance des semences

KUGLER (**1951**) ; **HEYNH** et **KASPER BAUER** (**1968**) cités par **(JASSEY** et **al.**, **1979**), en travaillant respectivement sur *Arabidopsis thaliana et Nicotiana tabacum L.*, pensent que les deux parents contribuent à la transmission de ce caractère. Toutefois il y a une plus grande influence maternelle. par contre (**SUSUKI** et **TAKAHASHI 1969** in **JASSEY** et **al.**, **1979**), tendent à montrer, sur *Cucumis sativus L.* que cette origine est uniquement maternelle.

Les travaux de (**JANA** et **al., 1979** ; **JANA** et **NAYLOR**, **1980** et **JAIN**, **1982** in **CHADŒUF-HANNEL, 1985**) montrent chez *Avena fatua L.*, que le caractère dormant est contrôlé au moins par trois gènes. L'héritabilité de ce caractère ; étudiée au champ sur o4 populations, est d'environ 50 p.100. Par contre, les travaux effectués sur *Avena barbara L.* et *Bromus mollis L.*, montrent que l'aptitude héréditaire de la dormance chez les semences de ces dernières est très faible.

9-2 Les facteurs exogènes

En plus des facteurs internes propres à chaque espèce ou variété, d'autres externes, parfois difficilement contrôlables peuvent en effet intervenir, avant ou après la récolte des semences pour modifier leurs comportements en germoirs (**CÔME**, **1970**).

9-2-1 Les conditions agro-climatiques

La régulation de la dormance par les conditions agro- climatiques au cours de la maturation des semences a fait l'objet de nombreux travaux. Selon plusieurs auteurs, la photopériode, la qualité de la lumière, la température souvent associée aux conditions d'humidité du sol, sont les facteurs prépondérants pour moduler l'aptitude germinative des semences produites (**CHADŒUF –HANNEL, 1985).**

D'après le même auteur, l'effet photopériodique peut jouer sur la dimension, le poids sec des semences et sur l'épaisseur des enveloppes entourant l'embryon. Certains auteurs notent une différence de couleur entre des semences mûries en jours courts et celles mûries en jours longs. Cette différence de couleur est responsable d'une hétérogénéité du comportement germinatif.

9-2-2 les conditions de la pré récolte et celles de la récolte :

Les conditions de la pré-récolte sont celles subies par les plantes parentales. Citons entre autres l'origine géographique des semences, l'influence de l'espèce, de la variété et les conditions climatiques. Le moment de la récolte des graines, peut avoir en fonction des conditions climatiques et de la prédisposition de l'espèce des effets perceptibles sur la germination.

Par ailleurs, les conditions de développement dans lesquelles les plantes- mères c'est-à-dire plantes porte-graines, accomplissent leur cycle végétatif peuvent influencer le comportement germinatif des graines issues de ces dernières. Effectivement, lors de la fécondation, le parent femelle apporte au moins la moitié de patrimoine héréditaire. Il doit, ensuite, assurer le développement de la semence jusqu'à sa maturité. Les semences sont donc tributaires des conditions de développement du << porte-graine >> (**ROLLIER** et **al. 1977**).

En effet, plusieurs auteurs rapportent que l'aptitude à germer des semences varie avec leur position sur la plante mère ou dans le fruit et l'âge physiologique de la plante-mère. Citons quelques exemples pour chaque cas :

Effet de la position de la semence sur la plante mère :

- Selon (**PAUVVOVIC**,**1962**, in **CHADŒUF-HANNEL, 1985**), les graines provenant des fruits du sommet de l'arbre de pommier germent le mieux.
- D'après **CAVERS** et **HARPER** (**1970),** les meilleurs pourcentages de germination sont obtenus pour les semences de la zone distale de l'inflorescence du *Rumex crispus L*. La même observation est faite par **(MAUN** et **CAVERS**, **1970** et **LE DEUNF**, **1976** in **CHADŒUF-HANNEL, 1985**).
- Selon (**WRIGHT**, **1965** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**), les semences de la partie distale du cône de *Finus strabus* ont un meilleur pourcentage de germination.

En fait, il ne semble pas y avoir de règle générale quant à l'aptitude à la germination des semences selon leur position sur la plante-mère. Chaque espèce ou chaque variété est un cas particulier (**ROLLIER** et **al. 1977**).

Effet de l'âge physiologique de la plante mère: Chez certaines espèces, la dormance des semences s'accentue progressivement avec l'âge de la plante-mère, exemple : *Senecio vulgaris L.* (**DUMAS** et **al.**, **1976**), d'O. *Corymbosa* (**DO CAO** et **al. 1978**). La relation inverse est observée chez *A.Retroflexus* (**CHADŒUF-HANNEL** et **MONIN, 1980**, in (**CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

D'autre part, les caractéristiques morphologiques et anatomiques des semences issues d'un même pied peuvent elles aussi avoir une influence sur leur aptitude à germer.

En plus, (**ABDUL-BAKI, 1969** in **GRANGE** et **al., 1980**), observe que le vieillissement naturel des graines peut provoquer des modifications biochimiques et physiologiques. Il s'agit de la diminution de l'activité métabolique générale de la graine et de la plantule, diminution de l'importance de l'activité respiratoire, l'augmentation de l'activité totale de certains systèmes enzymatiques et l'augmentation de la perméabilité des membranes.

9-2-3 Les conditions de la germination

L'eau, l'oxygène, la température et la lumière influencent la germination des semences. Les trois premiers facteurs étant les plus essentiels (**AGRAWAL, 1992**).

L'eau : est un facteur indispensable à la vie. En effet, l'eau sert d'abord à imbiber les téguments séminaux, ce qui les rend perméables à l'eau et aux gaz et permet à la respiration de s'installer (**BACH** et **al. 1967**).

La nécessite de l'eau pour la germination est absolue. Le degré d'imbibition de l'eau est déterminé par: la composition chimique de la semence, la perméabilité à l'eau du tégument et la disponibilité de l'eau dans l'environnement (**AGRAWAL, 1992** et **CÔME, 1970**), de la température et de la nature spécifique de l'espèce (**BINET** et **BRUNEL**, **1968**). Néanmoins, l'imbibition n'est pas en relation avec la viabilité de la semence.

L'oxygène : Le processus de germination nécessite une dépense d'énergie. C'est pourquoi l'oxygène est essentiel à la respiration aérobic (**AGRAWAL, 1992)**. Au cours de cette phase les processus de dégradation et de synthèse sont intenses (**DYSSON** et **al. 1967**).

En fait, la qualité d'oxygène nécessaire à la germination des semences varie d'une espèce végétale à une autre. Dans des cas très particuliers, certaines semences germent sans apport d'oxygène. Cependant, la germination de la plupart d'entre elles exige une bonne aération (**CÔME**, **1970**).

La Température : pour des espèces différentes, la germination exige des températures variables. (**WENT**, **1948** ; **LANG, 1965** et **STOKES, 1965** in **CÔME, 1975**), rapportent que certaines semences ne peuvent germer que dans un intervalle de température assez réduit. Selon de nombreux autres auteurs, cet intervalle est souvent étroit pour les semences récemment récoltées. Mais, il augmente au cours de la post-maturation, soit vers les basses températures, soit vers les températures les plus élevées, soit à la fois vers les températures les plus basses et les plus élevées.

La Lumière : les semences de la plupart des espèces cultivées telles que la tomate, courge etc... paraissent n'avoir aucune photosensibilité (**ROLLIN, 1975a** et **AGRAWAL**, **1992**). Cependant, diverses conditions peuvent faire apparaître un besoin de lumière pour germer (**ROLLIN, 1975b**).

L'action de la lumière sur la germination des semences exige la présence d'un photo-régulateur (phytochrome) dans ces dernières. De même, l'intégrité des enveloppes est une condition fondamentale de la photosensibilité. Lorsque celles ci sont altérées (scarifiées) l'embryon germe à l'obscurité comme à la lumière (**ROLLIN**, **1975b**).

Le phytochrome est une chromo protéine, dont la masse moléculaire, varie entre 60000 et 240000. Il est localisé dans l'axe embryonnaire et dans les cotylédons. Cependant, par l'utilisation d'un micro faisceau produit par un laser, on a pu montrer que seul le phytochrome de l'axe embryonnaire joue un rôle dans la germination (**ROLIN**, **1975b**).

La figure 03 représente les transformations subies par le phytochrome d'après (**SMITH, 1975** in **CHADŒUF-HANNEL, 1985**).

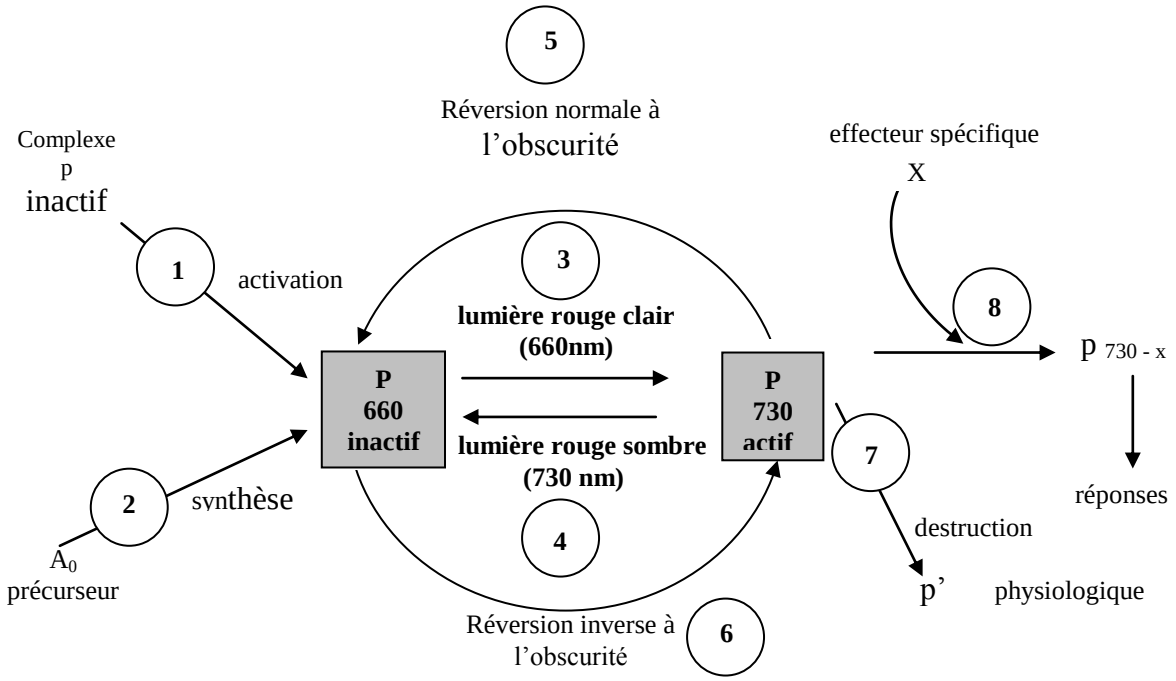


Fig. 3 : Transformations subies par le phytochrome d'après **(SMITH, 1975** in **CHADŒUF-HANNEL, 1985).**

1 Activation du phytochrome à partir de la forme inactive préexistante.

2 Synthèse du phytochrome à partir de son précurseur.

3 Transformation de P_{660} (forme inactive) en P_{730} (forme biologiquement active) par la lumière rouge clair.

4 Transformation de P_{730} en P_{660} .

5 Réversion à l'obscurité de P_{730} en P_{660} .

6 Réversion partielle à l'obscurité de P_{660} en P_{730} .

7 Destruction enzymatique de P_{730} .

8 Réaction de P_{730} avec une substance X conduisant à la germination.

Les transformations de P_{660} en P_{730} et de P_{730} en P_{660} se réalisent par étapes, via un nombre d'intermédiaires dont quelques-uns uns sont stables(**KENDRICKS** et **SPRUIT, 1977** in **CHADŒUF-HANNEL**, **1985**).

9-2-4 La longévité des graines

Les graines conservent plus ou moins longtemps leur pouvoir germinatif. on parle alors d'une longévité inégale. Celle -ci dépend évidemment des conditions extérieures et ne sera pas la même à l'air sec « graines des graineteries et des échantillons d'herbier » et dans le sol, à l'humidité (**DEYSSON**, **1967**). **DECOURTY** et **al.** (**1967**) notent qu'une conservation, pendant deux années, des pépins de pommier à l'état sec et à la température du laboratoire, ne réduit pas significativement leur faculté germinative. Par contre une conservation à l'état sec, des pépins dont les besoins en froid humide ont été préalablement satisfaits provoque une diminution rapide de leur faculté germinative.

L'expérimentation portant sur des semences conservées en graineteries permet de répartir les espèces en trois catégories (**BINET** et **BRUNEL**, **1968**).

- ♦ Les graines micro biotiques : dont la longévité va de quelques jours à 03 années
- ♦ Les graines méso biotiques : pour lesquelles la longévité va de 03 à 15 ans
- ♦ Les graines macrobiotiques : qui conservent leur pouvoir germinatif au-delà de quinze ans et parfois même, jusqu'à 200 ans et plus.

Ces valeurs ne sont que des moyennes, car elles sont fonction de la température, de la teneur en oxygène et de l'humidité de l'air (**BINET** et **BRUNEL**, **1968**).

MATERIELS ET METHODES

L'objectif de ce travail est d'aborder à travers une analyse biométrique une étude de caractérisation de certaines populations du genre *Scorpiurus*. Cette étude prend en compte certains caractères agronomiques et d'autres physiologiques. Les premiers concernent les gousses et les graines. Les caractères physiologiques sont ceux relatifs à la germination des graines. L'étude est menée sur deux espèces *S. vermiculatus* et *S. muricatus*. Elle est réalisée sur trois générations successives GI, GII et GIII.

La variabilité est quantifiée à trois niveaux : la variabilité intra-spécifique, l'inter génération et l'intra population.

Nous-nous sommes intéressés à rechercher:

❖ **L'origine de cette variabilité**.

Pour se faire, il faut répondre aux questions suivantes:

- Cette variabilité est-elle liée aux facteurs du milieu d'origine de la plante (Altitude et pluviométrie) ?
- L'effet génétique est-il important dans cette variabilité ?
- Le milieu environnant intervient-il dans la diversité phénotypique de ces espèces ?
- La variation phénotypique observée est-elle sous l'effet de l'action combinée de tous ces facteurs précités ?

❖ **Déterminer la part de la variabilité génétique** dans la variabilité phénotypique totale observée, en se basant sur l'estimation de l'héritabilité pour chaque caractère testé.

1- MATERIELS

1-1 La présentation du matériel végétal

Le genre *Scorpiurus* est classé dans la famille des légumineuses, la sous famille des papilionacées, la tribu des hedysarées.

Du point de vue caryotypique, on distingue généralement deux espèces principales et bien distinctes :

- *Scorpiurus vermiculatus L* :c'est une espèce diploïde à 2n = 14 chromosomes;
- *Scorpiurus muricatus L*.: c'est une espèce tétraploïde à 2n = 24 chromosomes;

Du point de vue caractères morphologiques des gousses et des graines, au sein de l'espèce *Scorpiurus muricatus*, il existe une diversité morphologique très large. Elle fait apparaître des formes très variables. Ceci a rendu la classification dans cette espèce très difficile, très délicate, et confuse .

Depuis 1890, jusqu'à nos jours, la taxonomie n'est pas arrivée à trancher entre les classifications qui divisent l'espèce S. *muricatus* en deux espèces bien distinctes:

- *Scorpiurus sulcatus L.*
- *Scorpiurus subvillosus L*.

Pour **BATTANDRIER**, **TRABUT** (**1890**), et **NEGRE** (**1961**), *S. muricatus* est une seule espèce qui regroupe des sous-espèces. Elles sont au nombre de deux pour **HEYN** et **RAVIV** (**1966**) ou au nombre de trois pour **LE HOUEROU** (**1959**), **QUEZEL** et **SANTA** (**1962**) .

DOMINGUEZ et **GALIANO** (**1974**) indiquent que le genre Scorpiurus renferme 04 espèces bien distinctes.

M'HAMMEDI-BOUZINA (**1992**), note qu'au niveau du **MED-CHECLIS** (**1989**) c'est l'ancienne classification qui est revenue. Elle a été établie depuis quinze années par **QUEZEL** et **SANTA** (**1962**). Elle divise le genre *Scorpiurus* en deux espèces:

- *S. vermiculatus L., sp*.
- *S. muricatus L., sp.*

1-1-1 Les caractéristiques morphologiques : (planche I)

Le genre *Scorpiurus* est connu sous différents noms grec et latin, entre autre, Skorpior, scorpion, oura, queue (**FOURNIER**, **1961**). Cette plante est également appelée par Chenille, Chenillette, Scorpiure, Tagourit, El Ghagfa.

La plante du genre *Scorpiurus* est de type annuel, autogame.

La tige est rampante et se compose par un nombre variable de ramifications. Celles ci apparaissent à la base de la tige au ras du sol. Chacune de ces ramifications se développe suivant une direction rectiligne. L'ensemble des ramifications donne à la plante, après son développement, l'aspect d'un cercle végétal qui s'étale sur le sol.

La taille de la tige est variable en fonction de l'espèce. Sur chaque ramification apparaissent des feuilles. Elles sont simples, entières et stipulées (**QUEZEL** et **SANTA**, **1962**).

Les fleurs sont de couleur jaune, souvent lavée de rouge (**FOURIER**, **1961**). Le calice en forme de cloche à dents, les deux dents supérieures sont presque entièrement soudées. Les étamines sont au nombre de 10 , les plus longues sont à filets dilatés au sommet. L'ovaire est sillonné. Il est pluri ovulé (**QUEZEL** et **SANTA**, **1962**).

Chaque fleur se développe au sommet d'un pédoncule floral. Celui ci, au début de son développement, est moins long que la feuille. Au fur et à mesure que la plante grandisse, le pédoncule floral s'allonge jusqu'à ce qu'il la dépasse.

Le fruit : il est sous forme de gousse. Il est de dimension, forme et couleur variables. La gousse est contournée en spirale munie de 08 côtes longitudinales. Elles sont couvertes d'épines ou de tubercules, à 3 - 6 articles cylindriques se séparant à maturité (**QUEZEL** et **SANTA**, **1962**).

Les graines : elles sont de formes variables**,** suivant les espèces. Certaines sont arquées, en forme de croissant, ou allongées. D'autres sont ovales ou rondes. Elles sont de couleur jaune marron ou brune.

Chez quelques gousses de certaines populations la cosse reste collée à la graine.

Le système racinaire, chez le genre *Scorpiurus*, est de type pivotant avec un nombre de racines latérales (**OUZZANE** et **ABDELGUERFI**, **1989**). La longueur de la racine est variable d'une espèce à une autre.

Au niveau des racines apparaissent des nodules (organes spécifiques aux légumineuses). Ils se forment grâce à une relation symbiotique entre la plante et une bactérie fixatrice d'azote).

Les caractéristiques morphologiques propres pour chaque espèce et sous-espèce, prises en compte dans ce travail, se résument dans le tableau n° 4 comme suit :

***Tableau n°4*: Les caractéristiques morphologiques des espèces du Genre *Scorpiurus* (d'après NEGRE, 1961 ; FOURNIER, 1961 ; QUEZEL et SANTA , 1962)**

Espèce et S/E / Caractères	*S. vermiculatus*	*S. m. ssp sulcatus*	*S. m. ssp subvillosus*
LA TIGE	_ Sa taille est comprise entre 10 à 50 cm. _ C'est une espèce pubescente.	_ Sa taille varie entre 10 à 30 cm. _ Elle est glabrescente.	_ Sa taille varie entre 10 à 30 cm. _ Elle est glabrescente.
LES FLEURS	_ Elles sont solitaires très rarement deux.	_ Elles sont au nombre de 1 à 4. _ Le calice est à dents plus courts que son tube (**FOURNIER, 1961**).	_ Elles sont petites, au nombre de 2 à 4, regroupées en ombelle. _ Le calice est à dents plus longue que son tube **NEGRE** (**1961**) et **FOURNIER** (**1961**).
LA GOUSSE Planche II (a)	_ Elles sont grosses de 6 à 8 mm. _ Elles sont à côtes couverts de tubercules courts et aplatis _ Elles sont enroulées sur elles même 2 à 4 fois.	_ Elles sont régulièrement enroulées en spirales _ Elles sont à côtes externes seules pourvus d'aiguillons (**QUEZEL** et **SANTA, 1962**).	_ Elles sont à côtes externes couverts d'aiguillons droits, crochus ou bifurqués (**FOURNIER, 1961**).. _ Elles sont régulièrement enroulées(**QUEZEL** et **SANTA, 1962**).
LES GRAINES Planche II (b)	_ Elles sont rondes ou ovales, légèrement aplaties.	_ Elles sont allongées ou courbées plus ou mois renflées et effilées aux extrémités.	_ Elles sont en forme de croissant légèrement bombées, plus ou moins aplaties.

1-1-2 L'aire de la répartition géographique du genre *scorpiurus*

Plusieurs auteurs signalent la présence des plantes du genre *Scorpiurus* dans différentes régions du monde. On les retrouvent dans la région Méditerranéenne «Nord de l'Afrique et le Sud de l'Europe », en Amérique du Nord, en Amérique centrale, en Australie et en Asie.

L'espèce *S. vermiculatus* est rencontrée dans la région Ouest méditerranéenne. En Afrique, elle est signalée au niveau des îles Canaries, le Madère, le Nord du Maroc, l'Algérie et la Tunisie. En Europe, l'espèce *S. vermiculatus* est rencontrée dans la région Sud du Portugal et de l'Espagne, à la Sardaigne, aux Centre et Sud d'Italie, en Sicile, Malte, Sud - Ouest de la France et de la Corse.

L'espèce *S. muricatus* est signalée aux îles Canaries, au Nord-Ouest de l'Afrique, au Portugal, en Espagne, dans la région Sud de l'Europe jusqu'à l'Anatolie et dans la région Ouest d'Iran et d'Irak (**ZIELIÑSKI**, **1991**).

D'après **BENSALEM (1988)**, en Algérie, la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*, est la moins exigeante en conditions pédoclimatiques. Elle est présente à un degré élevé dans diverses régions comparativement à la sous-espèce *S. m ssp subvillosus* et l'espèce *S. vermiculatus.* En effet, le même auteur note que la sous espèce *S. m. ssp subvillosus* qui se caractérise par des exigences en altitude et en pluviométrie bien déterminées, sa présence se limite à quelques régions seulement de celles prospectées comparativement à *S. vermiculatus* et *S. m. ssp sulcatus*.

Les populations étudiées dans le cadre de ce travail sont issues d'une collection de populations récoltées au cours d'une prospection effectuée en 1981. Cette dernière à été conduite par l' I. N. A. (Institut National d'Agronomie) d' El Harrach, avec la collaboration de l' I. T. G. C. (Institut technique des grandes cultures). Elle s'est effectuée sur toute l'Algérie septentrionale. Les graines récoltées ont été mises en essai à la station expérimentale de l'I.N.A. El Harrach.

Les gousses et les graines récoltées en Juillet 1982 forment la 1ère génération. Les graines issues de cette récolte ont été mises en essai en Janvier 1992 à la station expérimentale de l'Institut d'Agronomie de Chlef. La récolte ainsi obtenue représente la 2ème génération. Les graines récoltées de cette dernière ont été mises en essai l'année suivante, en Décembre1993 au niveau de la même station de Chlef. La récolte constitue la 3ème génération.

Nous avons utilisé 48 populations réparties comme suit :

Scorpiurus vermiculatus L : représentée par seize populations, désignées par la lettre V: de V1 jusqu'à V17, la population V14 ne figure pas dans les 03générations.

Scorpiurus muricatus ssp sulcatus : notée par la lettre L; représentée par 24 Populations de L1jusqu'à L27, les populations L3, L12, L16 sont absentes dans les 03 générations.

Scorpiurus muricatus ssp subvillosus : représentée par 08 populations, elle est symbolisée par la lettre B, de B1 jusqu'à B8.

L'origine géographique des populations testées est représentée sur les cartes N° 1, 2 et 3 .

Les conditions auxquelles ont été soumises les cultures des 03 générations GI, GII, et GIII des espèces testées sont résumées dans le tableau n° 5.

***Tableau N° 05* : Récapitulation des conditions de culture et de l'état de la semence des trois générations GI, GII, GIII**

Générations / Conditions de culture	PREMIERE GENERATION	DEUXIEME GENERATION	TROISIEME GENERATION
Lieu de l'essai	Institut National d'Agronomie El Harrach	Station expérimentale I.N.E.S Chlef	Station expérimentale I.N.E.S Chlef
Coordonnées Lambert du site	Altitude : 0 m	Longitude : 1° 14' E Latitude : 36°5' N Altitude : 104 m	Longitude : 1° 14' E Latitude : 36°5' N Altitude : 104 m
Données climatiques	• **Température:** 12.93° C • **Pluviométrie:** 70.5 mm	• **Température:** 20.11° C • **Pluviométrie:** 198.2 mm	• **Température:** 20.88° C • **Pluviométrie:** 187.1 mm
Caractéristiques de la parcelle	• **Granulométrie:** Terre de texture limoneuse. Argile : 24,3% Limon : 46,2% Sable : 27% • **Composition minérale et organique:** _ Calcaire totale : 1% _ Phosphore assimilable 206 ppm _ Sodium (Na) 60ppm _ Potassium (k) 140ppm _ Matière organique 3% • **Eau:** _ pH eau : 7,6 • **Précédent cultural** _Une collection de céréales •**Les façons culturales**	• **Granulométrie:** Terre de texture limoneux - Argileuse Argile :37,1% Limon : 46,6% Sable : 16,3% • **Composition minérale et organique:** _ Calcaire totale 12% _ Phosphore assimilable 0.0055 ppm _ Carbone organique 0,79% C /N 3,61 _ Azote assimilable : 10,85 ppm _ pH kcl :7,71 _ Matière organique :1,36% • **Eau:** _ pH eau : 8,40 _ Conductivité : 0.446 mb/m • **Précédent cultural** _Une jachère travaillée • **Les façons culturales** _Labour profond en automne suivi d'un labour	• **Granulométrie:** Terre de texture Argileuse Argile : 58,6% Limon : 26,4% Sable : 15,0% • **Composition minérale et organique:** • **Eau:** • **Précédent cultural** _Une collection de céréales récoltées en juillet • **Les façons culturales** _Labour en fin

	_ Labour: effectué à la fin du mois de Juin avec une charrue à disque suivie de façons superficielles pendant le mois de septembre • **Fertilisation** _ Fumure de fond * 100 U/Ha de superphosphate (à 46% P_2O_5) * 100 U/Ha de sulfate de potassium	superficiel en hiver. • **Fertilisation** _ Fumure de fond * 100 U/Ha de superphos-phate triple (à 46% P_2O_5) * 100 U/Ha de sulfate de potassium (à 49 – 50% K_5O_2)	d'octobre suivi d'un croisage en fin novembre et un nivellement avec un râteau avant le semis • **Fertilisation** _ Fumure de fond * 100 U/Ha de superphosphate P_2O_5 à 46% * 100 U/Ha de sulfate de potassium (K_5O_2 à 49,5%)
Dispositif expérimental	• Populations disposées en collection • **Semis**: sur des lignes de 1m, distantes de 1.5m. sur des rangs espacés de1.5 m. l'un de l'autre • **Densité de semis :** 50 graines par ligne • **Date de semis :** _ Le 8 Novembre 1982	• Populations disposées en collection • **Semis**: sur des lignes de 1m distantes de 1.5m sur des rangs (3 rangs) espacés de 1.5m l'un de l'autre. • **Densité de semis :** 50 grains par ligne à une profondeur de 1.5 à 2 cm • **Date de semis :** _ Le 13 Janvier 1993	• Populations disposées en collection • **Semis** : sur des lignes de 1 m distantes de 2 m sur des rangs (5rang) espacés de 2m l'un de l'autre. • **Densité de semis :** 50 grains par ligne à une profondeur de 2 à 3 cm • **Date de semis :** _Le 7 Décembre 1993
La semence	• **Conservation de la semence** _ La semence a été utilisée dés sa récolte. • **Préparation de la semence** _ Scarification des grains	• **Conservation de la semence** _ La semence a été conservée dans des petits sachets en papier • **Préparation de la semence** _ Les graines scarifiées manuellement une par une	• **Conservation de la semence** _ La semence a été conservée dans des petits sachets en papier • **Préparation de la semence** _ Les graines scarifiées manuellement une par une

Travaux d'entretien et d'irrigation	• **Désherbage** • **Irrigation**	• **Désherbage** _ Le plus souvent manuel _ Une fois mécanique • **Irrigation** _ Essai mené en irrigué à raison d'une irrigation par semaine durant les trois premiers mois, puis une irrigation par quinzaine environ. _ Arrêt d'irrigation le mois de Juillet _ Irrigation par aspersion	• **Désherbage** _ Deux opérations de désherbage * Une le 16/02/1994 * Une le 11/04/1994 • **Irrigation** _ Essai mené en sec avec deux irrigations d'appoint * 1ere irrigation: le 7 Mars 1994 * 2eme irrigation : le 6/4/1994
Accidents physiologiques et attaques parasitaires	• **Accidents physiologiques** • **Attaques parasitaires**	• **Accidents physiologiques** _ Des taches brunes sur le feuillage mais la cause n'est pas déterminée. _ Echaudage • **Attaques parasitaires** _ Attaques de bruches importantes par rapport à la G3, sur l'ensemble des populations	• **Accidents physiologiques** _ Echaudage • **Attaques parasitaires** _ Attaques de bruches moins importantes que celles sur la G2

2- METHODES

Le travail est réalisé au niveau du laboratoire de l'I. T. G. C. de Khemis-Miliana.

2-1 Etude des caractères des gousses et des graines

Pour chaque population de chacune des trois générations de chaque espèce, nous avons pris d'une façon aléatoire, 50 gousses. Pour effectuer les mesures (comptage et pesée) des caractères, nous avons considéré chaque gousse à part, puis nous avons calculé la moyenne sur les 50 gousses.

2-1-1 Les paramètres mesurés

Nous avons étudié les caractères suivants :

_ Le poids moyen d'une gousse, (PMG, en g)
_ Le nombre de graines par gousse, (Ng/G)
_ Le nombre de graines saines par gousse, (Ngs/G)
_ Le nombre de graines échaudées par gousse, (Nge/G)
_ Le nombre de graines bruchées par gousse, (Ngb /G)
_ Le poids de mille graines, (P1000g, en mg)
_ Le rapport : poids des graines sur le poids des gousses, (R : Pg/PG)

2-2 Essai de la germination des graines

L'essai a porté sur le suivi de l'opération de germination des graines, tel que défini par **CÔME(1970).** Cet auteur considère qu'une graine a germé lorsque la radicule a percé les enveloppes. L'essai ainsi réalisé visait deux objectifs :

_ premier objectif : c'est l'étude de la germination chez les populations des 03 générations prises en compte. Pour se faire nous avons utilisé des graines préalablement scarifiées d'une façons manuelle : une par une .

_ Deuxième objectif : il consiste à déterminer le taux de graines dont la dureté du tégument empêche leur germination. Le travail est effectué chez les mêmes populations et les mêmes générations que précédemment. Pour se faire, nous avons utilisé des graines intactes. C'est à dire non scarifiées.

Les deux essais sont réalisés en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Nous avons utilisé des boites de pétri de 10 cm de diamètre sur du papier filtre wathman de 11.00 cm de diamètre. Chaque boite est imbibée avec de l'eau distillée, environ 4 ml par boite pour l'essai sur graines scarifiées. Nous avons utilisé environ 3 ml par boite pour l'essai sur graines intactes.

Les deux essais sont conduits à l'obscurité à une température de $10°^{C}$ en moyenne dans une enceinte climatisée. La température qui règne pendant l'essai fluctue entre $6°^{C}$ et $15°^{C}$, respectivement pour les températures minimale et maximale.

Sur les graines scarifiées, nous avons pris au hasard, et pour chaque population 100 graines que nous avons répartis sur 4 boites de pétri, à raison de 25 graines par boite (4 boites x 25 graines).

Sur les graines intactes, nous avons utilisé pour chaque population 200 graines à raison de 50 graines par boite de pétri (4 boites x 50 graines).

Nous avons procédé au comptage des graines germées toutes les 12 heures, soit deux comptages par période de 24 heures.

Nous avons considéré qu'une graine a germé dès que la radicule s'allonge et perce le tégument.

2-2-1 Les paramètres mesurés

_Le taux de graines dures

Nous avons procédé à la détermination de la vitesse ou de l'énergie de germination des populations dans chaque génération en déterminant :

_ Le taux de germination au $5^{ème}$ jour après la mise en essai
_ Le taux de germination au $10^{ème}$ jour après la mise en essai
_ La vitesse de germination : en utilisant la formule suivante, proposée par **Harrington**, **J.F**. (**1962)**; (**CÔME, 1967a** in **CÔME, 1970**)

$$\frac{N1T1+N2T2+N3T3+.....N10T10}{N1+N2+N3+....N10}$$

N1 : nombre de semences qui ont germée au temps T1
N2 : nombre de semences qui ont germée entre le temps T1 et le temps T2, ... etc.

3- Les analyses Statistiques

Les analyses statistiques suivantes sont effectuées chez toutes les espèces et pour tous les caractères testés :

3-1 L'étude de la variabilité des gousses et des graines et celle de la germination

_ Analyse de variance à un critère de classification
_ Analyse de variance à deux critères de classification
_ Analyse des paramètres statistiques (Min., Max., Moy., coefficient de variation, la variance et l'écart type, coefficient d'ajustement et le coefficient d'aplatissement)
_ Corrélation: nous avons recherché les corrélations entre :

- les caractères étudiés
- les facteurs du milieu d'origine des populations et les caractères étudiés
- les deux facteurs pris en compte du milieu d'origine des populations, qui sont l'altitude et la pluviométrie

_ Analyse factorielle des correspondances : Elle est réalisée en regroupant toutes les données de tous les caractères pris en compte et les facteurs du milieu d'origine des populations (altitude et pluviométrie). Ces deux facteurs ont été considérés comme des variables supplémentaires .

Cette analyse, nous l'avons recherché pour chaque génération, chez :

- Tout le genre *Scorpiurus*; toutes espèces confondues c'est-à-dire 48 populations
- L'espèce *S. vermiculatus L.* : (16 populations)
- L'espèce *S. muricatus* : (32 populations dont 24 populations appartiennent à la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* et les 08 autres populations appartiennent à la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*)
- La sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* : (24 populations)
- La sous-espèce *S. m. ssp subvillosus :* (08 populations)

Pour déterminer le degré de variabilité, nous avons pris en considération les valeurs du coefficient de variation.

C.V. <10 ⟶ C.V. faible
10 < C.V. < 20 ⟶ C.V. moyen
C.V. > 20 ⟶ C.V. Fort

Les seuils de signification adoptés sont : 5%, 1 %, 0.1 %.

3-2 L'estimation de l'héritabilité

Nous avons calculé :
_ La régression parent-descendance
_ La corrélation parent-descendance
_ Le coefficient de détermination

4- Les méthodes de l'estimation de l'héritabilité

Nous avons utilisé les deux méthodes qui sont citées par **LE COCHEC** (**1972**). Ces méthodes s'adaptent bien au matériel végétal, ainsi qu'aux conditions de l'expérimentation.

❑ La première méthode est celle de la régression. Elle est proposée par MAHMOUD et KRAMER en 1951 **(LE COCHEC, 1972)**

$$h^2 = \frac{\overline{x}}{\overline{y}} \times b_{YX} \times 100$$

$\overline{X}$ = moyenne de la génération la moins avancée
$\overline{Y}$ = moyenne de la génération la plus avancée.

❑ La deuxième méthode est celle de la corrélation. Elle est proposée par FREY et HORNER en 1957**, (L'IANG** et **al., 1969 in LE COCHEC, 1972)**

H = r f 2 / f 3

D'après **(ROBINSON, 1966** in **LE COCHEC, 1972)** , il est possible de classer les caractères en trois catégories suivant l'importance de l'héritabilité au sens étroit :

- Faible héritabilité (5 à 10p.100) : rendement
- Héritabilité moyenne (10 à 30p.100) : composantes du rendement, la taille
- Héritabilité élevée (30 à 60p.100) : les caractères de maturité et de composition chimique

Nous avons utilisé ces seuils dans ce travail.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- RESULTATS

1-1 La variabilité intra spécifique des caractères quantitatifs des gousses et des graines :

1-1-1 Poids moyen d'une gousse : PMG (Figure N°04)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 17.14%. La différence entre les générations est non significative (tableau n° 06, en ANNEXE 02).

Dans les 1ère et 3ème générations, la variabilité intra-générations ou inter-populations est moyenne. Les coefficients de variation sont respectivement de 15.31 % et 18.90 %. Au contraire, la 2ème génération a une forte variabilité, le coefficient de variation est égal à 20.22 % (tableau n° 07, en ANNEXE 02).

La 1ère génération présente une moyenne de l'espèce égale à 416mg. Cette dernière est supérieure aux moyennes de 08 populations sur les16 testées. Les valeurs, la plus basse et la plus élevée, sont respectivement de 309mg et 505mg. Elles sont pesées respectivement chez les populations V12 et V10. Le PMG de 44 % des populations étudiées est compris entre 350mg et 481mg. Une seule population la (V10) a donné un PMG de 505mg.

Pour la 2ème génération, 50 % des populations de cette espèce présentent des PMG supérieurs à la moyenne de l'espèce. Cette moyenne est de 400.31 mg. Le minimum et le maximum sont respectivement de 276mg chez la (V16) et 517mg chez la (V3). La majorité des populations présentent un PMG qui varie entre 317mg et 484 mg.

Pour la 3ème génération, la moyenne de l'espèce est de 387.06mg. Elle est supérieure à celle enregistrée par 50 % des populations testées. Les valeurs maximale et minimale sont respectivement de 268mg chez la (V 8) et 507 mg chez la (V 16). Les moyennes de la plupart des populations oscillent entre 315mg et 462 mg.

L'évolution du PMG en moyenne de l'espèce dans les trois générations suit un sens décroissant, de la 1ère vers la 3ème génération (tableau n°06 et 07, en ANNEXE 02).

La variabilité intra population est forte pour l'ensemble des populations des 2ème et 3ème générations. Leurs coefficients de variation sont respectivement supérieurs à 25 % et 21 %. Toutefois la population V12 de la 2ème génération dont le coefficient de variation est de 31.01 % a enregistré dans la génération suivante un C. V.= 10.09 %.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est de 11.2%. La différence entre les générations est hautement significative (tableau n°6, ANNEXE2). En effet, le test de Newman - Keuls fait apparaître deux groupes homogènes A et B. La 3ème génération dont le PMG (moyenne de la sous-espèce) est de 133.13mg correspond au groupe A. Les 1ère et 2ème générations appartiennent au groupe B, avec des PMG respectivement de 124.17mg et 121.88mg (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Le poids moyen le plus élevé d'une gousse est de 201mg. Il a été obtenu sur 02 années successives c'est-à-dire dans les 2ème et 3ème générations par la population L27. Cette dernière donne également le meilleur PMG pour la première génération, soit 188mg.

Les populations L13 (101mg), L21 (88mg) et L11 (91mg) présentent des poids moyens d'une gousse les plus bas, obtenus respectivement par les 1ère, 2ème et 3ème générations.

La variabilité intra génération ou inter population est moyenne pour la 1ère génération (C. V. =13.51%) et la 3ème génération (C. V. = 16.98%).Elle est forte pour la 2ème génération (C. V. = 20.88%) (tableau n° 8, en ANNEXE 2).

Pour la 1ère génération, 42% des populations prises en compte présentent des moyennes plus élevées que celle de la sous-espèce. La moyenne de cette dernière est de 124.17mg. Un nombre élevé de populations soit 79% montre des moyennes qui oscillent entre 106mg et 140 mg.

Dans la 2ème génération de cette sous-espèce, 75% des populations de l'effectif testé présentent des PMG qui s'étalent sur un intervalle limité par les deux valeurs suivantes 96mg et 148mg. La moyenne de la sous-espèce est de 121.88mg. Elle est supérieure aux moyennes de 15 Populations, soit 63% de l'effectif testé.

En ce qui concerne la 3ème génération, 10 populations sur 24 donnent des moyennes supérieurs à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 136.13mg. Les PMG de 75% des populations sont compris entre 113mg et 160mg. Une seule population, la L1 présente un PMG de 169mg.

La variabilité intra population est forte pour l'ensemble des populations, les coefficients de variation sont supérieurs à 13%.

Nous avons remarqué que la moyenne de l'espèce diminue en allant de la 1ère génération vers la 2ème, puis elle s'élève dans la 3ème génération.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 13%. La différence est hautement significative. La 1ère génération appartient au groupe A avec 139.13mg. Cependant, il n'y a pas de différence significative entre les 2ème et 3ème générations. Ces dernières présentent des PMG, respectivement de 120.75mg et 107.38mg. Les 2ème et 3ème générations appartiennent au groupe B. (tableau n° 6, en ANNEXE2).

La population B4 se distingue par les meilleurs poids moyens d'une gousse. Ils sont enregistrés dans les 03 générations. Ces meilleurs poids sont de 204mg, 192mg et 149mg respectivement pour les 1ère, 2ème et 3ème générations.

Le PMG minimal pesé dans les 03 générations est de 107mg, 83mg ,80mg. Ces PMG sont obtenus chez les populations B5, B6, B7, respectivement pour les 1ère, 2ème et 3ème générations.

La variabilité inter population est forte dans les 03 générations. Les coefficients de variation sont de 27.15% pour la 1ère génération, de 34.25% pour la 2ème génération et de 23.21% pour la 3ème génération (tableaux n° 9, en ANNEXE 2).

La moyenne du PMG de la sous espèce de la 1ère génération est de 139.13mg. Les moyennes du PMG de 06 populations sur 08 sont inférieures à cette dernière. Le PMG de la plupart des populations varie entre 107.5mg et 180mg.

Dans la 2ème génération, 05 populations sur 08 ont un PMG inférieur à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 120.75mg. Le plus grand nombre des populations ont des PMG qui oscillent entre 83mg et 147mg.

En ce qui concerne la 3ème génération, 06 populations sur 08 enregistrent des PMG qui s'étendent entre 80mg et 134mg. La moyenne de la sous espèce est de 107.38 mg. Elle est supérieure à celles de cinq populations.

La variabilité intra population est forte dans les populations de la 2ème génération leurs coefficients de variation sont supérieurs à 22.93%. Celles des populations de la 3ème génération sont moyennes, le coefficient de variation dépasse de peu 18.48%.

Chez cette sous-espèce, nous avons constaté également une diminution du PMG en allant de la 1ère vers la 3ème génération.

1-1-2 Poids de mille graines : P1000g (Figure N° 05)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 18,1%. La 2eme génération enregistre une légère baisse dans la moyenne du P1000g par rapport à celle obtenue dans la 1ère génération. La 3ème génération montre une légère hausse en comparaison avec cette dernière. Toutefois la différence entre les générations est non significative au seuil 0.05 (tableau n° 6, en ANNEXE2).

Les coefficients de variation des 1ère et 2ème générations sont respectivement de 16.43% et 18.64%. Ces résultats reflètent une variabilité inter-populations moyenne. La 3ème génération donne une forte variabilité intra génération. le coefficient de variation est égal à 21.92% (tableau n° 7, en ANNEXE 2).

Les valeurs minimale et maximale de la 1ère génération sont respectivement de 18.28mg (V2) et 32.08mg (V17). La grande partie des populations présente des P1000g qui varient entre 21mg et 29.77mg. La moitié des populations prises en compte, soit 50% des populations, présentent des moyennes supérieures à celle de l'espèce. La moyenne du P1000g de cette dernière est de 25.56mg.

La moyenne de 09 populations sur les 16 testées de la 2ème génération est supérieure à 24.22mg. Cette valeur est la moyenne de l'espèce. Les valeurs minimale et maximale prises par les populations de cette génération sont de 17.60mg (V11) et 31.87mg (V4). Cependant, la majorité des populations présente des moyennes comprises entre 18.56mg et 28.87mg.

La majorité des populations de la 3ème génération montre des moyennes comprises entre 19.8mg et 31.38mg. La population V9 représente la valeur minimale enregistrée. Elle est de 17.4mg. Le P1000g maximal est pesé chez la population V1. Il est de 34.6mg. La moyenne de l'espèce est de 25.59mg. Elle est supérieure à celles de 08 populations.

La variabilité intra population est moyenne pour l'ensemble des populations dans les générations considérées en l'occurrence les 2ème et 3ème générations.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est de 12.4%. Les moyennes diffèrent peu d'une génération à une autre, sans qu'il est y ait de différence significative. En effet, la moyenne de la sous-espèce de la 2ème génération montre une légère hausse par rapport à celle de la 1ère génération, suivie d'une baisse dans la 3ème génération (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

La variabilité intra génération est moyenne dans la 1ère génération. Le coefficient de variation est de 16.99%. Les 2ème et 3ème générations présentent toutes les deux de fortes variabilités. Leurs coefficients de variation sont respectivement de 23.02% et 20.02% (tableaux n° 8, en ANNEXE 2).

La moyenne de la sous-espèce enregistrée dans la 1ère génération est de 8.40mg. Les moyennes de 54% des populations testées sont inférieures à cette valeur. Les valeurs, la plus faible et la plus forte sont de 6.23mg et 12.61mg enregistrées respectivement dans les populations L13 et L20. Le poids de P1000g des populations testées varie entre 6.94mg et 9.86mg, soit 79% de l'effectif pris en compte. Des P1000g de 11.80mg et 12.61mg sont obtenus respectivement par les populations L27 et L20.

Dans la 2ème génération, 13 populations sur 24 montrent des moyennes inférieures à celle de la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 8.58mg. Les valeurs minimale et maximale sont de 4.67mg et 14.1mg. Elles sont rencontrés respectivement chez les populations L8 et L 27. La majorité des populations présente des P1000g qui oscillent entre 7.00mg et 9.87mg.

Les moyennes de 75% des populations de la 3ème génération s'étalent entre 6.17mg et 9.35mg. Les moyennes de 12 populations sont supérieures à celle de la sous-espèce. La moyenne de cette dernière est de 7.76mg. Les populations L8 et L27 donnent respectivement le minimum (5.07mg) et le maximum (12.53mg).

La variabilité intra population dans les 2ème et 3ème générations est moyenne dans l'ensemble des populations.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est de 10.5%. La différence est hautement significative. Nous n'avons remarqué aucune différence significative entre les moyennes de La sous-espèce de la 1ère génération (9.92mg) et 2ème

générations (9.34mg). Elles sont incluses toutes les deux dans le groupe A. Celui-ci est significativement supérieur au groupe B dans lequel est insérée la 3ème génération (7.96mg) (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

La population B4 se distingue non seulement par des PMG les plus élevés mais également par des poids de 1000 graines les plus forts. Ces P1000g sont de 14.58mg, 14.6mg, 10.6mg. Ils sont pesées dans les 03 générations, respectivement pour la 1ère, 2ème et 3ème générations.

Les poids de 1000 graines les plus bas sont obtenus par les populations B2 (8.34mg), B8 (7.6mg) et B3 (6.20mg). Ces P1000g sont enregistrés respectivement dans les 1ère, 2ème et 3ème générations.

La variabilité inter population est moyenne dans les 1ère et 3ème générations. Les coefficients de variation sont respectivement de 18.78% et 16.33%. La 2ème génération a une forte variabilité, le coefficient de variation étant de 23.06% (tableau n° 9, en ANNEXE 2).

Un quart de l'effectif testé de cette sous-espèce, soit 25% présente des moyennes supérieures à celle de la sous-espèce obtenue par la 1ère génération. La moyenne de la sous-espèce étant de 9.9mg. Plus de la moitié des populations étudiées, soit 87.5% présentent des moyennes comprises entre 8.34mg et 11.91mg. Les valeurs minimale et maximale sont de 8.34mg (B2) et 14.58mg (B4).

Dans la 2ème génération, 87.5% des populations prises en compte enregistre des P1000g qui varient entre 7.6 et 11.64 mg. Les valeurs minimale et maximale sont de 7.6 mg (B8) et 14.6mg (B4). Les moyennes de 37% des populations testées présentent, des valeurs supérieures à celle de la sous-espèce. Cette dernière est de 9.34mg.

En ce qui concerne la 3ème génération, 87.5% des populations testées donnent des moyennes qui oscillent entre 6.57mg et 9.35mg. Les P1000g de 37% des populations étudiées présentent des moyennes supérieures à 7.96mg. Cette dernière valeur représente la moyenne de la sous-espèce.

La variabilité intra populations est moyenne pour les populations de la 2ème génération, dont le C. V. est compris entre 15.22 % et 16.03 %. Celle de la 3ème génération est moyenne pour quelques-unes et forte pour d'autres, le C. V. varie entre 18.22% et 22.07 %.

1-1-3 Le rapport du poids des graines sur le poids des gousses R : Pg/PG (Figure 06)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus*** **:**

La variabilité inter génération est faible. Le coefficient de variation est égal à 8.6 %. La différence entre les générations est très hautement significative. Les 1ère et 3ème générations forment le groupe A avec des rapports (moyenne de l'espèce) respectivement de (0.47) et (0.46). La 2ème génération correspond au groupe B. Ce dernier est caractérisé par un rapport faible (0.39) (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Le rapport poids des graines sur le poids des gousses le plus faible calculé dans la 1ère génération est obtenu par la population V2 (0.36). Cette dernière donne également des rapports les plus forts respectivement pour la 2ème (0.46) et 3ème (0.5) générations. Les populations V1 et V8 de la 3ème génération donnent également des valeurs égales à celles de la population V2 (0.5). Les rapports les plus faibles de la 2ème et 3ème générations sont constatés respectivement chez les populations V15 (0.32) et V12 (0.41).

La variabilité inter population est faible dans les 1ère et 3ème générations. Elle est moyenne dans la 2ème génération. Les coefficients de variation sont respectivement de 8.96%, 6.10% et 10.17% (tableau n° 7, en ANNEXE 2).

Sur les 16 populations testées dans la 1ère génération, 09 présentent des moyennes supérieures à 0.47. La valeur 0.47 représente la moyenne de l'espèce. Dans cette même génération, 81% de l'effectif testé engendre des R : Pg/PG qui oscillent entre 0.43 et 0.51.

Dans la 2ème génération, nous avons remarqué trois groupes chevauchants A, B, C. Ce rapport oscille entre 0.45, calculé chez la population V2 et 0.37, obtenu par la population V15. Les R : Pg/PG de 69% des populations sont compris entre 0.35 et 0.43. La moyenne de l'espèce est de 0.39. Des rapports supérieurs à la moyenne sont enregistrés chez 06 populations sur les 16 testées.

Dans la 3ème génération, le test de Newman-Keuls fait ressortir pour ce caractère huit groupes chevauchants. Sur les 16 populations étudiées, 06 présentent des rapports supérieurs à la moyenne qui est de 0.46.

Nous avons remarqué que la 2ème génération a une moyenne nettement basse par rapport aux 2ème et 3ème générations, (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

La variabilité intra population est faible. Le coefficient de variation ne dépasse pas 10 % pour toutes les populations testées que se soient dans la 2ème ou 3ème générations

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est de 11.2%. Le test Newman-Keuls fait apparaître trois groupes distincts A, B, C, correspondant respectivement à la 1ère (0.54), 3ème (0.47) et 2ème générations (0.40) (tableau n°6, en ANNEXE2).

La population L20 présente les rapports maximaux par rapport aux autres populations testées. Ces rapports sont enregistrés dans la 1ère et 3ème générations. Ils sont évalués respectivement à 0.73 et 0.55. Les rapports les plus bas sont estimés à 0.40 obtenu par la population L23 et 0.41 noté chez la population L27. Ils sont enregistrés respectivement par les 1ère et 3ème générations. Dans la 2ème génération, le rapport maximal est obtenu par la population L4 et le minimal est donné par la population L6 (0.27).

Les 1ère et 2ème générations ont une variabilité inter-population moyenne. Les coefficients de variation sont respectivement de 11.25 % et 15.78 %. La 3ème génération présente une faible variabilité. Le coefficient de variation enregistré est de 6.89 % (tableau n° 8, en ANNEXE 2).

Les moyennes enregistrées par les populations de la 1ère génération évoluent au tour de 0.54. Cette dernière représente la moyenne de la sous-espèce. Sur un ensemble de 24 populations, 10 présentent des moyennes supérieures à celle de la sous-espèce. Les moyennes de 83% des populations étudiées sont comprises entre 0.48 et 0.60.

Dans la 2ème génération, nous avons obtenu, par le test Newman-Keuls huit groupes homogènes chevauchant l'un sur l'autre. Sur 24 populations testées, 13 donnent des moyennes supérieures à celle de la sous-espèce. La moyenne de cette dernière est de 0.40. Plus de la moitié, soit 83%, des populations présentent des moyennes qui fluctuent entre 0.33 et 0.47.

Pour la 3ème génération, nous avons noté d'après le test Newman-Keuls 09 groupes homogènes qui chevauchent l'un sur l'autre. Ce résultat reflète une différence très peu significative. Les valeurs moyennes prises par les populations de cette génération évoluent autour de 0.47. Cette valeur représente la moyenne de la sous-espèce. Sur l'ensemble de l'effectif étudié, 42% présente des moyennes supérieures à cette dernière. La majorité des populations montre des R : Pg/PG compris entre 0.44 et 0.50.

Nous avons remarqué qu'en moyenne de la sous-espèce ainsi qu'en valeurs maximale et minimale, les résultats de la 1ère génération sont nettement meilleurs que ceux obtenus par les 2ème et la 3ème générations (tableau n° 7, en ANNEXE 2).

La variabilité intra population de l'ensemble des populations est forte. Le coefficient de variation est supérieur à 20.20%.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 10.3%. La différence entre les générations est très hautement significative. La 1ère génération dont le rapport poids des graines sur le poids des gousses est de (0.60) représente le groupe A. Ce dernier est significativement supérieur à la 3ème génération (0.49) qui forme le groupe B. La 2ème génération (0.42) constitue le groupe C. (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Selon les moyennes des populations, nous avons remarqué que la population B7 se classe en tête des populations des 2ème et 3ème générations. Ce classement concerne le rapport poids des graines sur le poids des gousses. Les valeurs maximales prises par ce dernier sont de 0.48 pour la 2ème génération et 0.55 pour la 3ème génération. Pour la 1ère génération nous avons constaté que la valeur la plus élevée est obtenue par la population B6. Elle est estimée à 0.63.

Pour ce même caractère, les valeurs minimales sont enregistrées chez les trois générations par trois populations différentes. Il s'agit de la population B3 (0.51) chez la 1ère génération, B1 (0.31) chez la 2ème génération et enfin la population B5 (0.34) chez la 3ème génération.

La variabilité inter populations est faible dans la 1ère génération. Le coefficient de variation est de 6.03 % (tableau n° 9, en ANNEXE 2). Pour cette génération 06 populations sur 08 montrent des valeurs inférieures à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 0.60. Le plus grand nombre des populations a des R : Pg/PG qui varient en moyenne entre 0.53 et 0.61.

Les 2ème et 3ème générations présentent des variabilités inter populations moyennes. Les coefficients de variation sont respectivement de 12.43 % et 12.59 % (tableau n°9, en ANNEXE 2).

La différence entre les populations de cette sous-espèce est très hautement significative dans la 2ème génération. Le test de Newman-Keuls fait ressortir trois groupes distincts A, B, C. Les moyennes de 75% des populations étudiées sont supérieures à 0.42. Cette dernière représente la moyenne de l'espèce. Plus de la moitié de l'effectif testé de cette sous- espèce, soit 87.5%, enregistre des moyennes comprises entre 0.36 et 0.48.

Les populations de la 3ème génération sont réparties sur quatre groupes distincts A, B, C, D pour le rapport poids des graines sur le poids des gousses. La majorité des populations, soit 87%, ont des moyennes qui varient entre 0.42 et 0.56. Sur 08 populations, 03 présentent des R : Pg/PG inférieurs à la moyenne de la sous-espèce (0.49).

La variabilité intra population est moyenne. Les C.V. sont inférieures à 10.59% et 11 % respectivement pour les 2ème et 3ème générations.

1-1-4 Le nombre moyen de graines par gousse : Ng/G (Figure N°7)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus***

Le coefficient de variation est de 5.6%. Il montre une faible variabilité inter-génération. Cependant leur différence est très hautement significative. Le test de Newman - Keuls au seuil 5% fait apparaître trois groupes homogènes A, B, C. Ils correspondent respectivement aux 1ère, 3ème, et 2ème générations. En effet, nous avons dénombré le plus fort nombre de graines, en moyenne de l'espèce, chez la 1ère génération (7.89g/G), le plus faible dans la 2ème génération (6.96g/G), La 3ème génération occupe une position intermédiaire avec (7.46g/G) (tableau n°6, en ANNEXE 2).

Chez les populations V5, V3 et V11, nous avons dénombré les plus forts nombres de graines par gousse. Ils sont de 8.68g/G pour la 1ère génération, 8.16g/G pour la 2ème génération et enfin 8.12g/G pour la 3ème génération. Nous avons également compté les nombres de graines par gousse les plus faibles. Ils sont observés dans les populations suivantes : V6 (7.14g/G) pour la 1ère génération, V16 (5.94g/G) pour la 2ème génération et V4 (6.76g/G) pour la 3ème génération.

La variabilité intra génération est faible dans les trois générations. Les coefficients de variation sont de 4.86%, 7.90% et 4.90%. Ils sont obtenus respectivement par les 1ère, 2ème et 3ème générations (tableau n° 7, en ANNEXE 2).

Les moyennes de 07 populations sur 16 sont supérieures à celle de l'espèce dans la 1ère génération qui est de 7.89g/ G. La majorité des populations présente des moyennes qui oscillent entre 7.49g /G et 8.29g/G. Les valeurs minimale et maximale, sont observées respectivement pour les populations V6 (7.14g /G) et V5 (8.68g/G).

Dans la 2ème génération , le Ng/G le plus élevé est de 8.16g/G. Il est obtenu chez la population V3. La population V16 présente le Ng/G le plus faible. Il est de 5.94g/G. La moyenne de l'espèce est de 6.96g/G. La moitié des populations, soit 50%, montre un nombre de graines par gousse supérieur à cette dernière.

Pour ce qui est de la 3ème génération, deux groupes distincts A et B apparaissent pour le nombre de graines par gousse. Les 02 groupes se chevauchent l'un sur l'autre. Les moyennes de 09 populations sur 16 sont supérieures à celle de l'espèce. Cette dernière est de 7.46g/G.

La variabilité intra population des 2ème et 3ème générations est faible pour l'ensemble des populations.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus***

La variabilité inter génération est faible. Le coefficient de variation est égal à 6.66%. La différence est très hautement significative. Le Ng/G (moyenne de la sous-espèce) dénombré pour la 1ère génération est de (8.45g/G). Celui compté pour la 3ème génération est de (8.43 g/G). Ces 02 générations sont incluses dans le groupe A. Elles sont supérieures à la 2ème génération. Cette dernière constitue le groupe B avec 7.8g/G (tableau n° 6, en ANNEXE 2)..

La population L23 représente le Ng/G le plus élevé de la première génération. Ce nombre est de 11.54g/G. Le Ng/G le plus fort de la 2ème génération est enregistré chez la population L8. Il est de 10.48g/G. Le nombre de graine par gousse maximal noté chez la 3ème génération est de 11.24g/G. Il s'agit du Ng/G de la population L9.

La population L11 présente les nombres de graines par gousse les plus bas dans les 2ème et 3ème générations. Ces Ng/G sont respectivement de 6.16g/G et 6.64g/G. Chez la 1ère génération, le nombre de graines par gousse minimal, a été constaté dans la population L20 (5.94g/G).

La variabilité inter population est moyenne dans les trois générations. Les coefficients de variation sont de 14.67%, 14.49 et 12.03% respectivement pour la 1ère, 2ème, et enfin la 3ème génération (tableau n° 8, en ANNEXE 2).

Sur les 24 populations testées de la 1ère génération, 07 montrent des moyennes plus élevées que celle de la sous-espèce. Cette dernière est de 8.45g/G. Les moyennes de 79% des populations oscillent entre 7.18g/G et 9.72g/G.

Dans la 2ème génération, le nombre de graines par gousse montre une différence très hautement significative. Le test de Newman- Keuls met en évidence cinq groupes homogènes. Les moyennes de 09 populations sur les 24 prises en compte sont supérieures à celle de la sous-espèce (7.8 g/G).

Dans la 3ème génération, le nombre de graines par gousse présente une différence très hautement significative. La moyenne de la sous-espèce est de 8.43g/G. Les moyennes de 10 populations sur 24 sont supérieures à la moyenne de la sous-espèce. La majorité des populations montre des nombres de graines par gousse compris entre 7.4 g/G et 9.46 g/G.

En moyenne, les 1ère et 3ème générations sont meilleures en nombre de graines par gousse par rapport à la 3ème génération (tableau n° 8, en ANNEXE 2).

La variabilité intra population est moyenne dans l'ensemble des populations des 2ème et 3ème générations.

Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :

La variabilité inter génération est faible (C.V. = 4.2 %). La différence est très hautement significative. La 1ère génération correspond au groupe A avec un Ng/G équivalent à 8.01g/G. Elle est significativement plus élevée que la 2ème génération (7.14g/G) ainsi que la 3ème génération (7.24g/G). Ces dernières constituent le groupe B (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Les nombre de graines par gousse les plus élevés dénombrés chez les 1ère et 2ème générations sont comptés dans la même population. Il s'agit de la population B3.Les valeurs prises par cette population sont respectivement de 9.30g/G et 8.18 g/G. Le nombre maximal de graines par gousse de la 3ème génération est constaté dans la population B1 (8.42g/G).

Le nombre minimal de graines par gousse obtenu par les trois générations est enregistré chez 03 populations différentes. Il s'agit de la population B5 de la 1ère génération, B2 de la 2ème génération et enfin B7 de la 3ème génération. Les Ng/G dénombrés pour chaque population sont respectivement de 6.72g/G, 6.58g/G et 6.66g/G.

La variabilité intra génération est faible dans les trois générations.

Pour la 1ère génération, le coefficient de variation est égal à 9.91%. La moitié des populations étudiées présentent des moyennes supérieures à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 8.01g/G. Les moyennes de 63% des populations testées sont comprises entre 7.16g/G et 8.86 g/G.

Le coefficient de variation de la 2ème génération est de 7.47%. Les populations B3 (8.18g/g) et B2 (6.58g/G) représentent respectivement la valeur maximale et minimale de graines dénombrées chez la 2ème génération. Les populations de cette dernière appartiennent aux deux groupes chevauchant A et B.

Le coefficient de variation de la 3ème génération est de 8.63%. Nous distinguons trois groupes bien distincts A, B, C qui apparaissent pour ce caractère. Sur 08 populations testées, 05 présentent des Ng/G inférieurs à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 7.24g/G).

La variabilité intra population de la 2ème génération est faible pour l'ensemble des populations testées. Celle de la 3ème génération est moyenne pour 05 populations sur les 08 testées. Leurs coefficients de variation varient entre 17.58% et 18.70%. Les 03 populations restantes présentent une forte variabilité. Leurs coefficients de variation sont supérieures à 22.08%

Le nombre de graines obtenu successivement par les trois générations étudiées des espèces prises en compte est légèrement élevé chez *S.m.ssp sulcatus* par rapport à *S. m. ssp subvillosus* et *S. vermiculatus*. Le nombre de graines par gousse des deux 1ères générations GI et GII de *S. m. ssp subvillosus* est légèrement supérieur à celui de *S. vermiculatus*. Dans la 3ème génération, c'est le contraire qui s'est produit.

1-1-5 Le nombre moyen de graines saines par gousse : N gs/G (Figure 8)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est faible. Le coefficient de variation est de 7.5%.La différence est très hautement significative. Chez la 3ème génération, nous avons compté un nombre de graines saines par gousse le plus fort (6.96gs/G). Cette génération correspond au groupe A. Le groupe B renferme la 2ème génération avec (6.27gs/G) (tableau n°6, en ANNEXE2).

Le Ngs/G le plus élevé de la 2ème génération est de 7.82. Il est obtenu par la population V3. Celui de la population V17 est de 7.46gs/G. Il représente le Ngs/G le plus élevé de la 3ème génération.

La population V4 donne le nombre minimal de graines saines par gousse successivement pour la 2ème et 3ème générations. Ces nombres sont respectivement de 4.80gs/G et 6.02gs/G .

La variabilité inter population est moyenne dans la 2ème génération. Le coefficient de variation est de 12.93%. Celle de la 3ème génération est faible. Le coefficient de variation est de 6.49% (tableau n° 7, en ANNEXE 2).

Le test de Newman-Keuls montre quatre groupes chevauchant, A, B, C, D. Ils sont constatés dans la 2ème génération. Les valeurs minimale et maximale de Ngs/G dénombrées dans cette dernière sont de 4.80gs/G et 7.82 gs/G. Elles sont enregistrées respectivement par les populations V4 et V3. La moyenne de l'espèce est de 6.27gs/G. sur 16 populations testées 09 enregistrent des Ngs/G supérieurs à celle de l'espèce. Les moyennes du Ngs/G de 75% de l'effectif étudié de cette espèce sont comprises entre 5.43gs/G et 7.11gs/G.

Dans la 3ème génération la différence inter population est significative au seuil 5%. Ainsi ce caractère est très peu variable d'une population à une autre.

Le Ngs/G évolue au alentour de la moyenne de l'espèce. Cette dernière est égale à 6.96gs/G. La moyenne de 10 populations parmi les 16 testées est supérieure à celle de la sous-espèce. Les moyennes des Ngs/G de 75 % des populations se situe entre 6.49 et 7.43 gs/G.

La variabilité intra-population est faible dans la 3ème génération, alors qu'elle est moyenne dans la 2ème génération.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 14.3%. La différence est très hautement significative. La 3ème génération correspond au groupe A avec (7.25gs/G). La 2ème génération constitue le groupe B avec 5.67gs/G (tableau n° 6, en ANNEXE2).

Dans les populations L9 et L25, nous avons enregistré un nombre maximal de graines saines par gousse, respectivement pour la 2ème génération (8.98gs/G) et la 3ème génération (9.74gs /G).

La population L6 se distingue par rapport aux autres populations par le nombre de graines saines par gousse, le plus faible. Il est dénombré chez la 2ème génération (2.60gs/G). Dans la 3ème génération , chez la même population , le Ngs/G s'est élevé à 7.50gs/G).

La variabilité inter population est moyenne dans la 3ème génération. Elle est forte dans la 2ème génération. Les coefficients de variation sont respectivement de 13.61% et 28.48% (tableau n° 8, en ANNEXE 2).

Les populations de la 2ème génération se répartissent sur huit groupes chevauchant l'un sur l'autre. La moyenne de la sous-espèce est de 5.67gs/G. Elle est inférieure à la moyenne de 45.83% des populations testées, soit 11 sur 24 populations.

Dans la 3ème génération, le test de Newman-Keuls fait ressortir trois groupes A, B, C chevauchant l'un sur l'autre. Les Ngs/G de 09 populations sur 24 sont supérieures à 7.25gs/G. Cette valeur représente la moyenne de la sous-espèce. Les valeurs les plus basses et les plus élevées sont de 5.56gs/G et 9.74gs/G. Elles sont obtenues par les populations L11 et L25. Cependant, le plus grand nombre des populations présente des Ngs/G compris entre 7.84gs/G et 8.26 gs/G.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est de 10.3%. La différence est hautement significative. Nous avons compté pour la 3ème génération 6.21gs/G. Elle constitue le groupe A. Le groupe B contient la 2ème génération pour laquelle nous avons dénombré 5.18gs/G (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Dans la population B3, nous avons dénombré deux nombres maximaux de graines saines par gousse. Il s'agit de 6.66gs/G et 7.38gs /G. Ils sont enregistrés respectivement dans la 2ème et 3ème générations. Les nombres minimaux sont comptés dans les populations B1 et B8, respectivement dans les 2ème et 3ème générations. Ces nombres sont égaux à 4.18gs/G et 5.54gs/G.

La variabilité inter population est moyenne dans les 2ème et 3ème générations. Les coefficients de variation sont respectivement de 15,99% et 10.40% (tableau n° 9, en ANNEXE2).

La différence entre les populations, est très hautement significative dans la 2ème génération de cette sous espèce. Les trois groupes se chevauchent. La moyenne de la sous-espèce est de 5.18gs/G. La moitié de l'effectif étudié présente des moyennes supérieures à cette dernière. Les moyennes de 50 % des populations étudiées varient entre 4.29gs/G et 6.07gs/G.

Les 08 populations testées de la 3ème génération, de cette sous espèce appartiennent à trois groupes A, B, C. Ces derniers se chevauchent l'un sur l'autre. Les moyennes de 03 populations sur les 08 testées sont supérieures à celle de la sous-espèce. Cette dernière est égale à 6.21gs/G. Les moyennes de 75% des populations étudiées se situent entre 5.54gs/G et 6.9gs/G.

S. vermiculatus et *S. m. ssp sulcatus* donnent les meilleurs nombres de graines saines par gousse par rapport à S. *m. ssp subvillosus*. Ces résultats sont obtenus successivement dans les 2ème et 3ème générations.

1-1-6 Le nombre de graines échaudées par gousse : Nge/G (Figure 9)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est de 83.7%. La différence est non significative au niveau 5%. La 2ème génération appartient au groupe A. Le nombre de graines échaudées par gousse de cette dernière est de 0.33ge/G. Chez la 3ème génération, nous avons dénombré 0.13ge/G. Ce-ci lui accorde une place dans le groupe B (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Dans les 2ème et 3ème générations, la différence entre les populations est hautement significative. Les coefficients de variations obtenus sont respectivement de 78.64% et 72.29%.

Nous avons remarqué que chez les mêmes populations, le nombre de graines échaudées par gousse est élevé pour la 2ème génération, et faible pour la 3ème génération.

Chez la 2ème génération le nombre de graines échaudées minimal est de 0.04ge/G. Il est obtenu par la population V4. Le plus élevé est obtenu par la population V13. Il est dénombré à 1.02ge/G (tableau n° 7, en ANNEXE 2). Cependant, la majorité des populations ont des Nge/G qui se situent entre 0.06ge/G et 0.6ge/G. La moyenne de l'espèce est de 0.33ge/G. Elle est supérieure à celles de 06 populations parmi les 16 prises en compte. Pour ce caractère (Nge/G), les populations de la 2ème génération se répartissent en deux groupes chevauchant A et B.

Le nombre de graines échaudées maximal constaté dans la 3ème génération, est obtenu par les 02 populations V4 et V8. Il est de 0.30 ge/G. Pour certaines populations, le Nge/G est fort dans la 2ème génération, puis il a diminué chez ces mêmes populations dans la 3ème génération. Pour cette dernière, la population V2 est la plus touchée par l'échaudage. La moyenne de l'espèce est de 0.13ge/G. Elle est plus élevée que celles de 11 populations sur un effectif de 16 populations. Pour la majorité des populations, le Nge /G se situe entre 0.04 et 0.24 ge/G. Toutes les populations de la 3ème génération appartiennent au groupe A.

La 2ème génération est plus touchée par l'échaudage que la 3ème génération.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation étant de 98.6%. La différence est très hautement significative. Les deux générations appartiennent chacune à un groupe. La 2ème génération correspond au groupe A. Elle se caractérise par un Nge/G fort (0.51ge/G). La 3ème génération forme le groupe B. Il se distingue du 1er groupe par un Nge/G faible (0.11ge/G) (tableau n° 6, ANNEXE 2).

Nous avons remarqué que toutes les populations de la 2ème génération sont touchées par l'échaudage et en particulier la L21. Elle représente le maximal de graines échaudées par gousse dans cette génération avec 2.02ge/G. Les populations L6, L9, L21, L24, L27 de la 3ème génération ne sont pas touchées par l'échaudage.

La population la moins échaudée de la 2ème génération L10 (0.04ge/G) est touchée au même degré dans la 3ème génération.

Pour cette sous-espèce, les coefficients de variations de la 2ème et 3ème générations sont très forts. Les coefficients de variation sont respectivement de 85.96% et 94.54%. Dans chacune des générations précitées, la différence inter population est significative.

La population L21 de la 2ème génération montre une sensibilité accrue à l'échaudage. Les populations les moins sensibles à l'échaudage sont la L8 et la L10. Sur un effectif de 21 populations testées, 11 populations présentent des moyennes supérieures à celle de la sous- espèce. Cette dernière est de 0.51ge/G. Pour le plus grand nombre des populations testées de cette sous-espèce, de la 2ème génération, le Nge /G se situe entre 0.07ge/G et 0.95ge/G.

Dans la 3ème génération, les populations L6, L9, L21, L24, L27, ne sont pas touchées par l'échaudage des graines. Cependant nous avons dénombré dans la population L19, 0.32ge/G. Cette dernière est la plus sensible à l'échaudage. Sur 24 populations testées, 75 % présente des moyennes en N ge/G qui varient entre 00.00ge/G et 0.22ge/G. La moyenne de la sous-espèce est de 0.11ge/G. Elle est inférieure aux moyennes de 11 populations sur tout l'effectif étudié.

Nous avons constaté pour cette sous-espèce que la 2ème génération est plus touchée par l'échaudage que la 3ème génération.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est de 53.7%. La différence est non significative (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Pour ce qui est de ce caractère, nous avons noté chez la 2ème génération un maximum de 1.24ge /G. Ce Nge/G est dénombré dans la population B6. Le nombre maximal obtenu chez la 3ème génération est compté dans la population B8 (0.58ge/G).

Les nombres de graines échaudées par gousse les plus bas enregistrés chez les 2ème et 3ème générations sont dénombrés respectivement dans les populations B5 et B1. Ces nombres sont respectivement égaux à 0.18 et 0.12ge /G

Pour ce caractère, la variabilité inter-population est forte dans les deux générations (GII et GIII). Les C.V. sont de 68.25 % dans la 2ème génération et 40.88 % dans la 3ème génération.

La différence entre les populations de la 2ème génération est hautement significative. Les Nge/G les plus bas et les plus élevés sont obtenus par les populations B5 et B6. Leurs valeurs sont respectivement de 0.18ge/G et 1.24ge/G. Cependant, la majorité des populations donne des moyennes comprises entre 0.18ge/G et 0.79ge/G. La moyenne de la sous-espèce enregistrée par la 2ème génération est égale à 0.45ge/G. Les moyennes de 02 populations sur 08 sont supérieures à cette dernière. Le test de Newman- Keuls met en évidence la forte sensibilité de la population B6. Elle forme à elle seule le groupe A. Les autres populations appartiennent au groupe B.

La différence entre les populations de la 3ème génération est non significative. La moyenne de la sous-espèce est de 0.37ge/G. Elle est inférieure aux moyennes de 05 populations sur un effectif de 08 populations testées. Pour le plus grand nombre des populations, les moyennes oscillent entre 0.21ge/G et 0.53ge/G. Cependant, les Nge/G maximal et minimal sont de 0.12 et 0.58ge/G. Ils sont obtenus respectivement par les populations B1 et B8.

Chez cette sous-espèce, les 2ème et 3ème générations sont touchées au même degré par l'échaudage.

1-1-7 Le nombre de graines bruchées par gousse : Ngb/G (Figure 10)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est égal à 67.4%. La différence est non significative (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Nous avons remarqué que les populations, pour lesquelles le nombre de graines bruchées par gousse est faible chez la 2ème génération, sont devenues les plus touchées par l'attaque des bruches dans la 3ème génération et vice versa. Citons entre autres les populations V7 et V13. Nous avons enregistré pour la population V7, 0.04gb/G et 0.62 gb/G respectivement pour les 2ème et 3ème générations. Pour la population V13, nous avons compté 0.74gb/G pour la 2ème génération et 0.48gb/G pour la troisième génération.

Pour ce caractère, des coefficients de variation de 87.06% et 49.50% sont obtenus respectivement par les 2ème et 3ème générations. La différence inter-population est hautement significative dans la 2ème génération et très hautement significative dans la 3ème génération.

Pour le nombre de graines bruchées par gousse, dans la 2ème génération, deux groupes A et B chevauchant apparaissent. Le Ngb/G oscille entre 0.04gb/G et 0.74gb/G. Ces valeurs sont notées respectivement dans les populations V7 et V13. La moyenne de l'espèce est de 0.24gb/G. Sur 16 populations testées, 11 donnent un nombre de graines bruchées inférieur à la moyenne. Sur l'ensemble de l'effectif testé, 75% présente des moyennes qui varient entre 0.04gb/G et 0.45gb/G.

Dans la 3ème génération, trois groupes chevauchant, A, B, C, apparaissent. Nous avons remarqué que 11 populations sur 16 montrent un nombre de graines bruchées par gousse nul. La population V16 exprime une forte sensibilité dans cette génération avec 0.62gb/G. La moyenne de l'espèce est de 0.37 %. Sur 16 populations testées, 09 donnent des moyennes supérieures à celle constaté pour l'espèce dans la 3ème génération.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est égal à 52.4%. La différence est significative au seuil 5 %.

Pour le nombre de graines bruchées par gousse, le groupe A représente la 1ère génération avec (1.62gb/G). La 3ème génération correspond au groupe B avec (1.06gb/G) (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

Nous avons remarqué pour l'ensemble des populations étudiées que l'attaque des bruches est plus sévère dans la 2ème génération par rapport à la 3ème génération

Les nombres de graines bruchées par gousse les plus élevés sont dénombré dans les populations L6 (4.48gb/G) et L9 (2.92gb/G) respectivement pour les 2ème et 3ème générations . Les populations les moins sensibles aux bruches sont la L23 (0.58gb/G) de la 2ème génération et la L24 (0.48gb/G) de la 3ème génération.

Pour les 2ème et 3ème générations, les coefficients de variation sont respectivement de 56.73% et 51.45%. La différence est très hautement significative dans la 2ème génération. Elle est hautement significative dans la 3ème génération.

Dans la 2ème génération, nous avons constaté que huit groupes émergent grâce au test de Newman-Keuls. Les populations L6 et L10 occupent à elles seules respectivement les groupes A et B. Ceci reflète leurs sensibilités intenses aux bruches. Les autres populations sont réparties sur six groupes qui se chevauchent l'un sur l'autre. La moyenne de la sous-espèce dans cette génération est de 1.62gb/G. Elle est inférieure aux moyennes de 08 populations sur les 24 testées. La majorité des populations présente un Ngb/G en moyenne qui varie entre 0.68gb/G et 2.56gb/G .

Dans la 3ème génération, cinq groupes surgissent du test de Newman-Keuls pour le nombre de graines bruchées par gousse. La population L9 est la plus sensible aux attaques des bruches. Nous l'avons trouvé isolée dans le groupe A. Les autres populations appartiennent aux quatre groupes restants qui se chevauchent. La majorité des populations ont des moyennes qui sont comprises entre 0.54gb/G et 1.66gb/G. Sur l'ensemble de l'effectif testé 08 populations montrent des moyennes supérieures à celle de la sous-espèce (1.10gb/G).

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation étant de 30.9%. La différence est très hautement significative. La 2ème génération représente le groupe A avec (1.49gb/G). La 3ème génération correspond au groupe B avec (0.66gb/G) (tableau n° 6, en ANNEXE 2).

D'après les moyennes des populations, nous avons remarqué pour la même population ; B1 les nombres maximals de graines bruchées dénombrés, chez les 2ème et 3ème générations. Les valeurs prises par ce caractère sont respectivement de 2.98 et 1.28gb/G. Nous avons aussi compté pour les populations les moins touchées par les bruches 0.65 gb/G chez la 2ème génération et 0.3 gb/G chez la 3ème génération. Ces valeurs sont obtenues par les populations B4 et B5.

Dans les 2ème et 3ème générations, la variabilité inter population est élevée. Les coefficients de variation sont respectivement de 42.80% et 46.35%. La différence est très hautement significative dans les deux générations.

Dans la 2ème génération, la population B1 se distingue des autres populations par sa forte sensibilité aux bruches. Elle constitue à elle seule le groupe A. Les deux autres groupes B et C renferment les 07 populations restantes. Ces groupes se chevauchent l'un sur l'autre. Sur 08 populations, 05 montrent des moyennes inférieures à celle de la sous-espèce. Cette dernière est égale à 1.49gb/G. Sur l'ensemble des populations testées, 75% donnent des moyennes qui varient entre 0.81gb/G et 2.17 gb/G.

Dans la 3ème génération, deux groupes A et B chevauchant l'un sur l'autre apparaissent, pour ce caractère. La population B1 est la plus exposée aux attaques des bruches. La population B5 est la moins touchée par les bruches. La moyenne de l'espèce est de 0.65gb/G. Elle est supérieure aux moyennes de 62% de l'effectif pris en compte.

La 2ème génération est la plus touchée par l'attaque des bruches que la 3ème génération.

L'espèce *S. vermiculatus* est la plus tolérante à l'attaque des bruches, dans les 2ème et 3ème générations et à l'échaudage dans la 2ème génération par rapport aux deux 2 sous-espèces *S. m. ssp subvillosus* et *S. m. ssp sulcatus*. Cette dernière est la plus sensible à l'attaque des bruches dans les deux générations GII et GIII, et au phénomène de l'échaudage dans la 2ème génération. Toutefois, la 3ème génération de *S. m. ssp sulcatus* s'est montrée plus tolérante à l'échaudage que *S. m. ssp subvillosus* et *S. vermiculatus*. La sensibilité de *S .m. ssp subvillosus* à l'échaudage est très importante. *S. vermiculatus* donne un Nge /G intermédiaire entre ceux obtenus par les deux sous-espèces.

1-2 La variabilité des paramètres relatifs à la germination

1-2-1 Les graines intactes (non scarifiées)

1-2-1-1 Le taux de graines dures :Tgd (Figure 11 et planche III)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 14.20%. Pour cette espèce, la dureté des graines présente une différence inter-génération très hautement significative (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

La variabilité intra-génération est très faible dans la 1ère génération (C.V. = 1.20%). Elle est moyenne dans la 2ème génération (C.V. = 10.90%), et forte dans la 3ème génération (C.V. = 23.19%) (tableau n° 11, en ANNEXE 2).

En ce qui concerne la 1ère génération, le taux de graines dures le plus élevé, a été constaté chez la population V12. Ce taux étant de 99%. La population V5 présente le taux le plus bas avec 95% de graines dures. Le même taux de population 56.25% présente des taux qui oscillent entre 96.23% et 98.65%. La moyenne de l'espèce est de 97.44%. Elle est supérieure à 56.25% des populations étudiées.

Dans la 2ème génération, le taux de graines dures obtenu pour cette espèce oscille entre 58% et 100%. Cette dernière valeur, c'est le maximal enregistré seulement par la population V17. Toutefois, 81.25% des populations présentent des taux compris entre 73.43% et 92.07% de graines dures. La moyenne de l'espèce pour ce caractère est de 82.75%. Elle est inférieure aux moyennes de 50% des populations testées.

Chez la 3ème génération, la moyenne de l'espèce observée pour ce caractère est égale à 81%. Sur les 16 populations testées, 09 montrent des taux de graines dures qui sont supérieurs à cette dernière. Nous avons enregistré un taux maximal de 98% chez 02 populations V15 et V16, et un taux minimal chez la population V8 de 20%. Cette valeur est exceptionnelle étant donné, les résultats obtenus antérieurement par cette population.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus :***

La variabilité inter génération est faible. Le coefficient de variation est de 5.3%. Dans cette sous-espèce, la 3ème génération est supérieure à la 1ère génération. Le taux de graines dures est respectivement de 94.50% et 92.44%. Ces deux générations constituent le groupe A. La 2ème génération avec 85% de graines dures se trouve isolée dans le groupe B (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

La population L1 donne pour les 2ème et 3ème générations les plus bas taux de graines dures, soit respectivement 70% et 82%. La population L26 présente un taux de graines dures de 100% dans la 1ère génération. Il est devenu 84% dans la 2ème génération. Il s'est élevé à 90% dans la 3ème génération.

La variabilité intra génération est faible chez les trois générations. Les coefficients de variation sont de 4.37% dans la 1ère génération, 7.56% dans la 2ème génération et 4.70% dans la 3ème génération (tableau n° 12, en ANNEXE 2).

Pour ce qui est de la 1ère génération, mis à part la population L26 qui présente un taux de 100% de graines dures, la majorité des population enregistrent des taux qui oscillent entre 88.32% et 96.56%. La population L22 montre le taux le plus faible 85.5% de graines dures. Les moyennes de 13 populations sur 24 testées sont supérieures à celle de la sous espèce soit 54.17 % de l'effectif testé. La moyenne de la sous-espèce est égale à 92.44%.

Dans la 2ème génération, 16 populations sur 24 montrent un taux de graines dures qui varie entre 78.4% et 91.57%. Les taux de graines dures maximal et minimal sont respectivement de 98% et 70%. Ils sont notés respectivement chez les populations L25 et L1. La moitié des populations prises en compte, soit 50%, présente des taux de graines dures supérieurs à la moyenne, Cette dernière étant de 85%.

Dans la 3ème génération, les taux de graines dures minimal et maximal sont de 82% (L1) et de 100% (L4, L 6, L 10, L 21, L 23, L 25). La moyenne est de 94.5%. Elle est inférieure à celles des 11 populations parmi les 24 testées. La majorité des populations ont des moyennes qui varient entre 89.96% et 99.04%.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est faible. Le coefficient de variation est égal à 7%. Pour la dureté des graines, les moyennes de l'espèce, enregistrées chez chaque génération ne sont pas significativement différentes d'une génération à une autre (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

La variabilité intra génération est moyenne pour la 1ère génération. Elle est faible pour les 2ème et 3ème générations. Les coefficients de variation sont respectivement de 10.29%, 9.81% et 6.38% (tableau n° 13, en ANNEXE 2).

La moyenne de l'espèce de la 1ère génération est de 95.63% de graines dures. Elle est inférieure à 75% des populations prises en compte. Les populations B6 et B1 présentent respectivement le maximal avec 99.5% et le minimal avec 86% de graines dures.

Dans la 2ème génération, 06 populations sur 08 enregistrent un taux de graines dures supérieur à la moyenne de l'espèce. Cette dernière est égale à 89.75%. Les taux de graines dures les plus bas et les plus élevés sont constatés chez les populations B3 avec 74% et B 8 avec 98% de graines dures. Toutefois, le plus grand nombre des populations de cette sous-espèce donne des taux qui varient entre 80.34% et 98%.

Dans la 3ème génération, nous avons constaté un taux de graines dures de 100% seulement chez la population B6. Le taux minimal est de 80%. Il est remarqué dans la population B3. La moyenne de la sous-espèce est de 94%. Elle est inférieure à celles de 62.5% des populations prises en compte. Le taux de graines dures oscille entre 87.5% et 100%, pour la majorité des populations. Cette dernière est estimé à 87.5% de l'effectif considéré.

Le taux de graines dures le plus fort de la 1ère génération est rencontré chez l'espèce *S. vermiculatus*. Le taux le plus faible est celui engendré par *S. m. ssp sulcatus*. Par contre dans les 2ème et 3ème générations, les deux sous-espèces *S. m. ssp subvillosus* et *S. m. ssp sulcatus* montrent les taux de graines dures les plus élevées par rapport à ceux de l'espèce *S. vermiculatus*.

1-2-2 Les graines scarifiées

1-2-2-1 Le taux de germination au 5ème jour : Tg5ème j (Figure 12 et planche IV)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter-génération est forte. Le coefficient de variation est de = 51.1%. La différence entre les générations est très hautement significative. Les trois générations se classent en deux groupes distincts A et B. La 1ère génération se distingue par un taux de germination des graines très fort (38.31%) par rapport aux autres. Elle occupe le groupe A. Les 2ème et 3ème générations accusent des taux de germination des graines nettement moins importants que celui précité. Ils sont respectivement de 0.50% et 1.06%. Les 2ème et 3ème générations forment le groupe B (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

Sur 16 populations testées, nous avons noté 0% de graines germées dans 13 et 08 populations appartenant respectivement aux 2ème et 3ème générations. Dans la 1ère génération, le minimal est de 15 sur cent graines qui germent. En moyenne de l'espèce, le taux de germination des graines au 5ème jour a sensiblement diminué dans les deux dernières générations GII et GIII par rapport à la 1ère génération. Dans les 2ème et 3ème générations, les populations montrent une germination des graines, très faible et qui ne dépasse pas les 4% dans la 2ème génération et 6% dans la 3ème génération. Ces valeurs sont enregistrées respectivement chez les populations V11 et V8.

La variabilité intra génération est forte dans les trois générations. Le coefficient de variation de la 1ère génération est de 29.68%. Cependant, les 2ème et 3ème générations présentent toutes les deux des coefficients de variation supérieurs à 100% (tableau n°11, en ANNEXE2).

Nous avons noté dans la 1ère génération, une moyenne de l'espèce égale à 38.31%. Elle est inférieure à la moyenne de 50% des populations testées. Un grand nombre de ces dernières présente des taux de germination au 5ème jour compris entre 35% et 48%. Les taux minimal et maximal sont respectivement de15% et 64%. Ils sont enregistrés respectivement chez les populations V15 et V12.

Pour la 2ème génération, nous n'avons décelé aucune différence significative entre les populations. A l'exception des populations V4, V5, V11, pour lesquelles nous enregistrons 2% à 4% de graines germées, aucune graine ne germe pour les autres populations.

Dans la 3ème génération, la différence inter populations est non significative. Le taux de graines germées dans les populations de cette espèce ne dépasse pas les 6%. Il est enregistré par la population V 8. La moitié des populations prises en compte, soit 50%, donne zéro graines germées sur 100.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est égal à 24.6%. La différence inter génération est très hautement significative. Les groupes A et B immergent du test de Newman-Keuls (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

Pour la germination au 5ème jour, sur les 24 populations testées de cette sous-espèce, nous avons obtenu 06 et 08 populations dont le taux de germination est de zéro. Ces résultats sont enregistrés respectivement dans les 2ème et 3ème générations. Les moyennes de ces dernières sont respectivement de 3.42%, et 3.33% de graines germées. Elles sont incluses toutes les deux dans le groupe B. Le groupe A contient la 1ère génération avec 83.83% de graines germées. Nous avons noté une nette diminution du taux de germination des graines au 5ème jour successivement dans les 2ème et 3ème générations par rapport à la 1ère génération. Citons, à titre d'exemple, la population L4 dont le taux de graines germées à cette date est de 100% pour la 1ère génération. Ce taux diminue à 1% pour la 2ème génération. Il devient 0% dans la 3ème génération.

Dans la 1ère génération, la variabilité intra-génération est moyenne. Le coefficient de variation est égal à 13.11%. Ce dernier est supérieur à 100% dans les 2ème et 3ème générations (tableau n° 12, en ANNEXE 2).

Pour la 1ère génération, nous avons enregistré un taux maximal de 100% de graines germées au 5ème jour uniquement chez la population L4. Cependant, 62.5% des populations de cette sous-espèce présentent des taux supérieurs à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est évaluée à 83.83%. Le taux le plus bas est de 57%, nous l'avons remarqué dans la population L25.

La différence inter population est significative au seuil 5%. Le groupe A, regroupe toutes les populations de la 2ème génération. Ceci montre qu'en dépit de la différence significative qui règne au sein de cette sous-espèce, elle n'est pas importante. Les populations L8, L9, L10, L14, L17, L19 donnent 0 graines germées sur 100 graines.

La différence inter population de la 3ème génération est significative au seuil 1%. Pour ce caractère, les populations sont classées en trois groupes A, B, et C chevauchant l'un sur l'autre. Des taux de germination nuls sont enregistrés chez 08 populations sur les 24 étudiées. La moyenne de la sous-espèce est de 3.33% de graines germées. Sur les 24 populations testées, 17 donnent des taux de germination au 5ème jour inférieurs à cette dernière. Exceptionnellement, les populations L27 et L22 donnent des taux de germination au 5éme jour respectivement de 15 et 18%.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est de 28.7%. La différence est très hautement significative. Les trois générations appartiennent à deux groupes distincts A et B. Dans le groupe A sont incluses les 2ème et 3ème générations, vu les conditions expérimentales identiques. Leurs taux de germination au 5ème jour enregistrés par ces générations sont respectivement de 9.38% et 12.88% de graines germées, Pour la 1ère génération, le taux de germination des graines est fort. Elle appartient au groupe A avec 73.50%. (Tableau n° 10, en ANNEXE 2).

Contrairement à ce qui est observé chez la sous-espèce S. *m. ssp sulcatus* et l'espèce S. *vermiculatus* , chez la sous-espèce S. *m. ssp subvillosus*, certaines populations présentent des taux de germination au 5ème jour intéressants. Ceci est enregistré pour les 2ème et 3ème générations. Citons entre autres les populations B1, B3, et B8 ; comme le montre le (tableau n° 13, en ANNEXE 2).

La variabilité intra génération est moyenne dans la 1ère génération. Le coefficient de variation est égal à 10.60 %. Ceux des 2ème et 3ème générations sont très forts. Ils valent respectivement 92.67% et 98.43%.

Concernant la 1ère génération, seulement 37.5% des populations ont un taux supérieur à la moyenne de la sous-espèce. Cette dernière est de 73.5%. Les taux le plus faible et le plus élevé enregistrés par cette sous-espèce sont de 64% et 91%. Ces valeurs sont obtenues par les populations B3 et B1.

La différence inter population de la 2ème génération est non significative. Une exception est enregistrée chez cette sous-espèce pour le taux de germination des graines au 5ème jour. Il s'agit de 05 populations sur 08 qui présentent des taux de germination des graines supérieurs à 5%. Nous avons constaté pour les populations B2 et B5 des taux de germinations au 5ème jour nuls.

Dans la 3ème génération et pour cette sous-espèce, la population B5 donne 0 % de graines germées dans la 3ème génération. Le plus grand nombre de populations ont des taux de germination qui varient entre 0% et 26.42%. Les populations B3 et B8 donnent des taux respectivement de 32 et 36 %. La moyenne de la sous-espèce est de 12.88%. Elle est supérieure à celle de 75% de l'effectif testé. Au seuil 5%, la différence inter population est non significative.

1-2-2-2 Le taux de germination au 10ème jour : Tg 10ème j (Figure 13 et planche V)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est de 23%. La différence est très hautement significative. Les trois générations se répartissent sur trois groupes distincts A, B et C. Un taux de germination des graines au 10ème jour élevé est remarqué dans l'ensemble des populations de la 1ère génération.

Ceci lui permet de se classer en tête avec une moyenne de l'espèce de 85.19% de graines germées. Les 2ème et 3ème générations forment respectivement les groupes C avec 7.94% et B avec 18.19% de graines germées (tableau n°10, en ANNEXE 2).

Certaines populations, comme la V2 et la V17 réagissent de la même façon que se soient pour la 2ème ou la 3ème génération. Ces populations donnent des taux de graines germées très faibles, et ne dépassent pas les 2%.

La variabilité inter population de la 1ère génération est faible. Le coefficient de variation est égal à 9.27%. Les coefficients de variation des 2ème et 3ème générations sont respectivement de 85.38% et 78.24% (tableau n° 11, en ANNEXE 2).

Pour ce qui est de la 1ère génération, les taux le plus fort et le plus faible sont constatés respectivement chez les populations V12 (98%) et V2 (67%). La moitié des populations, soit 50%, des populations testées montre des moyennes supérieures à celle de l'espèce. La moyenne de cette dernière est de 85.19%.

Dans la 2ème génération, pour la germination des graines au 10ème jour, la différence inter- population est non significative. Les taux de germination des graines de 06 populations sur 16 sont supérieurs à 10%. Sur 24 populations testées, 12 donnent des moyennes qui varient entre 0.93% et 14.93%.

La différence inter population dans la 3ème génération est significative au seuil 5%. Le test de Newman-Keuls, regroupe toutes les populations dans le même groupe. Le maximum de graines germées au 10ème jour est enregistré chez la population V8 avec un taux de 47%. Le minimum est constaté chez la population V13 (1%). Cependant, le taux de graines germées à cette date de l'essai, obtenu, chez le plus grand nombre de populations testées, oscille entre 3.48% et 32.88%. La moyenne de l'espèce est de 18.19%. Elle est inférieure aux moyennes de 05 populations sur 16 étudiées.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus*** *:*

La variabilité inter-génération est forte. Le coefficient de variation est de 32.5%. La différence inter-génération est très hautement significative. Les trois générations appartiennent à trois groupes distincts A, B, et C. Ces groupes sont respectivement représentés par la 1ère, la 3ème et la 2ème générations. Les moyennes prises par chacune de ces dernières sont respectivement de 94.96%, 31.29% et 21.83%. Cependant, une nette différence est perceptible en moyenne de la sous-espèce entre la 1ère génération et celles des 3ème et 2ème générations. Le taux de germination des graines au 10ème jour de la 1ère génération est supérieur trois fois à celui obtenu par la 3ème génération et plus de quatre fois à celui noté chez la 2ème génération (tableau n° 10, en ANNEXE 2). Dans la 1ère génération, les populations L1, L4, L5, L6, L7, L9, L19 présentent des taux de germination des graines au 5ème jour de 100%. Ce dernier diminue dans les générations qui la suivent c'est à dire la GII et la GIII. Cette diminution est évaluée à moins de 50% de graines germées au 10ème jour.

La variabilité intra génération est faible dans la 1ère génération. Le coefficient de variation est égal à 6.97%. Elle est forte dans les 2ème et 3ème générations. Les coefficients de variation sont respectivement de 74.38% et 71.11%.

Nous avons remarqué dans la 1ère génération un taux de germination au 10ème jour de 100% chez les 07 populations suivantes L1, L4, L5, L6, L7, L9, L19. Le taux le plus bas est de 72% de graines germées. Il est obtenu par la population L23. La moyenne de l'espèce est de 94.96%. Elle est supérieure à celles de 07 populations des 24 testées.

Pour ce caractère, les moyennes des populations testées de la 2ème génération ne diffèrent pas significativement entre elles. Pour les populations L9 et L14, les taux de germination passent de 0 graines germées pour cent, au 5ème jour à respectivement 17 et 16% au 10ème jour.

Pour la 3ème génération, les taux de germination des graines au 10ème jour sont compris entre 0% (L25) et 89% (L22). Néanmoins, le plus grand nombre des populations a des taux qui varient entre 8.56% et 54.02%. Les moyennes prises par 11 populations sur les 24 testées sont supérieures à celle de la sous espèce qui est de 31.29% de graines germées. Les 24 populations sont réparties sur deux groupes A et B chevauchant l'un sur l'autre.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation étant de 25.50%. La différence inter-génération est très hautement significative. Les trois générations appartiennent à trois groupes distincts A, B, et C. Pour la germination au 10ème jour, les trois générations donnent en moyenne de sous espèce, des taux de germination des graines nettement différents l'un de l'autre. Chaque génération est incluse dans un des trois groupes cités. Ce qui reflète une forte variabilité entre les générations. Les taux de germination enregistrés sont par ordre décroissant de 96.5% pour la 1ère génération, 51.63% pour la 3ème génération et 37.75% pour la 2ème génération. Les valeurs des trois générations citées ci-dessus représentent respectivement les groupes A, B, et C (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

Dans la 1ère génération, les populations B4, B5, B6, B8, présentent des taux de germination des graines de 100%. Cette dernière a diminué dans les autres générations. Le taux de diminution varie entre 25% et 50% suivant les populations.

La variabilité intra génération de la 1ère génération est faible. Le coefficient de variation est égal à 4.77%. Celles des 2ème et 3ème générations sont fortes. Leurs coefficients de variation sont respectivement de 38.51% et 41.10%.

Les populations B4, B5, B6, B8 de la 1ère génération germent à 100% au 10ème jour. La moyenne de l'espèce est de 96.5%. Elle est supérieure à celle d'une seule population la B2. La valeur de cette dernière est de 87%.

Dans la 2ème génération, le taux de germination des graines au 10ème jour varie entre 17% et 61%. Ces taux sont pris respectivement par les populations B6 et B1. La population B6 paraît différente des populations B2 et B5. Ces dernières présentent des taux de germination qui passent de 0 % obtenu au 5ème jour à respectivement 22% et 37 % au 10ème jour. Au seuil 5%, la différence intra génération est non significative.

Dans la 3ème génération, la différence inter-population est significative au seuil 01%. Le test de Newman-Keuls met en évidence l'appartenance des 08 populations prises en compte à un seul groupe A. Pour cette sous-espèce, nous avons constaté pour l'ensemble des populations des taux de germination qui dépassent les 25%. Cette dernière représente la valeur minimale. Elle est obtenue par la population B4. Le taux maximal de graines germées est de 78%. Il est enregistré chez les populations B3 et B8. La moyenne de la sous-espèce est de 51.63%. Elle est inférieure à celles de 50 % des populations testées.

L'espèce *S. vermiculatus* engendre le taux de germination aux 5ème et 10ème jours les plus faibles dans les trois générations que les deux sous-espèces *S. m. ssp sulcatus et S.m.ssp subvillosus*. Cette dernière donne dans les 2ème et 3ème générations les taux de germination des graines au 5ème jour les plus forts par rapport à l'autre sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* et l'espèce *S. vermiculatus*.

Dans les trois générations, le meilleur taux de germination au 10ème jour est noté chez la sous espèce *S. m. ssp subvillosus.*

1-2-2-3 La vitesse de germination : V.G. (Figure 14)

❖ ***Scorpiurus vermiculatus :***

La variabilité inter génération est très forte. Le coefficient de variation est de 50%. La différence est très hautement significative. Le classement des générations, grâce au test de Newman-Keuls au seuil 5% permet d'identifier trois groupes distincts A, B et C.

Pour ce caractère, dans la 1ère génération la vitesse de germination en moyenne de l'espèce est évaluée à 4.18 graines par jour. Cette génération occupe à elle seule le groupe A. Les groupes B et C représentent respectivement la 3ème et 2ème génération. Les vitesses de germination enregistrées dans ces dernières sont respectivement de 2.77 g/j et 1.23 g/j. La vitesse de germination de la 1ère génération représente le double de la 3ème génération, et plus du triple de la 2ème génération (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

La variabilité inter population est forte à très forte. Les coefficients de variation sont de 25.4% dans la 1ère génération et de 88.14%, 84.27% respectivement dans la 2ème et 3ème générations (tableau n° 11, en ANNEXE 2).

La plus grande vitesse de germination constatée chez la 1ère génération est remarquée chez la population V2 (6.10g/j), la population V15 donne la vitesse de germination la plus faible (3.40g/j). Les moyennes des vitesses de germination prises par 05 populations sur 15 sont plus élevées que celle de l'espèce. La moyenne de cette dernière est de 4.48g/j.

Dans la 2ème génération, l'espèce *S. vermiculatus* en comparaison avec les deux sous-espèces testées de *S. muricatus,* enregistre des vitesses de germination très basses, voire même nulles. Comme le cas de la population V1. La meilleure vitesse de germination est enregistrée chez la population V12 (3.78g/j). Cette population montre un taux nul en graines germées au 5ème jour de l'essai. Au 10ème jour, grâce à cette vitesse de germination, cette même population enregistre un taux maximal de graines germées (23%). La moyenne de l'espèce est de 1.23g/j. Les moyennes des vitesses de germination enregistrées par 09 populations sur 16 sont inférieures à cette valeur.

Dans la 3ème génération, les vitesses de germination minimale et maximale sont enregistrées respectivement chez les populations V13 et V3. Ces vitesses sont respectivement de 0.16g/j et 6.56g/j. La moyenne de l'espèce est de 2.77g/j. Parmi les 16 populations étudiées, 10 présentent des vitesses de germination inférieures à cette dernière. Toutefois, chez les 03 populations suivantes V3, V8 et V12, des vitesses de germination supérieures à 6g/j sont notées.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp sulcatus :***

La variabilité inter génération est forte. Le coefficient de variation est de 53.5%. La différence est hautement significative. Les trois générations se classent en deux groupes A et B.

La 1ère génération vient en tête et représente le groupe A. Il est caractérisé par une vitesse de germination de 5.49 graines germées par jour (g/j). La 3ème génération se trouve en position intermédiaire avec 4.51g/j. Elle appartient à la fois aux groupes A et B. La 2ème génération appartient au groupe B. Elle montre une vitesse de germination de 3.15g/j (tableau n° 10, ANNEXE 2).

Dans la 1ère génération la variabilité inter-population est moyenne, le coefficient de variation est égal à 18.27%. Elle est très forte dans les 2ème et 3ème générations. Leurs coefficients de variation sont respectivement de 73.78% et 68.36% (tableau n° 12, en ANNEXE 2).

Dans la 1ère génération, les vitesses de germination minimale et maximale sont respectivement de 3.5g/j et 8.80g/j. Elles sont obtenues respectivement par les populations L23 et L5. Plus de la moitié des populations étudiées, soit 54%, montrent des vitesses de germination supérieures à 5.49g/j. Cette valeur représente la moyenne de la sous-espèce. La population L23 dont les taux de germination aux 5ème et 10ème jour sont les plus bas, donne aussi la vitesse de germination la plus petite.

Pour ce qui est de la 2ème génération, les vitesses de germination la plus basse et la plus élevée sont enregistrées chez les populations L20 et L23. Ces vitesses sont respectivement de 0.58g/j et 10.95g/j. Cependant, pour le plus grand nombre des populations, la vitesse de germination est comprise entre 4.96g/j et 2.22g/j. La moyenne enregistrée est de 3.15g/j. Elle est supérieure à celles de 15 populations sur les 24 testées.

En ce qui concerne la 3ème génération, les vitesses de germination minimale et maximale sont évaluées respectivement à 0g/j et 12.16g/j. Ces valeurs sont enregistrées respectivement chez les populations L25 et L21. Un grand nombre des populations étudiées de cette sous-espèce présente des vitesses comprises entre 3.44 et 6.78 g/j. La moyenne de la sous-espèce est de 4.50g/j. Les moyennes de 13 populations sur 24 sont inférieures à cette dernière.

❖ ***Scorpiurus muricatus ssp subvillosus :***

Pour cette sous espèce, le coefficient de variation est supérieur à 100%. La différence entre les générations est non significative au niveau 5% (tableau n° 10, en ANNEXE 2).

La variabilité inter population est moyenne pour la 1ère génération. Elle est forte pour les 2ème et 3ème générations. Les coefficients de variation sont respectivement de 17.8%0, 28.72% et 39.92 % (tableau n° 13, en ANNEXE 2).

La moitié des populations de la 1ère génération, soit 50% de l'effectif, présente une vitesse de germination supérieure à la moyenne de la sous-espèce. Celle-ci est égale à 4.45g/j. Les vitesses extrêmes sont de 3.60g/j et 5.50g/j. Elles sont enregistrées respectivement chez les populations B7 et B2.

Pour ce qui est de la 2ème génération, la vitesse de germination moyenne de la sous-espèce est de 5.07g/j. Néanmoins, 05 populations sur 08 présentent des vitesses inférieures à cette dernière. Nous avons remarqué pour la population B1 une vitesse de 7.7g/j. Ce résultat lui permet d'avoir le maximum de graines germées au 10ème jour, soit 61%.

Dans la 3ème génération, la vitesse moyenne de la sous-espèce est de 6.67g/j. Elle est inférieure aux moyennes de 50% des populations étudiées. Chez les populations B6 et B4, nous avons noté des vitesses de germination qui valent respectivement, pour la plus basse 10,36 g/j et la plus élevée de 2,93g/j.

Dans la 1ère génération, la sous-espèce *S. m .ssp sulcatus* donne la meilleure vitesse de germination par rapport à la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*. Dans les 2ème et 3ème générations c'est le contraire qui est noté.

1-3 Les corrélations

L'examen des matrices de corrélations en (ANNEXE 3) met en lumière des relations importantes. Ces dernières sont obtenues d'une part entre les caractères pris en compte, et d'autre part entre ces derniers et les facteurs du milieu d'origine des populations testées. Ceci est remarqué pour chaque génération, chez chacune des espèces et sous espèces étudiées.

1-3-1 Les relations entre les caractères testés

Nous avons constaté que les populations qui présentent un poids moyen d'une gousse faible, donnent un poids de 1000 graines faible, et vice versa. Ce résultat est noté chez les trois générations de l'espèce *S. vermiculatus* et la sous espèces *S. m .ssp sulcatus*, ainsi que la 3ème génération de *S. m. ssp subvillosus.*

Les populations de la 1ère génération de *S. vermiculatus* dont le poids de 1000 graines est fort, présentent un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort. Celles de la 1ère génération de *S .m. ssp sulcatus* qui ont un poids de 1000 graines fort présentent un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible. Les populations de la 3ème génération de *S. vermiculatus*, des 2ème et 3ème générations de *S. m. ssp sulcatus*, caractérisées par un poids de 1000 graines faible, sont aussi caractérisées par un nombre de graines par gousse et un nombre de graines saines par gousse élevés.

Les populations de la 3ème génération de *S. vermiculatus* qui donnent un nombre de graines saines par gousse élevé présentent un nombre de graines par gousse fort et un nombre de graines bruchées par gousse réduit. Celles de la 2ème génération de *S. vermiculatus* et des 2ème et 3ème générations de *S. m. ssp sulcatus* caractérisées par un nombre de graines par gousse élevé, engendrent un nombre de graines saines par gousse fort.

Chez la 3ème génération *de S .m. ssp subvillosus*, les populations ayant un nombre de graines saines par gousse élevé, engendrent également un nombre de gaines par gousse et un poids moyen d'une gousse tous les deux élevés .

Les populations de la 2ème génération de *S. m. ssp sulcatus* ayant un nombre de graines par gousse et un nombre de graines saines par gousse élevés, présentent un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible.

Les populations de la 2ème génération de *S. m. ssp sulcatus* et de *S. vermiculatus*, qui présentent un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort, présentent aussi un nombre de graines saines par gousse élevé. Celles de la 2ème génération de *S. vermiculatus,* ont le rapport poids des graines sur le poids des gousses et le nombre de graines saines, qui évoluent dans le même sens.

Chez la 2ème génération de *S. vermiculatus*, nous avons remarqué que les populations sensibles à l'échaudage sont également sensibles aux attaques des bruches.

Les populations de la 2ème génération de *S. m. ssp sulcatus* dont le nombre de graines par gousse est élevé présentent un nombre de graines échaudées par gousse faible.

Les populations appartenant aux générations G II de *S. vermiculatus* et *S .m. ssp subvillosus* et celles des 2ème et 3ème générations de *S .m. ssp sulcatus* ont le rapport poids des graines sur le poids des gousses et le nombre de graines bruchées par gousse qui évoluent dans des sens opposés.

Pour les 2ème générations de *S. vermiculatus* et *S. m. ssp sulcatus*, les populations pour lesquelles nous avons constaté un nombre de graines saines fort, présentent un nombre de graines bruchées par gousse réduit.

Pour la 2ème génération de *S. vermiculatus*, les populations caractérisées par un nombre de graines échaudées par gousse réduit, sont caractérisées par un nombre de graines saines par gousse élevé.

Pour le reste des caractères des gousses et des graines, les corrélations sont non significatives et montrent que ces caractères sont indépendants les uns des autres.

Chez la 3ème génération de *S. vermiculatus*, la dureté des graines est corrélée au niveau 5%, dans le même sens avec le poids de 1000 graines et la germination des graines au 5ème jour. Chez la même génération et la même espèce, la dureté des graines est corrélée au niveau 5%, dans des sens opposés avec le nombre de graines par gousse, la germination des graines au 10ème jour et la vitesse de germination.

Au seuil 1%, nous avons constaté des corrélations; positives entre le nombre de graines par gousse, le nombre de graines saines par gousse et la dureté des graines. Une corrélation négative au niveau 5% est enregistrée entre cette dernière et le poids de 1000 graines pour la 2ème génération d e *S. m. ssp sulcatus*. Au même seuil de signification que précédemment, la dureté des graines chez la 1ère génération de *S. m. ssp subvillosus* est corrélée négativement avec la germination des graines au 5eme jour.

La germination au 5ème jour dans *S. vermiculatus* est corrélée négativement au seuils, respectivement, 1% avec le poids moyen d'une gousse et le poids de 1000 graines de la 1ère génération, et 5% avec le poids moyen d'une gousse de la 3ème génération.

Pour la 3ème génération de *S. vermiculatus*, la vitesse de germination est corrélée positivement au seuil 0.1% avec la germination au 10ème jour. Au niveau 5%, cette dernière est liée positivement avec la germination au 5ème jour et le nombre de graines par gousse. Chez la même génération de la même espèce, nous avons constaté des corrélations négatives respectivement au seuil 1% avec le poids de 1000 graines et au seuil 5% avec le poids moyen d'une gousse.

La germination au 10ème jour chez les trois générations de *S. m. ssp sulcatus* et chez les 2ème et 3ème générations de *S. m. ssp subvillosus*, évolue dans le même sens avec la germination au 5ème jour.

La germination au 10ème jour est corrélée positivement au seuil 0.1% avec la vitesse de germination. Elle est aussi liée au seuil 1% avec le nombre de graines bruchées par gousse respectivement pour les deux générations GII et GIII de *S. m. ssp sulcatus* et pour la 2ème génération de *S. m. ssp subvillosus*

Chez la 1ère génération de *S. m. ssp sulcatus*, au seuil 5% la germination au 10ème jour évolue dans le même sens que le rapport poids des graines sur le poids des gousses.

La vitesse de germination des graines est corrélée positivement au seuil 1% avec la germination au 5ème jour, pour les 1ères générations de *S. vermiculatus* et *S. m. ssp sulcatus*.

Au seuil 0.1 %, la vitesse de germination évolue dans le même sens que la germination au 10ème jour pour les 2ème et 3ème générations de *S. m. ssp subvillosus*. Le même résultat est également noté chez la 2ème génération de *S. vermiculatus*.

La vitesse de germination des graines est associée positivement au niveau 5% avec le nombre de graines bruchées par gousse dans la 2ème génération de *S. m. ssp subvillosus*. Elle est également corrélée positivement et au même seuil de signification avec le nombre de graines par gousse chez la 3ème génération de *S. vermiculatus*. Pour cette dernière et au même niveau de signification, une relation à sens opposé est constatée entre le poids moyen d'une gousse et la vitesse de germination des graines. Entre cette dernière et le poids de 1000 graines, une relation à sens opposé est remarquée, au seuil 5%, chez la 3ème génération de *S. vermiculatus*.

1-3-2 Les relations entre les caractères testés et les facteurs du milieu d'origine des populations étudiées (Altitude et Pluviométrie)

1-3-2-1 Chez *S. m. ssp sulcatus*

- **L'altitude :**

Pour la 2ème génération de cette sous-espèce, au seuil 5%, nous avons constaté une corrélation positive entre l'altitude et le nombre de gaines bruchées par gousse (r = 0.432).

- **La pluviométrie :**

Pour cette même sous-espèce et au même niveau de signification, nous avons constaté dans la 2ème génération (GII) une corrélation négative entre la pluviométrie et le nombre de graines bruchées par gousse (r = -0.499).

1-3-2-2 Chez *S. m. ssp subvillosus*

- **L'altitude :**

L'altitude est corrélée négativement au niveau 5 % avec le nombre de graines échaudées par gousse (r = -0.676) dans la 3ème génération.

- **La Pluviométrie :**

Au seuil 1 P. 100, dans la 2ème génération, des corrélations significatives positives sont enregistrées entre le rapport poids des graines sur le poids des gousses et la pluviométrie. Dans la même génération et au même seuil, une corrélation positive est notée entre cette dernière et la vitesse de germination. Les coefficients de corrélation sont respectivement égaux à (r = 0.874) et (r = 0.792).

Des corrélations négatives sont obtenues entre la pluviométrie et le nombre de graines bruchées par gousse au seuil 1 P. 100 et au seuil 5 P. 100 respectivement pour la 2ème génération (r = - 0.883) et la 3ème génération (r = - 0.778) .

Pour la 3ème génération de cette sous-espèce, nous avons constaté que la pluviométrie est corrélée négativement avec le nombre de graines par gousse au seuil 5 P. 100 (r = - 0.717).

Nous avons également constaté chez la 1ère génération de *S. m. ssp subvillosus* des liens significatifs, positifs au seuil 1P.100, entre le taux de graines dures et la pluviométrie, (r = 0.899) Des liens négatifs sont également enregistrés entre cette dernière et la germination au 5ème jour (r = - 0.849).

1-3-2-3 Chez *S. vermiculatus :*

- **L'Altitude :**

Chez cette espèce, aucune corrélation significative n'est enregistrée entre l'altitude et les caractères testés.

- **La Pluviométrie :**

Au seuil 5 P.100, nous avons constaté dans la 2ème génération une association négative entre le poids moyen d'une gousse et la pluviométrie (r = - 0.532). Une corrélation positive entre cette dernière et le nombre de graines échaudées par gousse (r = 0.498)est également enregistrée..

1-4 L'analyse factorielle des correspondances

1-4-1 Chez le genre *Scorpiurus*

- **Dans la première génération** : (Figure 15)

Les axes 01 et 02 représentent 98.9% d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus :

- Selon le premier axe, deux groupes s'opposent ; le groupe I et le groupe II :

Le 1ier groupe est représenté par les populations : V1, V2, V3, V6, V7, V11,V12, V13, V15, V16, V17. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse fort
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un poids de 1000 graines fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses très faible
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 5ème jour très faible

Le 2ème groupe est représenté par les populations : B6, L1, L2, L4, L6, L7, L13, L14, L15, L17, L20, L21, L25. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un taux de germination au 5ème jour fort

- Selon le deuxième axe, les groupes III et IV s'opposent :

Le 3ème groupe est représenté par les populations: L2, L23, B6. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible
- Une vitesse de germination faible
- Ces populations semblent originaires des régions à pluviométrie moyenne

Le 4ème groupe est représenté par les populations: L4, L20, L25.Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un taux de graines dures très faible
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Une vitesse de germination forte

- **Dans la deuxième génération** : (Figure 16)

Les axes 01 et 02 représentent 89.30 % d'informations, quatre groupes peuvent apparaître :

- Selon le premier axe , les deux groupes I et II s'opposent :

Le 1ier groupe est représenté par les populations : V1, V2, V5, V6, V7, V8, V10, V11, V13, V15, V16. Ce groupe est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines très fort
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible

Le 2ème groupe est représenté par les populations: B1, B6, L4, L6, L13, L14, L17, L20, L22, L24, L26, L27. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible

- Selon le deuxième axe, nous avons pu reconnaître deux groupes III et IV :

Le 3ème groupe est représenté par les populations : B3, L8, L18, et se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très faible
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines bruchées par gousse fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort

Le 4ème groupe est représenté par les populations: B2, B5, L1, L9, L10, L11, L25. Ce groupe est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse fort

- **Dans la troisième génération** : (Figure 17)

  Les axes 01 et 02 représentent 90 % d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus

  - Selon le premier axe, deux groupes s'opposent, le premier (I) et le second (II) :

Le 1ier groupe contient les populations suivantes: B6, L4, L11, L13, L22, L26, L27 est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très faible
- Un taux de graines dures fort

Le 2ème groupe représente les populations V1, V2, V5, V6, V9, V13, V15, et se caractérise par :

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines très fort
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible
- Une vitesse de germination très faible

  - Selon le 2ème axe, les groupes III et IV apparaissent :

Le 3ème groupe est représenté par les populations: B2, B4, B5, B7, B8; et se caractérise par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines échaudées par gousse très fort
- Un nombre de graines saines par gousse faible
- Un taux de graines dures très fort
- Ces populations semblent originaires des régions à pluviométrie moyenne

Le 4ème groupe renferme les populations suivantes : L6, L7, L8, L9, L17; il est caractérisé par:

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très faible
- Un nombre de graine par gousse fort
- Un nombre de graines saines par gousse très fort
- Un taux de graines dures fort

1-4-2 Chez l'espèce *S. vermiculatus*

- **Dans la première génération :** (Figure18)

Les axes 01 et 02 représentent 93.7 % d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus:

- Selon l'axe 01, deux groupes s'opposent (I) et (II) :

Le 1ier groupe est représenté par les populations : V2, V6, V7, V11, V12, et se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un taux de germination au 5ème jour fort
- Une vitesse de germination forte

Le 2ème groupe est représenté par les populations : V1, V3, V4, V8, V10, V13, et se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour faible

- Selon l'axe 02, les deux groupes (III) et (IV) s'opposent :

Le 3ème groupe est représenté par les populations : V7, V11, V13. Il se caractérise par :
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 10ème jour fort

Le 4ème groupe est représenté par les populations: V2, V6. Il est caractérise par :
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible
- Un taux de germination aux 5ème jour fort
- Une vitesse de germination forte
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

- **Dans la deuxième génération :** (Figure 19)

Les axes 01et 02 représentent 83.9 % d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus :

- Selon l'axe 01, le 1ier et le 2ème groupes s'opposent

Le 1ier groupe est représenté par les populations: V4, V7, V11, V12, V16, et se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un taux de germination au 10ème jour fort
- Une vitesse de germination forte
- Ces populations semblent provenir des régions à faible et moyenne altitude

Le 2ème groupe est représenté par les populations: V1, V3, V6, et se caractérise par :

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines fort
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse fort
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Ces populations semblent provenir des régions à faible altitude

▪ Selon le 2ème axe, le 3ème et 4ème groupes s'opposent :

Le 3ème groupe représente les populations : V10, V11. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible

Le 4ème groupe regroupe les populations : V7, V12, V15, et se caractérise par :

- Un poids de 1000 graines faible
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très fort
- Une vitesse de germination forte
- Ces populations semblent provenir des régions à faibles altitudes

❍ **Dans la troisième génération :** (Figure 20)

Les axes 01 et 02 représentent 91.6 % d'informations, quatre groupes peuvent apparaître :

▪ Selon l'axe 01, les groupes (I) et (II) s'opposent :

Le 1ier groupe est représenté par les populations V1, V2, V10, V15, V16. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines très fort
- Un nombre de graines bruchées par gousse fort
- Un taux de graines dures très fort
- Un taux de germination au 10ème jour faible
- Une vitesse de germination faible

Le 2ème groupe est représenté par les populations : V3, V8, V9, V11, V12. Il est caractérisé par :

- Un poids de 1000 graines très faible
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un taux de germination au 10ème jour très fort
- Une vitesse de germination très forte
- Ces populations semblent originaires des régions d'une altitude faible à moyenne

- Selon l'axe 02, deux groupes s'opposent; le (III) et le (IV):

Le 3ème groupe est représenté par les populations V2, V8, est caractérisé par :
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines échaudées par gousse fort
- Un nombre de graines saines par gousse fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Ces populations semblent originaires des régions à pluviométrie moyenne

Le 4ème groupe est représenté par les populations V6, V9. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses moyen
- Ces populations semblent provenir des régions à faibles altitudes et moyennement arrosées.

1-4-3 Chez l'espèce S*. muricatus*

Dans la première génération : (Figure 21)

Les axes 01 et 02 représentent 88.1 % d'informations, trois groupes peuvent être reconnus :

- Selon le 1ier axe, un seul groupe est apparu; le groupe (I):

Le 1ier groupe est représenté par les populations L6, L7, L10, L13, L21, L26, est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un taux de germination au 5ème jour fort
- Un taux de germination au 10ème jour fort

- Selon le 2ème axe, deux groupes s'opposent; le 2ème et le 3ème

Le 2ème groupe est représenté par les populations B1, L4, L5, L9, L17, L24, L25, est caractérisé par :
- Un taux de germination au 5éme jour fort.

Le 3ème groupe est représenté par les populations B2, B5, B6, B7, L2, L23, est caractérisé par :
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 5ème jour faible
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

Dans la deuxième génération : (Figure 22)

Les axes 01 et 02 représentent 75.8% d'informations, trois groupes peuvent être reconnus :

- Selon l'axe 01, un seul groupe est reconnu; le groupe (I):

Le 1ier groupe est représenté par les populations B1, B7, B8, L1, L7, L23 est caractérisé par:
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10éme jour très fort
- Une vitesse de germination très forte

- Selon l'axe 02, deux groupes sont reconnus, il s'agit des groupes (II) et (III):

Le 2ème groupe est représenté par les populations: B3, B4. Ce groupe se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de mille graines fort
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse fort
- Un taux de germination au 5ème jour fort
- Un taux de germination au 10ème jour fort
- Ces populations semblent provenir des régions à faibles altitudes et à pluviométrie moyenne.

Le 3ème groupe est représenté par les populations : B1, B5. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Une vitesse de germination forte
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

- **Dans la troisième génération :** (Figure 23)

Les axes 01 et 02 représentent 85% d'informations, deux groupes seulement, (I) et (II), peuvent être reconnus :

- Selon le 1ier axe, un seul groupe est reconnu; le groupe (I):

Le 1ier groupe est représenté par les populations : B3, B8, L22 . Ce groupe est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse faible

- Un poids de mille graines faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10ème jour très fort
- Une vitesse de germination très forte
- Ces populations semblent originaires des régions à pluviométrie moyenne et à faibles altitudes.

- Selon le 2ème axe, le groupe (II) apparaît:

Le 2ème groupe est représenté par les populations: B3, B5, B6, B8, L22,. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

1-4-4 Chez la sous-espèce *S.m.ssp sulcatus* :

Dans la première génération : (Figure 24)

Les axes 01 et 02 représentent 82.60 % d'informations, quatre groupes peuvent apparaître:

- Selon le 1ier axe, deux groupes s'opposent :

Le 1ier groupe est représenté par les populations: L23, L25, L27. Il est caractérisé par:
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible
- Une vitesse de germination moyenne

Le 2ème groupe est représenté par les populations: L7, L10, L15. Il est caractérisé par :
- Un poids de 1000 graines fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10ème jour très fort

- Selon le 2ème axe, le troisième et quatrième groupes s'opposent:

Le 3ème groupe est représenté par les populations: L2, L8, L14, L21, L23 et se caractérise par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible
- Une vitesse de germination faible
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

Le 4ème groupe est représenté par les populations: L4, L5, L17, L20, L24, L25. Il est caractérisé par :

- Un taux de germination au 5ème jour fort
- Une vitesse de germination forte

Dans la deuxième génération : (Figure 25)

Les axes 01 et 02 représentent 79.5 % d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus :

- Selon le 1er axe, deux groupes s'opposent ; le 1er et le 2ème

Le 1ier groupe est représenté par les populations: L1, L7, L13, L23, et se caractérise par :

- Un taux de germination au 10ème jour fort
- Une vitesse de germination forte

Le 2ème groupe est représenté par les populations: L6, L8, L10, L19, L20. Il est caractérisé par :

- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible
- Une vitesse de germination très faible

- Selon le 2ème axe, le troisième et quatrième groupes s'opposent.

Le 3ème groupe est représenté par les populations: L4, L22. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines fort
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse très faible
- Ces populations semblent originaires des régions à faibles altitudes

Le 4ème groupe est représenté par les populations: L2, L8. Celui-ci est caractérisé par :

- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines échaudées par gousse très faible
- Un nombre de graines saines par gousse fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 5ème jour faible
- Un taux de germination au 10ème jour faible
- Une vitesse de germination très faible
- Ces populations semblent originaires des régions à pluviométrie moyenne

Dans la troisième génération : (Figure 26)

Les axes 01 et 02 représentent 92.6% d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus:

- Selon le 1ier axe, deux groupes s'opposent; (I) et (II):

Le 1ier groupe est représenté par les populations: L5, L6, L9, L17, L18, L19, L25. Il est caractérisé par:

- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible
- Une vitesse de germination très faible

Le 2ème groupe est représenté par les populations: L7, L13, L21, L22. Il est caractérisé par:

- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour Fort
- Un taux de germination au 10ème jour très fort
- Une vitesse de germination très forte
- Ces populations semblent originaires des régions moyennement arrosées

- Selon le 2ème axe, le troisième et le quatrième groupent s'opposent:

Le 3ème groupe est représenté par les populations: L7, L22, L26, L27, et se caractérise par:

- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse faible
- Un taux de germination au 5ème jour très fort

Le 4ème groupe est représenté par les populations: L4, L8, L14, L21. Il est caractérisé par:

- Un poids de 1000 graines faible

1-4-5 Chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*

Dans la première génération : (Figure 27)

Les axes 01et 02 représentent 95.7 % d'informations, trois groupes peuvent être reconnus.

- Selon l'axe 01, le groupe (I) et (II) s'opposent:

Le 1ier groupe est représenté par la population: B3. Il est caractérisé par:

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines fort
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses faible
- Un taux de graines dures fort
- Un taux de germination au 5ème jour faible

- Un taux de germination au 10ème jour fort

- Une vitesse de germination faible
- Cette population provient des régions à faible altitude et à pluviométrie moyenne

Le 2ème groupe est représenté par les populations : B2, B5, B7. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un taux de germination au 5ème jour fort
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

- Selon l'axe 02, un seul groupe apparaît :

Le 3ème groupe est représenté par la population B1. Il est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines par gousse fort
- Une vitesse de germination faible
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10ème jour fort
- Un taux de graines dures très faible
- Cette population est originaire d'une région à faible pluviométrie et à altitude élevée

Dans la deuxième génération : (Figure 28)

Les axes 01 et 02 représentent 85% d'informations, quatre groupes peuvent être reconnus.

- Selon le 1ier axe les groupes (I) et (II) s'opposent :

Le 1ier groupe est représenté par les populations B1, B7, B8, est caractérisé par :
- Un nombre de graines bruchées par gousse fort
- Un taux de graines dures très fort
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10ème jour fort

Le 2ème groupe est représenté par les populations B3, B4, est caractérisé par :
- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines fort
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse fort
- Un taux de germination au 10ème jour faible
- Une vitesse de germination faible
- Ces populations semblent provenir des régions à faible altitude et à pluviométrie moyenne

- Selon l'axe 02, le troisième et quatrième groupes s'opposent :

Le 3ème groupe est représenté par les populations : B 1, B3, B4. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un poids de 1000 graines fort
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines échaudées par gousse faible

Le 4ème groupe est représenté par les populations B2, B5, B6. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un poids de 1000 graines faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

- **Dans la troisième génération :** (Figure 29)

Les axes 01 et 02 représentent 86.5 % d'informations, quatre groupes peuvent apparaître :

- Selon le 1ier axe, le premier et le deuxième groupe s'opposent :

Le 1ier groupe est représenté par les populations B3, B8.Il est caractérisé par :

- Un poids de 1000 graines faible
- Un rapport poids des graines sur le poids des gousses fort
- Un taux de germination au 5ème jour très fort
- Un taux de germination au 10ème jour très fort
- Une vitesse de germination forte
- Ces populations semblent originaires des régions moyennement arrosées et à faible altitude.

Le 2ème groupe est représenté par les populations B2, B4, B5, et se caractérise par :

- Un nombre de graines bruchées par gousse très faible
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Un taux de germination au 10ème jour très faible
- Une vitesse de germination très faible
- Ces populations semblent provenir des régions à pluviométrie moyenne

- Selon le 2ieme axe, les groupes (III) et (IV) s'opposent :

Le 3ème groupe est représenté par les populations : B2, B5, B6. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très faible
- Un nombre de graines par gousse faible
- Un nombre de graines bruchées par gousse faible
- Un nombre de graines saines par gousse faible
- Un taux de germination au 5ème jour très faible
- Ces populations semblent provenir des régions moyennement arrosées

Le 4ème groupe est représenté par les populations B1, B3, B4. Il est caractérisé par :

- Un poids moyen d'une gousse très fort
- Un nombre de graines par gousse fort
- Un nombre de graines saines par gousse fort

1-5 Héritabilité

1-5-1 Chez *Scorpiurus vermiculatus*

L'utilisation de la méthode de MAHMOUD et KRAMER en 1951 montre pour cette espèce des taux d'héritabilité dont l'importance est variable. En effet, cette dernière change d'une génération à une autre et d'un caractère à un autre. Dans GII-GI, les h² du PMG et du P1000g sont moyens. Ils sont respectivement de 15.20% et 21.61%. Dans GIII-GII, le PMG présente un faible h². Il est évalué à 5.33%. Dans GIII-GII, le P1000g montre un h² moyen. Il est estimé à 15.74%. Les h² estimés dans GIII-GII pour le R:Pg/PG et le Ng/G sont élevés. Ils valent respectivement 34.56% et 32.91%. Ces mêmes caractères (R : Pg/PG et le Ng/G) présentent dans GII-GI, des h² négatifs.

Ces h² estimés pour le Nge/G et le Ngb/G sont très faibles dans GIII-GII. Dans cette dernière, le h² calculé pour le Ngs/G est de 22.74%. Des h² supérieurs à 100% sont enregistrés dans GII-GI pour le taux de graines dures et dans GIII-GII pour le taux de germination au 10ème jour et la vitesse de germination. Ces taux sont évalués respectivement à 122.12%, 147.72%, 120.82%.

Le h^2 très faible (00.02%) estimé dans GII - GI pour le taux de germination au 5éme jour est devenu très fort dans GIII - GII, soit 79.5%

A l'exception du rapport poids des graines sur le poids des gousses de la GII-GI, les H gardent la même signification que h². Cette observation est valable dans GII-GI ou GIII-GII pour le PMG, le P1000g et le Ng/G. Il va de même pour le R:Pg/PG, le Ngs/G, le Ngb/G, dans la GIII-GII. Rappelons que H et h² sont des coefficients d'héritabilité. H est calculé par la méthode de la corrélation proposée par FREYet HORNER en 1957. h² est estimé par la méthode de régression proposée par MAHMOUD et KRAMR en 1951. Les H estimés dans GII-GI ou dans GIII - GII, pour le poids moyen d'une gousse PMG, le poids de mille graines P1000g, le nombre de graines par gousse Ng/G et, uniquement, dans GIII - GII pour le rapport poids des graines sur poids des gousses R :Pg/PG, le nombre de graines saines par gousse

Ngs/G, le nombre de graines échaudées par gousse Nge/G, et le nombre de graines bruchées par gousse Ngb/G gardent la même signification que les h^2.

Une grande différence est notée entre les h^2 et les H dans GII-GI et GIII-GII. Ces résultats concernent le taux de graines dures, le taux de germination au 5ème jour, le taux de germination au 10éme jour, et la vitesse de germination (tableau n ° 15, en ANNEXE 2).

Les h^2 estimés dans GIII - GII sont inférieurs à ceux calculés dans GII – GI. Ces résultats sont constatés pour le poids moyen d'une gousse PMG, le poids de mille graines p1000g, le taux de graines dures. Cependant , pour le rapport poids des graines sur le poids des gousses R : Pg/PG, le nombre de graines par gousse Ng/G, le taux de germination au 5éme jour, le taux de germination au 10éme jour et la vitesse de germination ; c'est le contraire qui est observé (tableaux n° 14 et 15, en ANNEXE 2).

Pour cette espèce et pour les caractères liés aux gousses et aux graines, les coefficients d'héritabilité estimés par les coefficients de régression (h^2) et ceux estimés par les coefficients de corrélation (H) différent peu. Ceci est remarqué dans GII - GI ainsi que dans GIII - GII . Toutefois, des h^2 inférieurs aux H, pour le R : Pg/ PG, Ng/G, Ngs/ G, Nge/G sont constatés dans GII - GI, et GIII - GII.

Des h^2 supérieurs au H sont notés pour le taux de graines dures dans GII-GI, GIII-GII. Les mêmes résultats sont obtenus dans GIII - GII pour le taux de germination au 5éme jour, le taux de germination au 10éme jour, et la vitesse de germination. Alors que dans GII - GI c'est le contraire qui est constaté, pour le taux de germination au 5éme jour, le taux de germination au 10éme jour et la vitesse de germination.

A l'exception du R: Pg/PG, le Ng/ G et le Ngs/G de la GIII - GII dont les coefficients de détermination R^2 sont respectivement de 0,167; 0,276 et 0,295, les autres caractères ont des R^2 très faibles. Ces derniers ne dépassent pas le 0,076; que se soient dans GII- GI ou dans GIII-GII.

Pour les caractères relatifs à la germination, les R^2 oscillent entre 0,0025 sont obtenus dans GIII-GII et 0.1729 notés dans GII – GI. Ces deux valeurs représentent les coefficients de détermination le plus bas et le plus élevé. Ils sont enregistrés respectivement pour le taux de graines dures et le taux de germination au 10éme jour (tableau n° 15, en ANNEXE 2).

1-5-2 Chez *Scorpiurus muricatus ssp sulcatus*

L'estimation des coefficients d'héritabilité par la méthode de coefficient de régression montre des résultats variables d'un caractère à un autre. En effet, des h^2 forts sont enregistrés à la fois dans GII -GI et GIII –GII pour, le PMG, le P1000g, le Ng/G. Dans GIII-GII, le taux de graines dures, les taux de germination au 5éme et au 10éme jours, ainsi que la vitesse de germination engendrent également des h^2 forts.

Des h^2 moyens sont obtenus dans GIII-GII pour le Ngb/G, Tgd. Le Nge/G de GIII-GII, présente des h^2 très faibles.

Des h^2 négatifs sont notés dans GIII-GII, pour le R : Pg/PG, et dans GII-GI, pour le Tgd, les taux de germination aux $5^{ème}$ et $10^{ème}$ jours, ainsi que la vitesse de germination.

Des H forts sont observés à la fois dans GII-GI et GIII-GII, pour le PMG, P1000g, et le Ng/G. Des résultats similaires sont obtenus dans GIII-GII, pour le Ngs/G, le taux de germination au $5^{éme}$ jour. Pour l'ensemble des caractères précités, h^2 et H sont tous les deux forts.

Dans GIII-GII, les coefficients d'héritabilité h^2 et H obtenus pour le Nge/G sont Respectivement faibles et moyens. Ceux du taux de graines dures, dans GIII-GII sont respectivement moyens et forts. Les H estimés par ces trois derniers caractères, dans GIII-GII, sont moyens.

Dans GIII - GII, le PMG et le P1000g engendrent des h^2 respectivement égal et inférieur aux H, tandis que dans GII-GI, ces mêmes caractères montrent des h^2 supérieurs aux H.

Dans GIII - GII, les h^2 sont nettement inférieurs aux H pour le Ng/G, Ngs/G, Nge/G, Ngb/G et le taux de graines dures. Cependant, nous avons assisté aux faits contraires pour les taux de germination au $5^{éme}$ et au$10^{éme}$ jours, et pour la vitesse de germination (tableau n° 14, en ANNEXE 2).

Nous avons constaté que le PMG et le P1000g présentent des h^2 calculés dans GIII-GII inférieurs à ceux estimés dans GII - GI, alors que pour les H, nous avons assisté à un résultat inverse.

Pour le Ng/G, les h^2 et les H estimés dans GII - GI sont inférieurs à ceux calculés dans GIII-GII.

Des R^2 très faibles sont obtenus pour le Nge/G et le Ngb/G dans GIII – GII. De résultats identiques sont notés à la fois dans GII-II et GIII-GII, pour le R :Pg/PG. Les autres caractères engendrent des R^2 fluctuant entre 0.321 et 0.702.Ces valeurs sont enregistrées respectivement dans GII-GI pour le P1000g et dans GIII-GII pour le Ng/G.

Les R^2 recherchés pour le taux de graines dures et le taux de germination au $5^{ème}$ jour, entre la GII-GI, sont faibles comparativement à ceux calculés entre GIII-GII. Le R^2 enregistré pour la vitesse de germination dans GII- GI est légèrement faible, en comparaison avec celui calculé dans GIII-GII. Pour le taux de germination au $10^{ème}$ jour, c'est le contraire qui s'est produit.

1-5-3 Chez *Scorpiurus muricatus ssp subvillosus*

De forts h^2 sont constatés simultanément dans GII-GI et GIII-GII pour le PMG et le P1000g. Pour ce dernier, un h^2 supérieur à 100% est noté (tableau n° 14, en ANNEXE 2). Le R : Pg/PG a donné un h^2 moyen dans GII – GI. Alors que dans GIII – GII, le h^2 estimé est faible et négatif. Dans GIII-GII, les h^2 estimés pour le Nge/G, le Ngb/G sont moyens. Celui calculé pour le Ngs/G, dans GIII-GII, est fort.

Le h^2 noté pour le taux de germination au $5^{ème}$ jour dans GII - GI est faible. Celui calculé pour le taux de germination au $10^{ème}$ jour, dans GII – GI, est moyen.

Dans GIII-GII, le h^2 est fort pour le taux de graines dures et le taux de germination au $5^{ème}$ jour. Il est faible pour le taux de germination au $10^{ème}$ jour.

Les h^2 calculés pour la vitesse de germination sont négatifs que se soient dans GII-GI ou dans GIII-GII.

Mis à part le Nge/G et le Ngb/G dont les H sont forts et les h^2 sont moyens, les H gardent la même signification que les h^2 pour le PMG, le P1000g, R: Pg/PG, Ng/G et Ngs/G que se soient dans GII-GI ou GIII-GII.

Dans GIII-GII, pour le taux de germination au $10^{ème}$ jour, le h^2 est supérieur à H. Ce dernier est supérieur à h^2 dans GII–GI pour le taux de germination au $5^{ème}$ jour. A l'exception de ces observations pré cités, des H et h^2 à signification similaire sont obtenus. Ces résultats concernent le taux de graines dures, à la fois dans GII-GI, GIII-GII et le taux de germination au $10^{ème}$ jour dans GII - GI .

Les h^2 et H tous les deux négatifs sont obtenus dans GII - GI pour le taux de graines dures, dans GIII-GII pour le R:Pg /PG. Le même résultat est remarqué à la fois dans GII-GI et GIII-GII pour la vitesse de germination.

Les h^2 estimés dans GII - GI sont supérieurs à ceux calculés dans GIII - GII pour le PMG, le P1000g, R :Pg/PG, le taux de germination au $10^{ème}$ jour. Cependant, pour le Ng/G, le taux de graines dures, le taux de germination au $5^{ème}$ jour, c'est le contraire qui est observé .

Des H supérieurs au h^2 sont notés dans GII - GI pour le PMG, Ng/G, le taux de germination au $5^{ème}$ jour. Des résultats similaires sont notés dans GIII - GII pour le PMG, le Ngs/G, le Nge/G, le Ngb/G. Par contre, dans GII - GI pour le P1000g et dans GIII – GII pour le Ng/G et les taux de germination au $5^{ème}$ et au $10^{ème}$ jours, c'est des h^2 supérieurs à H qui sont notés.

Dans cette sous-espèce, des coefficients de détermination R^2 supérieurs à 0.8 sont enregistrés dans GII - GI pour le P1000g, le Ng/G et successivement dans GII - GI et GIII - GII pour le PMG. Toutefois, des R^2 très faibles sont observés à la fois dans GII - GI et GIII - GII pour le R: Pg/PG, le taux de germination au $10^{ème}$ jour. En outre, des R^2 comprise entre 0.136 et 0.629 sont obtenus dans GIII – GII. Ces valeurs concernent le Nge/G et le Ngb/G.

2 DISCUSSION GÉNÉRALE

La discussion des résultats obtenus sur la variabilité est basée sur l'analyse de la variance, les histogrammes de distribution des fréquences, les coefficients de variation et l'écart type, les coefficients de symétrie et d'aplatissement.

L'examen des résultats des caractères liés aux gousses et aux graines révèle l'existence d'une variabilité phénotypique. Cette dernière est présente dans chacune des générations prises en compte. Elle est d'une importance variable d'une espèce à une autre. Ce ci est fonction du caractère et de la génération étudiée.

En ce qui concerne les caractères relatifs à la germination, l'analyse de la variance met en évidence un effet bloc. Ceci conduit à des coefficients de variation très forts. Ces résultats reflètent une forte variabilité de ces caractères.

Cependant, l'origine de cette variabilité est inconnue. Est-elle due au milieu de provenance des populations ??? Ce dernier est représenté par deux facteurs, l'altitude et la pluviométrie.

Pour répondre à cette question, examinons les matrices de corrélation établies entre les caractères testés et les facteurs du milieu d'origine des populations étudiées. Ces matrices de corrélation montrent que dans les 1ère et 3ème générations de l'espèce *S. vermiculatus* et la sous espèce *S. m. ssp sulcatus*, aucune dépendance n'est enregistrée entre les caractères des gousses et des graines et les facteurs du milieu d'origine (pluviométrie et altitude). Les caractères relatifs à la germination sont également indépendants des facteurs des milieux de provenance des populations. Par contre, dans les trois générations de la sous-espèce *S. m .ssp subvillosus* et la 2ème génération de *S. vermiculatus* et *S. m. ssp sulcatus*, des corrélations significatives sont notées. Ces dernières impliquent la dépendance des caractères testés aux milieux d'origine des populations. La sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* présente le plus de caractères dépendant de ce dernier. Il paraît que dans la 1ère génération de cette sous-espèce, le taux de germination au 5ème jour est d'autant plus faible que le milieu d'origine des populations est séc. Dans la même génération, de la même sous-espèce, il semble également que, les graines les plus dures proviennent des régions pluvieuses.

Le modèle linéaire explique à 72.02% et 80.90% le lien significatif existant chez *S. m. ssp subvillosus* entre la pluviométrie et respectivement le taux de germination au 5ème jour (fig.30) et le taux de graines dures (fig.31). Ces résultats divergents de ceux de **M'HAMMEDI-BOUZINA**, et **al.** (**1989 b**). Ces auteurs ne décèlent aucun lien significatif entre la dureté des graines de cette sous-espèce et la pluviométrie ; comme facteur du milieu d'origine des populations. En revanche, nos résultats obtenus sur les 2ème et 3ème générations joignent ceux de **M'HAMMEDI-BOUZINA**, et **al.** (**1989 b**). En effet, aucun lien du taux de graines dures et du taux de germination au 5ème jour avec les facteurs du milieu d'origine (Alt. et Plu.) n'est observé.

Par contre, dans la 2ème génération de *S. m. ssp subvillosus*, une forte pluviométrie des milieux d'origine des populations semble avoir un effet néfaste sur le taux de germination

des graines au 10ème jour. Elle défavorise l'attaque des bruches. Elle permet également l'obtention de fort rapport poids des graines sur le poids des gousses .

Ainsi, chez la 2ème génération de *S. m. ssp subvillosus,* les courbes de régression linéaire ; (fig.32) expliquent à 46.37%, la corrélation significative établie entre le taux de germination au 10ème jour et la pluviométrie du milieu d'origine. Le lien significatif qui semble exister entre ce dernier et le nombre de graines bruchées par gousse est expliqué à 77.96% (fig.33). Pour la corrélation significative établie entre le rapport poids des graines sur le poids des gousses et la pluviométrie du milieu d'origine des populations, la régression linéaire (fig.34) l'explique à 76.31%.

Notons que dans les 1ère et 3ème générations de *S. m. ssp subvillosus,* aucune association significative avec la pluviométrie n'est constatée pour le rapport poids des graines sur le poids des gousses et le taux de germination des graines au 10ème jour. Toutefois, dans la 3ème génération de cette sous-espèce, l'abondance des pluies des milieux d'origine semble agir en diminuant le nombre de graines par gousse. Elle favorise aussi l'attaque des bruches. Les altitudes élevées épargnent les graines de *S. m. ssp subvillosus* originaires de ces régions du phénomène de l'échaudage. **YOUNSI** (**1996**) note que le nombre de graines échaudées par gousse chez cette sous-espèce serait sous l'effet des régions sèches.

Dans la 3ème génération de *S .m. ssp subvillosus*, la corrélation significative obtenue entre le nombre de graines par gousse et la pluviométrie est expliquée par le modèle linéaire (fig. 35) à 51.47%. Celle établit ente la pluviométrie et le nombre de graines bruchées par gousse (fig. 36) est expliquée à 60.54%. Le lien établit entre l'altitude et le nombre de graines échaudées par gousse (fig. 37) est expliqué à 39.34%.

Cependant, il faut noter que le faible degré de liberté de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* limite la précision de l'estimation de corrélation entre les facteurs du milieu d'origine et les caractères testés de la plante d'une part et entre ces derniers d'autre part.

Par ailleurs, **ISSOLAH** et **al.** (**1998**) rapportent que d'après une étude réalisée sur 31 populations de *Trifolium campestre*, la pluviométrie du milieu de provenance des populations influe sur le poids et la longueur des graines. Ces même auteurs trouvent d'après une autre étude réalisée en **2000,** que la pluviométrie est corrélée avec la longueur de la graine. Cette étude est réalisée sur 08 populations de *Trifolium fragiferum L.* . Cet effectif est égal au notre chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*. Toutefois, tout travail réalisé, sur un effectif élevé peut apporter des résultats plus intéressants.

Dans la 2ème génération, de la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*, les régions sèches et de fortes altitudes semblent être à l'origine d'un nombre de graines bruchées par gousse élevé. Le modèle linéaire explique le lien significatif existant entre la pluviométrie et le nombre de graines bruchées par gousse (fig. 38) à 25.38%. La corrélation significative observée entre cette dernière et l'altitude est expliquée par la courbe de régression (fig.39) à 18.83% .

YOUNSI (**1996**) note chez la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* que le nombre de graines par gousse est en relation avec une faible altitude du milieu. D'après le même auteur et

chez la même sous-espèce, le nombre de graines échaudées par gousse est lié à des origines caractérisées par des faibles altitude, latitude et de forte pluviométrie.

Nos résultats coïncident avec ceux de **M'HAMMEDI - BOUZINA** et **al.** (**1989 b**), il ne semble pas y exister de lien entre la dureté des graines et l'altitude du milieu d'origine des populations de la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*.

Il parait que dans la 2ème génération de l'espèce *S. vermiculatus,* un fort poids moyen d'une gousse et un faible nombre de graines échaudées par gousse sont sous l'influence des régions sèches du milieu d'origine. **M'HAMMEDI-BOUZINA** et **al.** (**1989 a**) rapportent que chez l'espèce *S. vermiculatus,* le poids moyen d'une gousse est corrélé négativement à l'altitude et à la pluviométrie. Pour **YOUNSI** (**1996**) le nombre de graines échaudées par gousse et les graines lourdes sont sous l'effet négatif de l'altitude et de la pluviométrie.

Dans la 2ème génération de *S. vermiculatus,* le modèle linéaire explique la corrélation significative établie entre le poids moyen d'une gousse et la pluviométrie (fig. 40) à 28.31%. La corrélation obtenue entre cette dernière et le nombre de graines échaudées par gousse (fig. 41) est expliquée à 24.79% .

Mis à part les relations précitées pour *S. vermiculatus*, aucun autre lien n'est décelé entre l'altitude ou la pluviométrie du milieu d'origine et les caractères testés. Ce-là est observé chez les trois générations. Cependant **YOUNSI** (**1996**) remarque que chez *S. vermiculatus,* une quantité importante de graines dures serait en relation avec les régions sèches de provenance des populations. De notre coté nous n'avons observé aucune relation entre la dureté des graines et l'altitude. nos résultats corroborent ceux de **M'HAMMEDI-BOUZINA** et **al.** (**1989 a**).

Selon le même auteur, le taux de germination au 5ème jour est corrélé positivement à la pluviométrie du milieu d'origine des populations. Aucun lien de ce caractère avec l'altitude ou la pluviométrie n'est observé.

Les graines scarifiées de *S. vermiculatus* mises à germer, ne germent pas rapidement, de même que les taux de germination aux 5ème et 10ème jours sont très faibles par rapport à ceux des sous-espèces *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus*. Il semble que la grosseur et la couleur du tégument à un important effet sur ces résultats.

Il est à signaler que, dans les trois générations de *S. m. ssp sulcatus,* les populations L8, L9, L23, L25, comptent parmi les populations dont le nombre de graines par gousse est le meilleur. Elles donnent également le meilleur nombre de graines saines par gousse dans les 2ème et 3ème générations (GII et GIII). Mis à part la population L25 qui est originaire d'une région à altitude moyenne et à faible pluviométrie, les trois premières populations L8, L9, L23 sont de provenance d'une région moyennement arrosée.

Les populations L6, L9, L21, L24, L27 donnent un nombre de graines échaudées par gousse nul dans la 3ème génération de *S. m. ssp sulcatus.* A l'exception de la population L6

dont l'origine est caractérisée par une haute altitude et une faible pluviométrie, les autres populations proviennent des régions à pluviométrie moyenne.

M'HAMMEDI-BOUZINA (**1992**), signale la valeur enregistrée pour le poids moyen d'une gousse par la population L27 de la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* comme une valeur exceptionnelle. Elle donne le meilleur poids moyen d'une gousse dans les trois générations. Elle enregistre également le poids de 1000 graines le plus fort dans les deux dernières générations (GII et GIII). Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par **MESSAOUD-DJEBARA** (**1993**) et **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**).

Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus,* la population B4, a exprimé sa supériorité par rapport aux autres populations de la même sous-espèce pour le poids moyen d'une gousse et le poids de 1000 graines. Cette supériorité est observée dans les 1ère et 3ème générations. Ces résultats corroborent ceux obtenus par **MESSAOUD-DJEBARA** (**1993**) pour le poids moyen d'une gousse et par **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**) pour le poids de 1000 graines.

La population B3 donne également le meilleur nombre de graines par gousse et le plus fort nombre de graines saines par gousse successivement pour la 2ème et 3ème génération.

Ces trois populations L27, B3, B4 semblent provenir d'une région à faible altitude et moyennement arrosée.

La population B7 donne le meilleur rapport poids des graines sur le poids des gousses dans les deux dernières générations (GII et GIII). La population L20 présente également le meilleur rapport poids des graines sur le poids des gousses chez les 1ère et 3ème générations. Ces deux populations semblent originaires d'une région à pluviométrie moyenne.

La population V2 montre le rapport poids des graines sur le poids des gousses le plus fort dans les deux dernières générations GII et GIII. Cette population est issue d'une région à altitude comprise entre 320m et 620m. La population V15 présente le rapport poids des graines sur le poids des gousses le plus bas dans les trois générations GI, GII et GIII. Elle provient d'une altitude basse de 20m à 320m.

Dans le travail présenté ici, deux paramètres seulement du milieu d'origine des populations (alt. et plu.) sont pris en considération. Cette étude aurait été plus intéressante, si nous avions introduit d'autres facteurs telles que la température (min. et max.) la longitude et la latitude.

Les origines des populations expliquent une part plus ou moins importante de la variabilité intra spécifique. Il subsiste toutefois une variabilité intra origine liée à des interactions entre génotype et milieu environnant. En effet, dans presque la quasi-totalité des groupes établis, pour chaque cas, par l'analyse factorielle des correspondances, il existe au moins deux groupes qui contiennent des populations provenant d'un même milieu. Des essai multi -locaux peuvent éclairer cette situation.

Pour savoir plus sur cette diversité inter-population des espèces et sous-espèces prises en compte, nous avons examiné dans chaque génération de chacune des espèces et sous-espèces et pour chaque caractère :

- Les courbes de régression établies entre parents descendants et les coefficients de détermination
- Les corrélations phénotypiques entre les générations GII et GI, et entre les générations GIII et GII
- Les résultats de la comparaison entre les H et les h^2 estimés pour un même caractère.

Il ressort des résultats obtenus, les déductions suivantes :

La variabilité inter population observée dans chaque génération est plus ou moins élevée chez *S. m. ssp subvillosus,* par rapport à *S. m ssp sulcatus*. Il s'agit de la variabilité observée chez le poids moyen d'une gousse et le poids de 1000 grains. L'espèce *S. vermiculatus* exprime pour les mêmes caractères une variabilité inter-population peu importante. Cependant, *S. m. ssp sulcatus* exprime peu de variabilité inter-population pour le nombre de grains par gousse, le nombre de graines saines par gousse et le rapport poids des graines sur le poids des gousses. Comparativement à cette dernière, l'espèce *S. vermiculatus* et la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* montrent pour les caractères précités une variabilité inter-population moins importante.

En outre, il paraît que d'après l'estimation de l'héritabilité, le facteur génétique dans la variabilité phénotypique observée est d'une importance à ne pas négliger.

D'après les résultats obtenus sur les trois générations, il parait qu'il y a peu de variabilité inter population dans *S. vermiculatus* par rapport aux deux sous-espèces de *S. muricatus.* En outre, les coefficients d'héritabilité h^2 et les coefficients de détermination R^2 enregistrés chez *S. vermiculatus* sont peu importants. Il s'agit des h^2 et R^2 de l'ensemble des caractères agronomiques testés, particulièrement le PMG, le Ng/G, le N ge/G, le Ngb /G.

Selon **BEAUDRY** (**1985**), l'héritabilité d'un caractère diminue dans la mesure où il est influencé par le milieu, la dominance et les épistasies. Il semble que la part de la variabilité génétique non additive dans la variabilité totale observée est considérable. Nous pensons que les caractères liés aux gousses et aux graines de *S. vermiculatus* peuvent être liés à des gènes à effet dominant. Ceci rend la détection de l'effet génétique dans la variabilité observée, uniquement par l'estimation de l'héritabilité difficile. Il semble également que ces mêmes caractères de *S. vermiculatus* peuvent être sous l'effet du milieu environnant ou autres.

Contrairement à l'espèce *S. vermiculatus,* les deux sous-espèces *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus* donnent des coefficients d'héritabilité et des coefficients de détermination tous les deux forts. Ces résultats sont notés pour le poids moyen d'une gousse, le poids de 1000 graines, le nombre de graines par gousse et le nombre de graines saines par gousse. Il parait que la part génétique dans la variabilité totale de ces caractères dans les deux sous-espèces est importante.

D'autre part, **EWAUBI** (**2001**) trouve pour le poids des graines, la longueur de la gousse et la durée de la floraison, des estimations générales de l'héritabilité recherchée dans deux générations F3 et F6 de niètè croisée qui se rangent entre 47.8% et 91.1%.

Par ailleurs les corrélations entre les générations (descendants-parents), c'est à dire (GII-GI) et (GIII-GII), sont significatives à différents seuils :

♦ Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus,* pour
_ le poids moyen d'une gousse
_ le poids de 1000 graines
_ le nombre de graines par gousse
_ le nombre de graines bruchées par gousse

♦ Dans la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus,* pour :
_ le nombre de graines par gousse
_ le poids de 1000 graines
_ le poids moyen d'une gousse
_ le nombre de graines saines par gousse

♦ Dans l'espèce *S. vermiculatus,* pour :
_ le nombre de graines par gousse, chez les (GIII-GII)
_ le nombre de graines saines par gousse

Nous pensons que pour ces caractères dans chaque espèce, la génération précédente contribue en partie à l'élaboration du phénotype de la génération suivante.

Le modèle linéaire explique le lien phénotypique établi entre une génération et sa descendance en fonction du caractère, comme suit :

- 57.04% jusqu'à 89.20% pour le poids de 1000 graines respectivement pour la (GIII-GII) et la (GII-GI), chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus.* Les courbes de régression sont illustrées par les figures 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48.
- 32.10 % pour le poids de 1000 graines (GII-GI) jusqu'à 70.19 % pour le nombre de graines par gousse (GIII-GII), chez la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus.* Les figures 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, illustrent les courbes de régression exprimant ces liens.
- 27.64 % jusqu'a 29.51 % chez *S. vermiculatus,* respectivement pour le nombre de graines par gousse dans (GIII-GII) et le nombre de graines saines par gousse dans (GIII-GII). Les courbes de régression sont illustrées par les figures 56 et 57.

Nous pensons donc que pour les caractères précités, la variabilité phénotypique observée chez *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus* attribuable à un effet génétique est plus importante que celle due à l'effet de facteurs non génétiques. Citons entre autres le milieu environnant. Par contre, chez *S. vermiculatus,* c'est la part attribuable aux effets non génétiques qui constitue la plus grande part dans la variabilité phénotypique observée.

Or, les corrélations inter générations ne sont pas significatives pour les caractères suivants, au seuil 5%.

♦ Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus,* pour :

_ le rapport poids des graines sur le poids des gousses
_ le nombre de graines échaudées par gousse
_ le nombre de graines saines par gousse

♦ Dans la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*, pour :
_ le rapport poids des graines sur le poids des gousses
_ le nombre de graines échaudées par gousse
_ le nombre de graines bruchées par gousse

♦ Dans l'espèce *S. vermiculatus*, pour :
_ le poids moyen d'une gousse
_ le poids de 1000 graines
_ le nombre de graines par gousse chez les (GII-GI)
_ le rapport poids des graines sur le poids des gousses
_ le nombre de graines échaudées par gousse
_ le nombre de graines bruchées par gousse

Il parait que pour ces caractères, dans nos conditions de l'essai, le phénotype de la génération présente est indépendant du phénotype de la génération précédente. Il se peut que cette dernière contribue par d'autres paramètres que le phénotype dans l'élaboration du phénotype de la génération qui la succède. Selon le modèle linéaire (fig. 58 jusqu'a fig. 74, en ANNEXE 4), les corrélations établies entre parent-déscendants sont expliquées à 0.06 jusqu'à 21.74 % selon l'espèce et le caractère.

Nous pensons que pour ces caractères, les facteurs du milieu environnant entourant l'expérimentation conditionnent le comportement des populations de chaque espèce. Tandis que le phénotype des parents ne prend pas part. Il semble que l'expression des potentialités d'une espèce est sous l'effet de la souplesse du génotype à s'exprimer sous un milieu bien défini.

Ces résultats sont probablement dus au degré de ploïdie. Les deux sous-espèces, *S .m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvilosus*, sont tétraploïdes, alors que l'espèce *S. vermiculatus* est diploïde. Ceci se traduit par une forte capacité adaptative des premiers, comparativement à la seconde.

Par ailleurs, la variance due à la dominance tend à rendre les héritabilités estimées, obtenues, par le coefficient de corrélation, supérieures à celles obtenues par le coefficient de régression (**LE COCHEC**, **1972**). Ainsi, il semble que les caractères sous cités sont liés à des gènes à effets dominants

♦ Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* :
_ le poids moyen d'une gousse
_ le poids de 1000 graines

_ le nombre de graines par gousse
_ le nombre de graines saines par gousse
_ le nombre de graines échaudées par gousse
_ le nombre de graines bruchées par gousse

♦ Dans la sous-espèce *S.m.ssp sulcatus* :
_ le poids de 1000 graines
_ le nombre de graines par gousse
_ le nombre de graines saines par gousse
_ le nombre de graines échaudées par gousse
_ le nombre de graines bruchées par gousse

♦ Dans l'espèce *S. vermiculatus* :
_ le rapport poids des graines sur le poids des gousses
_ le nombre de graines par gousse
_ le nombre de graines échaudées par gousse

Il parait donc que les caractères suivants :
le R:Pg/PG, chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*, le PMG et le R:Pg/PG, chez la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*, le PMG, et le P1000g, chez l'espèce *S. vermiculatus*, sont liés à des gènes à effet additif.

BEAUDRY (**1985**) note que les caractères totalement déterminés par des gènes à effet additif sont entièrement héritables.

Nous pensons que puisque l'effet des gènes dominants n'intervient pas dans l'expression de ces caractères, il semble qu'ils sont sous l'effet des gènes additifs. Ils sont héritables et peuvent servir comme critères de sélection. Cependant, il est impératif de ne pas négliger le taux de l'héritabilité qui est peu important, sauf pour le poids moyen d'une gousse de la sous-espèce *S.m.ssp sulcatus*. Dans ce cas, l'additivité est peu intéressante comparativement à l'effet du milieu.

La présence ou l'absence de gènes à effet additif, pour les caractères qui sont liés à des gènes dominants, n'est pas détectée. Ils sont peu héritables. Nous pensons que la sélection sur ces caractères est difficile. Dans ce cas, la détection de l'effet des gènes additifs sur ces caractères s'impose.

Pour certains caractères pris en compte des espèces étudiées, il existe des différences significatives entre les générations testées. Des résultats similaires aux nôtres ont été obtenus par **EWAUBI** (**2001**) entre F3 et F6 pour les caractères considérés de niébi croisée. Ce même auteur suggère que cela est du à l'existence d'une bonne mesure additive.

Dans ce cas, des études plus approfondies méritent d'être entreprises. Il est impératif de poursuivre de très prés l'étude des générations. Pour se faire, il faut essayer de simplifier au maximum l'effet du milieu. Pour concrétiser cette condition, il est nécessaire de cultiver les

différentes générations dans un même endroit et pendant la même année. De même qu'une étude des caractères chromosomiques, dans le but d'établir les liens qui pourront exister entre les caractères phénotypiques et ces derniers, s'impose. Un tel travail pourra nous aider à évaluer et structurer cette variabilité et par la même l'utiliser dans d'éventuels programmes de sélection et d'amélioration. En effet, la recherche dans quelles conditions, la variation chromosomique apparaît au niveau de l'individu, se montre indispensable dans l'avenir. Elle permet une utilisation efficace de cette plante. La variation chromosomique s'exprime au niveau de l'individu par des variations, au niveau morphologique, physiologique, ou autre.

D'autre part, la variabilité intra population constatée peut être attribuée à la compétition entre les plantes. Il est à signaler que le semis est effectué à une densité de 50 graines par mètre linéaire, à raison d'une graine tous les deux centimètres.

A ce propos**, (MATHER, 1961** in **CHALBI, 1967)** rapporte qu'en conditions de compétition, chaque plante ou animal concurrent est considéré comme étant effectivement une partie de l'environnement de l'autre.

La variabilité intra population observée chez les populations testées n'est pas fixe dans toutes les générations. Les différences dans l'expression des potentialités, d'une même population d'une génération à une autre sont justifiables. En effet, (**SAKAI, 1955** in **CHALBI, 1967**) a abouti à la conclusion que l'effet de la compétition contribue à modifier la variation d'une population, sans que cette variation se trouve transmise à sa descendance.

Outre la variabilité intra spécifique, nous avons constaté que les résultats obtenus par les espèces étudiées sont différents d'une génération à une autre. Nous pensons que cela est dû probablement à la différence des conditions de culture et en particulier aux conditions climatiques. La 1ère génération a été cultivé au cours de l'année (1981/1982), avec une pluviométrie moyenne (423 mm / an) et moins chaude par rapport aux 2ème et 3ème générations. Ces dernières ont été cultivées et ayant achevé leurs cycles de développement au cours de deux années successives, (1992 /1993) pour la GII et (1993/1994) pour la GIII. Au cours de ces dernières années une diminution globale des pluies associée à une grande variabilité annuelle sont remarquées. **NIETO LOPEZ** et **al.**, (**2000**) ont également observé des variations inter annuelles sur des populations sauvages espagnols. Ces populations appartiennent aux genres *Elymus* et *Thinopyrum.* La variation inter-annuelle est due particulièrement à l'effet du climat et sa variation d'une année à une autre.

Il semble par ailleurs que l'irrigation effectuée pour la 2ème génération est efficace. Elle améliore le poids moyen d'une gousse (PMG) pour *S. vermiculatus* et *S. m. ssp sulcatus* et le poids de 1000 graines (P1000g) pour toutes les espèces testées .

L'attaque des bruches sur les populations des deux sous-espèces *S. m. ssp subvillosus* et *S. m. ssp sulcatus* est plus forte dans la 2ème génération par rapport à la 3ème génération. L'espèce *S. vermiculatus* a subi des dégâts de bruches à des niveaux identiques dans la 2ème et 3ème génération.

D'autre part, toutes les espèces prises en compte sont touchées par le phénomène de l'échaudage des graines. Les dégâts observés sont à un degré moindre chez les populations de la 3ème génération par rapport à celles de la 2ème génération.

Il est effectivement probable que, outre la différence des conditions climatiques aux quelles nos trois générations sont soumises, les caractéristiques de la plante elle-même jouent un rôle dans la tolérance de cette dernière aux divers agresseurs. En effet, selon **YOUNSI** (**1996**); **MESSAOUD-DJEBARA** (**1993**); **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**) et **BENSALEM** (**1989**) chaque espèce testée regroupe des populations dont les phases floraison et maturation des graines, apparaissent à des moments variables. Elles s'échelonnent sur des durées plus ou moins longues. Cela est fonction des populations. Nous pensons que nous pourrons concevoir que le semis de ces différentes populations à une même date, peut les exposer à l'effet des aléas climatiques avec les conséquences qui en découlent. Ceci se produit de façon différente en fonction du stade physiologique de la plante. En effet, le froid tardif, la sécheresse et les hautes températures précoces peuvent induire la stérilité du grain de pollen et la destruction de l'ovaire (**PAULSEN** et **HEYNE, 1982** in **KABOUCHE** et **al. 2001**). Il faut dire que la quantité des gousses échaudées dépend de la quantité des fleurs avortées qui est en relation avec l'environnement du milieu d'origine (**YOUNSI**, **1996**). Le même auteur rapporte que **COOPER** (**1977**) mentionne que la perte des fleurs est moindre dans les espèces des régions sèches avec des sols pauvres. En effet, dans *S. vermiculatus*, le nombre de graines échaudées par gousse (Nge/G) diminue chez les populations originaires des régions sèches. Dans S. *m. ssp sulcatus,* le nombre de graines échaudées par gousse diminue avec les altitudes élevées. Cependant, cet avortement pourrait être du à une faible nutrition (**PICARD** et **BERTHAS**, **1965**).

Par ailleurs,(**EGLI** et **WARDLAN, 1980** et **HESKETH** et **al., 1973** in **EGLI** et **al. 1984**), rapportent que la durée de la période du remplissage des graines de Soja est sensible à la température. En effet des température élevées peuvent être une des causes entraînant l'échaudage.

La variabilité des semences et la résistance des plantes aux multiples agressions en milieu naturel peuvent être déterminées par des facteurs biologiques et écophysiologiques propres aux espèces elles-même (**DIRIK, 2000** ; **LAPEZ** et **al., 2000** ; **M'APONGMETSEM** et **al., 1999** ; **MIGUEZ, 1987** ; **WILLAN, 1992** in **BATIANO** et **al., 2001**).

En ce qui concerne les caractères relatifs à la germination, les variances phénotypiques et les coefficients de variation révèlent la présence d'une variabilité intra-spécifique. Cette dernière est forte dans les $2^{ème}$ et $3^{ème}$ générations en comparaison avec la $1^{ère}$ génération. Ces résultats sont observés chez *S .m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus.* Chez l'espèce *S. vermiculatus,* la variabilité inter-population est forte dans les trois générations.

Des associations non significatives sont notées entre les $2^{ème}$ et $1^{ère}$ générations (GII-GI) et entre les $3^{ème}$ et $2^{ème}$ générations (GIII-GII), pour l'ensemble des espèces prises en compte. Cela concerne les caractères : taux de graines dures, taux de germination au $5^{ème}$ jour, taux de germination au $10^{ème}$ jour, et la vitesse de germination.

Les courbes de régression linéaire, reportées sur les pages suivantes, expliquent en fonction du caractère testé, les corrélations établies entre les générations à :

- 0.25 % pour le taux de graines dures, jusqu'à 17.29 % pour le taux de graines germées au 10ème jour, chez l'espèce *S. vermiculatus.* Les courbes de régression sont représentées par les figures : fig. 75 ; fig. 76 ; fig. 77 ; fig. 78 ; fig. 79 ; fig. 80 ; fig. 81 ; fig. 82, (en ANNEXE N°4).
- 0.09 % pour le taux de graines germées au 10ème jour, jusqu'à 39.06 % pour le taux de graines dures, chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*. Les figures n° 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, (en ANNEXE N°4) illustrent les courbes de régression tracées pour les caractères pris en compte.
- 0.34 % pour le taux de graines dures, jusqu'à 30.03 % pour le taux de germination au 5ème jour, chez la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus.* Les courbes de régression sont illustrées par les figures : fig. 91 ; fig. 92 ; fig. 93 ; fig. 94 ; fig. 95 ; fig. 96 ; fig. 97 ; fig. 98, (en ANNEXE N°4)

Nous supposons que la contribution des générations avancées dans l'élaboration des potentialités physiologiques, en l'occurrence la germination, de la descendance est sans importance. Toutefois, de forts coefficients d'héritabilité h^2 sont observés pour certains caractères.

Nous pensons que ce-ci est du à l'effet du milieu environnant. Cette supposition peut probablement s'expliquer par des h^2 supérieurs à 100 % alors les H sont nettement très faibles. Les h^2 sont obtenus par la méthode de régression et les H sont estimés par la méthode de la corrélation. Les h^2 et les H sont estimés pour les mêmes caractères et les mêmes générations.

LE COCHEC (**1972**), rapporte que la méthode de calcul du coefficient d'héritabilité par la corrélation entre parent-descendance proposée par FREY et HORNER en 1957, avait pour but de diminuer l'effet du milieu constaté dans l'estimation de l'héritabilité obtenue grâce aux coefficients de régression de MAHMOUD et KRAMER en 1951.

Pour certains génotypes de lentilles, **(RAJPUT** et **al., 1989** in **ZEGHOUANE 1991**) rapportent que, le poids de 100 graines, montre des coefficients d'héritabilité forts **(ZEGHOUANE, 1991**). Ce même auteur pense que ce-ci est probablement lié à des effets non additifs « dominance et interaction » et aux conditions du milieu.

D'autre part, il parait que les taux de graines dures chez *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus* respectivement dans «GIII-GII et GII-GI » sont liés à des gènes à effet dominant. Les mêmes gènes semblent également contrôler la vitesse de germination dans «GII-GI » chez *S. m. ssp subvillosus* et *S. vermiculatus*.

Donc, il nous semble que dans nos conditions expérimentales, l'effet de la dominance ne justifie pas chez toutes les espèces et pour tous les caractères, les forts h^2 associés à des coefficients de déterminations R^2 faibles. C 'est probablement, l'effet du milieu qui oriente les potentialités des populations testées vers ces résultats.

Par ailleurs, dans la première génération, nous constatons un taux de graines dures le plus fort, chez l'espèce *S. vermiculatus*. Le taux de graines dures, le plus faible est celui engendré par *S. m. ssp sulcatus*. Selon **M'HAMMEDI -BOUZINA** et **al.** (**1989a**) ceci serait peut-être du au fait que cette espèce n'est rencontrée que dans les régions les plus arrosées de

l'Algérie. Par contre, dans les 2ème et 3ème génération, les deux sous-espèces *S. m. ssp subvillosus* et *S. m. ssp. sulcatus* donnent les taux de graines dures les plus forts par rapport à celui de l'espèce S. *vermiculatus*. Ce qui explique que l'effet du milieu de provenance des populations n'intervient pas dans la dureté des téguments des graines. Il semble qu'il existe d'autres paramètres qui entraînent cette dureté dans les graines étudiées. Ces paramètres peuvent être héréditaires ou non héréditaires.

Il y a lieu de signaler, pour les graines scarifiées des populations testées des 2ème et 3ème générations, la faiblesse générale des taux de germination des graines aux 5ème et 10ème jours. En comparaison à ces deux générations, la 1ère génération montre des taux de germination des graines aux 5ème et 10ème jours meilleurs. Les graines de la 1ère génération sont mises à germer aussitôt après leur récolte. Il nous semble donc que le stockage des graines pendant 08 et 07 années respectivement pour les 2ème et 3ème générations fait perdre aux graines leur aptitude à germer. Ce résultat est obtenu malgré la disponibilité des conditions nécessaires à leur germination.

La conservation parait avoir une action stimulatrice sur la germination des semences qui est peu affectée après 07 années de stockage (**M'HAMMEDI-BOUZINA**, **1992**). Ceci n'est pas valable dans notre cas pour les graines scarifiées. Cependant, pour les graines non scarifiées c'est à dire intactes, il semble que nos résultats sont en accord avec ceux de **M'HAMMEDI-BOUZINA**, (**1992**). Le cas des graines intactes, nous le verrons dans ce qui suit.

Une faible teneur en eau favorise une longue durée de conservation des semences. Selon (**WILLAN, 1992** in **BATIANO** et **al.**, **2001**), une teneur en eau de 4% à 8% du poids frais est favorable à un entreposage des semences sans précautions particulières.

GRANGE (**1980**) rapporte que selon **MOSS** (**1959**), une teneur en eau de graine de 20 % est nécessaire pour le maintien d'une couche mono moléculaire autour des protéines.

Nous pensons que la lenteur de la germination des graines scarifiées, est en relation avec la teneur en eau des graines scarifiées avant l'expérimentation.

Par ailleurs, notons qu'un semis aux champs des graines intactes et d'autres scarifiées de deux populations de chaque espèce, au niveau de l'I.T.G.C. de Khemis- Miliana en 2000/2001 a attiré notre attention. En effet, les graines intactes semées un après-midi ensoleillé entre 15 heures et 17 heures montrent une sortie de cotylédons du sol après une durée très courte. Cette dernière est évaluée à une semaine jusqu'à 10 jours. Ceci est fonction de l'espèce et de la population. Comparativement à celles-ci, les graines scarifiées mises en sol le lendemain matin ; en jour froid et brumeux entre 8 heures et 10 heures 30 mn. L'apparition de leurs cotylédons a fait un retard. Ce dernier a duré plus d'une semaine par rapport à la durée qui a été nécessaire pour l'apparition des plantules issues des graines intactes. Ce retard est variable selon les espèces et les populations.

Cette expérimentation nous amène à émettre les hypothèses suivantes :

❖ La lenteur dans la germination des graines scarifiées que se soit au laboratoire ou au champ semble être une conséquence des faibles températures aux quelles ont été soumises

ces graines dans les deux cas. (**VEGIS, 1963** in **ROLLIER** et **al., 1977**) rapporte que le taux de germination des semences de très nombreuses espèces varie avec la température à laquelle elles sont mises à germer et le temps qui sépare leur récolte de leur mise en essai. Certaines semences germent dans un intervalle de température assez étroit lorsqu'elles sont récemment récoltées. Seulement cet intervalle augmente au cours de la conservation des semences (**DRAIKE**, **1947**; **POPCOV** et **BUCH**, **1954**; **GRIESBACH** et **VOTH**, **1957**, in **ROLLIER** et **al.**, **1977**).

Ce même auteur rapporte que, les semences de certaines variétés, ou de certaines provenances, peuvent mal germer au champ. Il est ainsi, car, si elles sont semées à une époque où la température du sol est trop basse, leur germination peut être affectée.

❖ La levée rapide des plantules issues des graines intactes va nous permettre de joindre la conclusion de **M'HAMMEDI-BOUZINA** (**1992**), qui au départ ne convenait pas au cas des graines scarifiées. Nous pensons que, dans nos conditions d'expérimentation, sur l'essai réalisé au champ, le stockage des graines dans les cosses et puis sans cosses a stimulé la germination. Le stockage des graines dans leurs cosses a duré trois et quatre années, respectivement pour la 3ème et la 2ème génération. Après, les graines écossées de ces dernières, ont été stockées pendant 4 années encore.

Nous pensons que cela est du à la présence d'une substance volatile entourant le tégument de la graine. Cette substance peut rendre ces derniers, imperméable à l'eau. La conservation des graines sans cosses donne à cette substance le temps nécessaire pour qu'elle s'évapore. L'évaporation de cette substance inhibitrice cède la place à la germination de s'installer une fois les conditions adéquates sont réunies.

D'autre part, **(KELLYS** et **al., 1992** in **IDU** et **ASORTIE**, **1995)**, rapportent qu'il y a eu la même supposition concernant la dormance des graines de C. D. (L.). Ils ont pensé que cette dormance est due à l'imperméabilité des téguments à l'eau et au gaz. La cause de l'imperméabilité est la présence d'une substance inhibitrice qui oeuvre à supprimer la germination sous les conditions naturelles. Cette substance inhibitrice peut ne pas être de nature hormonale. Toutefois, **VIDOTO** et **FERRERO** (**2000**) rapportent qu'il a été démontré qu'en général, la capacité des semences à germer est fonction de la profondeur et de l'hétérogénéité du labour du sol. Elle dépend aussi, principalement des variations en humidité, en oxygène, en disponibilité en lumière et de la température du sol, et varie suivant les espèces.

Ces résultats ne permettent pas de préciser les causes de la germination des graines intactes du genre *Scorpiurus*. Ces graines sont d'habitude dures et nécessitent une scarification.

Cependant, contrairement au 1^{ier} cas, des graines intactes conservées sans cosses, mises à germer dans nos conditions de l'expérimentation au laboratoire montrent un taux de graines dures très important. Ce qui laisse supposer que d'autres facteurs tels que la tempéra-

ture, la lumière, l'eau et l'oxygène, ont eu à jouer un important rôle dans cette incapacité des graines à germer.

En outre, l'expérience réalisée au laboratoire concernant les graines scarifiées des 2ème et 3ème générations, nous a permis de noter les faits suivants :

♦ Une augmentation du temps de latence (fig. 99, 100, 101, 102, 103, 104).

♦ Du 1ier au 5ème jour de l'essai, la germination des graines est difficile. Les taux de germination sont très faibles, même nuls pour certaines populations.

♦ Ce n'est qu'à partir du 5ème jour de l'essai que quelques graines deviennent capables de germer.

Les graines ne germent pas toutes avec le même rythme dans les quatre blocs. En effet, l'analyse de la variance révèle un effet bloc. La température moyenne régnant est de 10° C environ. Cependant, les températures minimales et maximales sont respectivement de 6°C et 15°C.

Il parait que dans nos conditions de l'expérimentation, la germination des graines de cette légumineuse montre une sensibilité à la température. **PERINO** et **CÔME** (**1977**) rapportent qu'une température assez élevée de 30°c fait perdre à l'embryon l'aptitude à accomplir la 2ème phase de la germination (germination *sensu stricto*). Elle induit, pour cette raison une dormance secondaire. Selon **ÖZBINGÖL** et **al.** (**1998**), la phase II de germination (germination *sensu stricto*), constitue une étape d'activation dans le processus de la germination. Elle est beaucoup plus sensible que la croissance de la radicule aux facteurs externes, et en particulier à la température et à la concentration en oxygène. Il parait d'après ce qui précède que la température à un effet considérable sur le déroulement du processus de la germination. Mais, il reste à savoir, si cette sensibilité est due aux basses ou aux hautes températures.

Il y a lieu de signaler aussi que les graines scarifiées ne germent pas dans les 10 premiers jours après leur mise en essai. Nous les avons conservées, enfermées dans les mêmes conditions, et suivies pendant 20 jours encore; par manque du Tetrazolium. Nous avons obtenu des taux de germination supérieurs à 65% en fonction des populations. Ceci étant pour les 2ème et 3ème générations. Aucun cas de contamination n'est constaté au cours de l'expérimentation.

Nous pensons que nos graines scarifiées subissent une induction en dormance secondaire, imposée par les différentes situations thermiques, chez toutes les espèces des générations GII –GIII.

Par ailleurs, contrairement à la 1ère génération, la mise à germer des graines des 2ème et 3ème génération n'est réalisée qu'après plus d'une année de leur scarification. Nous pensons que le retard de la germination des graines dans ces conditions peut nous permettre de supposer l'hypothèse suivante. Un évènement doit se produire dans ces graines-ci au moment de l'imbibition (1ère phase de germination). Ceci, peut probablement modifier de façon

fondamentale leur réaction à l'environnement qui, d'habitude, convenable à la germination des graines scarifiées appartenant au genre *Scorpiurus.* Cet évènement pourrait être localisé au niveau de l'embryon. Comme nous le savons, pour certaines espèces, l'embryon peut être hypersensible à une forte tension partielle de l'oxygène. **(MORGANA, 1962** in **CORBINEAU**

et **CÔME 1980**), cite que les graines de *Thypha latifolia* germent mieux dans des atmosphères appauvries en oxygène. Les graines dites dormantes ne germent pas à l'air parce qu'elles disposent de trop d'oxygène (**CORBINEAU** et **CÔME**, **1980**). Il nous parait dans ce cas que les graines scarifiées des 2ème et 3ème générations subissent une induction en dormance secondaire. Cette dernière est, peut être, due à une forte tension partielle d'oxygène entourant l'embryon.

De ce fait, nous arrivons à suggérer l'hypothèse suivante : les graines scarifiées des 2ème et 3ème générations de toutes les espèces testées du genre *Scorpiurus s*ont sujettes à une induction en dormance secondaire. Ceci est arrivé à cause de fortes sensibilités des graines aux variations des conditions de l'expérimentation entre autres, la température et la tension partielle de l'oxygène. Le contrôle de ces paramètres est très difficile dans notre expérimentation.

D'autre part, nous rejoignons la conclusion de **LEDEUNFF** et **CHAUSAT** (**1968**) et **COME** (**1970**), à travers laquelle ils soulignent les difficultés de déterminer avec précision la nature de dormance des graines. De même, ils notent qu'une dormance embryonnaire peut-être associée à une inhibition d'origine tégumentaire.

Il est à noter que les caractères fortement et positivement corrélés entre eux soient à des seuils de 0.1 P. 100 ou 1 P.100, montrent que les valeurs de leur héritabilité sont différentes (matrice de corrélation et tableaux n° 14 et 15, en (ANNEXE 2 et 3). Des résultats analogues aux nôtres sont obtenus par **ECOCHARD** et **al.** (**1979**) entre le rendement et la durée du 2ème cycle chez le soja. Ce même auteur rapporte qu'il ne faut pas confondre corrélation phénotypique et corrélation génétique. En effet, certains cas, malgré l'existence d'une corrélation phénotypique positive qui lie les deux caractères, un de ces caractères peut avoir une héritabilité nettement supérieure à l'autre caractère. De ce fait, il est nécessaire d'évaluer les corrélations génétiques qui peuvent exister entre l'ensemble des caractères considérés dans notre étude.

Pour la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus,* les caractères du milieu de provenance sont négativement corrélés entre eux au seuil 0.1 P.100 (r = -0.610). Chez la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* et l'espèces *S. vermiculatus,* aucune corrélation significative n'est observée entre la pluviométrie et l'altitude des milieux d'origine de ces dernières.

Pour ce qui est de l'analyse factorielle des correspondances, son but est de présenter et de décrire, sous une forme graphique, le maximum d'informations, contenues dans un tableau de données (**DERVIN**, **1990**). Notre objectif est de pouvoir connaître comment se répartissent les populations. L'étude de cette répartition est faite en fonction des caractères liés aux gousses et aux graines, ceux relatifs à la germination des graines et des facteurs du milieu d'origine (ALT., PLU.) des populations testées. La répartition des populations prises en compte est recherchée dans le genre, dans les espèces et les sous-espèces.

L'AFC, effectuée sur les populations testées répartit ces dernières en quatre groupes. Lesquels, sont obtenus dans les trois générations du genre *Scorpiurus*, de l'espèce *S. vermiculatus*, ainsi que la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*. Dans la sous espèce *S. m. ssp subvillosus,* seulement, les populations des 2ème et 3ème générations se répartissent en quatre groupes.

BAKASSOY (**2000**), de sa part, trouve que l'AFC répartit en quatre groupes, les 48 écotypes de Sesbania pachy carpa DC. collectés à l'intérieur du Burkina Faso.

Ce même auteur rapporte que **CHERIFI** et **al.** (**1993**) tirent les mêmes conclusions sur deux espèces de médicago.

SARR et **al.** (**1997**) notent qu'à partir d'une AFC sur 24 populations de maïs, ces dernières se répartissent en quatre groupes.

Cependant, pour l'espèce *S. muricatus*, l'A.F.C. répartit les populations des 1ère et 2ème générations en trois groupes. Celles de la 3ème génération sont réparties en deux groupes. Les populations de la 3ème génération de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* se répartissent par l'AFC en trois groupes.

Pour l'ensemble des analyses factorielles de correspondance effectuée, nous notons que certaines populations se répartissent de manière indépendante de leur milieu d'origine (ALT, PLU). Des résultats analogues aux nôtres ont été trouvés par **SARR** et al. (**1979**), avec comme facteur de provenance des écotypes testés : la pluviométrie.

Cependant, la répartition des populations de la première génération de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* sur les trois groupes grâce à l'AFC, est fonction des facteurs du milieu d'origine des populations. Tandis que dans la 2ème génération du genre *Scorpiurus*, l'AFC répartit les populations en quatre groupes indépendants des milieux d'origine.

L'A.F.C. dans le genre *Scorpiurus* montre nettement l'isolement des populations de l'espèce S. *vermiculatus* dans un groupe à part, dans les trois générations testées GI, GII, GIII. Les autres groupes renferment des populations appartenant aux deux sous-espèces; en l'occurrence, *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus*.

Cette séparation entre les groupes est en accord en premier lieu avec la classification de **QUEZEL** et **SANTA** (**1962**). Ces auteurs proposent pour le genre *Scorpiurus* deux espèces *S. vermiculatus* et *S. muricatus.* Cette dernière regroupe les deux dernières sous-espèces *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus.*

En deuxième lieu, cette séparation est en accord avec la ploïdie de ces populations. En effet, l'espèce *S. vermiculatus* est diploïde, alors que les deux sous-espèces sont tétraploïdes.

Il est à signaler que, dans certains cas, les populations qui proviennent d'une même région appartiennent à deux groupes différents, par leurs caractéristiques des graines et leur germination. Tels que les 2ème et 4ème groupes de la 2ème génération de l'espèce *S. vermiculatus.* Ces groupes contiennent des populations qui proviennent des régions à faible altitude. De même que les 2ème et 3ème groupes de la 3ème génération de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*

sont représentés par des populations dont le milieu d'origine est à pluviométrie moyenne. Des essais multi - locaux sont justifiés dans ce cas.

Par ailleurs, l'examen des résultats obtenus montre qu'en moyenne de l'espèce, *S. vermiculatus* se distingue par un poids moyen d'une gousse et un poids de 1000 graines. Ces deux caractères sont nettement supérieurs à ceux obtenus par les deux sous-espèces *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus*. Ces résultats sont obtenus dans les trois générations. Si nous nous référons à la morphologie du matériel étudié, nous sortons avec la même déduction que **M'HAMMEDI-BOUZINA** (**1992**) et **YOUNSI** (**1996**). Cette différence est due principalement à la grosseur des graines et aux volumes des gousses de l'espèce *S. vermiculatus*. Elle est perceptible à l'œil sans recours aux analyses biométriques, cependant, ces dernières confirment et soutiennent nos conclusions.

En outre, dans cette espèce, le poids de mille graines répond de façon favorable à un bon milieu ambiant. En effet, un apport d'irrigation a donné un P1000g meilleur.

Contrairement aux résultats obtenus par **M'HAMMEDI-BOUZINA** (**1992**), nous notons la supériorité de la sous-espèce S. *m. ssp sulcatus* en poids moyen d'une gousse par rapport à *S. m. ssp subvillosus.* **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**) trouve des résultats identiques aux nôtres.

Il est à noter que dans les trois générations, la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* marque une légère supériorité en poids de 1000 graines par rapport à la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*. Ces résultats corroborent ceux obtenus par **M'HAMMEDI-BOUZINA** (**1992**); **MESSAOUD-DJEBARA** (**1993**) et **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**).

Les liens phénotypiques qui associent les caractères testés entre eux sont variables d'une génération à une autre. Ceci nous a permis de supposer que les conditions de la culture influence même la concordance entre les caractères. Par conséquent certains caractères sont pénalisés au profit d'autres.

CONCLUSION GENERALE

Le travail rapporté dans ce mémoire est une contribution à l'étude de la variabilité, de l'héritabilité des caractères des gousses, des graines et de la germination dans le genre *Scorpiurus.*

Il a fait l'objet d'une étude de caractérisation de 48 populations. Elles sont prises successivement sur chacune des trois générations prises en compte. Les populations étudiées se répartissent en : 16 populations appartenant à l'espèce *S. vermiculatus*, 24 populations de la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*, et enfin 08 populations de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*.

Ce travail a pour but de chercher dans l'espèce et les deux sous-espèces pré citées du genre *Scorpiurus*, l'existence et les causes d'une variabilité phénotypique

Cette variabilité peut-être d'ordre intra spécifique, intra population et inter génération. Elles concernent les caractères agronomiques liés aux gousses et aux graines, ainsi que les caractères physiologiques relatifs à la germination de ces dernières. Le travail réalisé prend en considération trois générations successives. Elles sont nommées GI, GII, GIII .

Nous recherchons particulièrement :

- Les causes de cette variabilité. L'origine de la variabilité observée peut être :
  _ Le milieu d'origine des populations testées (Alt.– Plu.)
  _ Le milieu environnant et les conditions de la culture
  _ La composante génétique des populations prises en compte
  _ Un caractère qui nous est inconnu
  _ Une combinaison de tous ces facteurs

- Déterminer la part de la variabilité génétique dans la variabilité totale observée.
- Réaliser dans la mesure du possible diverses déductions :

_ Les liens existants entre caractères étudiés sont-ils stables d'une génération à une autre?

Durant le temps de l'expérimentation qui s'est déroulée au niveau de l'.I.T.G.C. de Khemis-Miliana, nous avons pu faire d'intéressantes observations. Elles confirment les résultats obtenus antérieurement par plusieurs auteurs, citons entre autre, **M'HAMMEDI-BOUZINA** (**1996**); **MESSAOUDE-DJEBARA** (**1993**); **YAHIYA-M'HAMMED** (**1994**) et **YOUNSI** (**1996**). Il s'agit de l'existence de la variabilité, et l'effet du milieu de provenance des populations testées sur cette dernière.

Ainsi notons qu'une certaine variabilité intra spécifique s'étant révélée présente pour l'ensemble des caractères testés, dans les trois générations. L'importance de cette variabilité est fonction du caractère étudié, de la génération prise en compte et de l'espèce ou sous-espèce testées. En effet, les deux sous-espèces de *S. muricatus* montrent une variabilité intéressante, comparativement a *S. vermiculatus*. Cette dernière exprime une tendance vers une homogénéité. Cette observation est constatée au niveau des trois générations étudiées.

Sur certains caractères testés et suivant l'espèce prise en compte, la variabilité observée peut s'expliquer en partie par une influence du milieu d'origine des populations testées. La sous-espèce *S. m. ssp subvillosus* en comparaison avec *S. m. ssp sulcatus* et *S. vermiculatus*, présente le plus grand nombre de caractère influençable par les facteurs du milieu d'origine. Il s'agit particulièrement de la pluviométrie.

Une forte pluviométrie du milieu d'origine des populations provoque chez *S. m. ssp subvillosus* , un fort taux de graines dures et un faible taux de germination au 5ème jour, dans la première génération. Elle entraîne, dans la 2ème génération, une faible sensibilité aux bruches, un faible rapport poids des graines sur le poids des gousses et un faible taux de germination au10^{ème} jour. Elle produit une faible sensibilité au bruches dans la 3ème génération.

Chez la 2ème génération de *S. vermiculatus*, la sécheresse caractérisant les milieux d'origines des populations testées entraîne un fort poids moyen d'une gousse et une faible sensibilité à l'échaudage .

Cependant le facteur altitude du milieu de provenance des populations n'est pas à négliger. En effet, il semble qu'une forte altitude favorise une résistance des graines à l'échaudage, chez la 3ème génération de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*.

Dans la 2ème génération de la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*, il paraît que la mauvaise résistance aux bruches est sous l'effet combiné d'une faible pluviométrie et d'une altitude élevée.

Il existe une variabilité intra origine en rapport avec des interactions génotype X milieu environnant.

En outre, il paraît que la part de la variabilité génétique dans la variabilité totale observée chez l'ensemble des caractères pris en compte est très importante chez les deux sous-espèces de *S. muricatus*, en comparaison avec l'espèce *S. vermiculatus* . La part de la variabilité génétique, chez cette dernière, est peu importante dans la variabilité phénotypique totale. Il nous semble que la variabilité observée chez *S. vermiculatus* est essentiellement environnementale. Ce ci est du probablement au degré de ploïdie des espèces étudiées. Les deux sous-espèces *S. m. ssp subvillosus* et *S. m. ssp sulcatus* sont tétraploïdes, l'espèce *S. vermiculatus* est diploïde.

Il paraît que le niveau de ploïdie influe sur les capacités adaptatives des espèces, d'où la tendance de l'espèce *S. vermiculatus* vers une stabilité.

Par ailleurs, il nous semble que dans le cas des deux sous-espèces de *S. muricatus*, la variabilité phénotypique observée peut-être causée par une variabilité génétique cachée.

S. m. ssp sulcatus et *S. m. ssp subvillosus* peuvent servir comme matériel de base pour un travail de sélection ou d'amélioration.

D'autre part, l'espèce *S. vermiculatus*, dont l'expression des caractères testés sont soumis plus à l'action des effets non génétiques qu'à l'effet génétique. Ce dernier n'est pas à négliger, et les facteurs non génétiques doivent être corrigés en vue d'une sélection efficace. En outre, elle possède des potentialités qui peuvent être valorisées si des efforts de sélection, et de croisement sont entrepris.

Nous pensons que l'origine de la variabilité phénotypique peut, également, trouver une explication dans l'étude des caractères chromosomiques dans le genre *Scorpiurus* .Du moins un apport d'autres indices, permettront d'éclairer certains ambiguïté et redondance rencontrés, dans l'étude des caractéristiques phénotypiques, sont a espérer.

Il est à signaler que, la part de la variabilité génétique dans la variabilité totale est variable suivant les caractères et les espèces. De même que pour plusieurs auteurs, citons entre autres, **LE COCHEC, (1972); ECOCHARD et al., (1979); COHAT, (1988); PFLEIFFER et EGLI, (1988),** dans tout travail, les résultats de l'estimation de l'héritabilité des caractères testés ne sont applicables en toute rigueur qu'aux génotypes utilisés, et ce dans les conditions de l'expérimentation précisées. De ce fait, il est impérative d'entreprendre suivant le but recherché des études se penchant sur l'estimation de l'héritabilité d'un certains nombre de caractères dans ce genre. Ces derniers englobent les caractères agronomiques, morphologiques et physiologique, etc… La réalisation de ces études doit prendre en considération un nombre appréciable de populations, particulièrement pour la sous espèce *S. m. ssp subvillosus*. Ce qui pourrait permettre une bonne prévision du paramètre h^2 . Ce dernier est primordiale et très délicat dans l'élaboration d'un programme de sélection et d'amélioration.

Quant aux variations inter générations et inter populations des caractères liés aux gousses et aux graines ; elles peuvent être attribuées à des variations des conditions de culture. En effet, les expériences ont été répétées dans le temps et dans l'espace.

Il nous semble que des essais multi locaux sont indispensables pour bien exploiter les interactions milieu x population qui se présentent.

La variabilité inter génération observée chez les graines scarifiées est une conséquence inévitable. Elle est due à un ensemble de facteurs supposé connu. Ils ont surgit d'une façon inattendue. Ils ont influencé la germination des graines au laboratoire. Cette situation nous pousse à soulever plusieurs questions et par conséquent à émettre certaines hypothèses.

- La première hypothèse suppose qu'il s'agit d'un effet de vieillissement et d'une altération de la viabilité des graines.
- La seconde hypothèse : Les conditions de l'expérimentation de la germination et particulièrement la température, provoquent chez les graines testées une induction en dormance secondaire
- La 3ème hypothèse émise serait que la conservation des graines, après leur scarification a pu entraîner une perte en eau ou en oxygène. Ces pertes poussent l'embryon à entrer dans une phase de dormance pour résister aux conditions non adéquates qui l'entourent.

Nous pourrons tenter de trancher entre ces différentes hypothèses en étudiant chaque cas à part. Pour cela, nous devrons utiliser un matériel plus adapté qui nous permettra de contrôler le maximum de paramètres possible.

Les hypothèses émises dans ce mémoire, n'en excluent pas d'autres plus complexes encore.

Les résultats actuels ne permettent pas de conclure et de choisir une des 03 hypothèses émises, il est d'ailleurs possible qu'elles interviennent simultanément. Il sera intéressant de poursuivre l'analyse pour mieux situer le problème.

Pour ce qui est des graines intactes, les observations faites à l'I.T.G.C de Khemis-Miliana sur un essai réalisé au champ, nous amène à émettre l'hypothèse suivante. Il existe une substance inhibitrice volatile entourant les graines conservées dans leurs cosses . D'autres études seront nécessaires pour confirmer la présence de cette substance supposée inhibitrice, ou de déterminer dans quelles conditions le stockage peut entraîner une altération des téguments des graines et supprimer leur dureté.

Il semble que les caractères PMG et P1000g chez l'espèce *S. vermiculatus* et le PMG chez la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* sont liés à des gènes à effet additif. Si ces caractères sont entièrement héritables, nous pensons qu'ils pourront être utilisé comme critères de sélection.

Les caractères à faible variabilité ne doivent pas être défavorisé ou éliminé parce que les caractères qui manifestent un gain par vigueur hybride « phénomène de l'hétérosis » sont ceux a faible héritabilité.

Toutefois, il faut s'assurer que chacun de ces caractères n'a aucun lien génétique négatif avec d'autres caractères morpho-phéno-agro- physiologiques intéressants. Une étude de la corrélation génétique des caractères testés et divers autres s'impose. Il est également nécessaire de vérifier pour le PMG, le P1000g et pour d'autres caractères leurs liens aux gênes à effets additifs.

Il paraît qu'en dehors du PMG et du P1000g, la sélection au niveau des autres caractères est très difficile à cause de l'effet dominant. Il serait nécessaire de faire des croisements intra spécifiques. Ces derniers, doivent être suivis, par des sélections qui s'effectueront dans les premières générations de post-croisement. Le travail doit être complété par une évaluation de l'héritabilité et de la part de l'additivité dans cette dernière.

L'A.F.C. réalisée au sein du genre *Scorpiurus*, montre que la barrière génétique localisée au niveau de la ploïdie, constitue un paramètre de séparation entre l'espèce *S. vermiculatus* et les autres sous-espèce *S. m. ssp sulcatus* et *S. m. ssp subvillosus*. En effet la première est diploïde et la deuxième est tétraploïde.

Courbes de régression

Fig. 36 taux de g5èmej en fonction de la pluviométrie du milieu d'origine de GI de *S.m.ssp subvillosus*

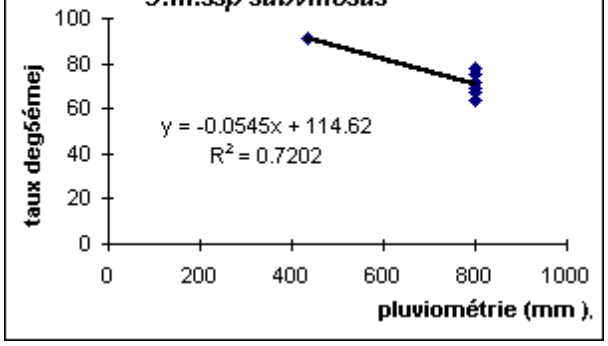


Fig. 37 taux de graines dures en fonction de la pluviométrie du milieu d'origine de GI de *S. m. ssp subvillosus*

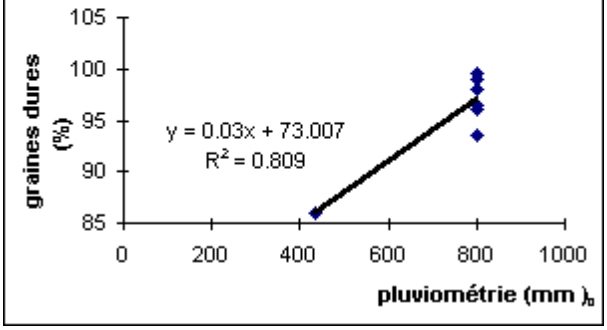


Fig. 38 Tg10ème j en fonction de la pluviométrie du milieu d'origine de GII de *S.m. ssp subvillosus*

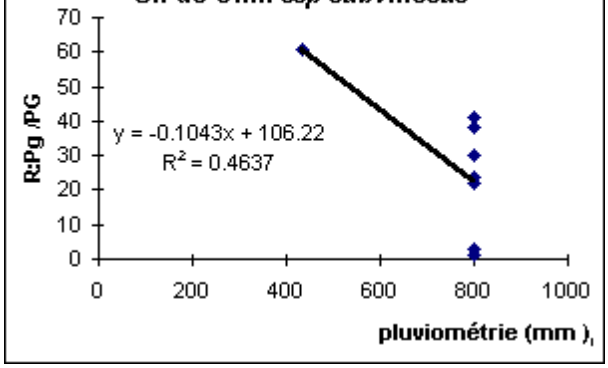


Fig. 39 Ngb/G en fonction de la pluviométrie (mm) du milieu d'origine de GII de *S. m. ssp subvillosus*

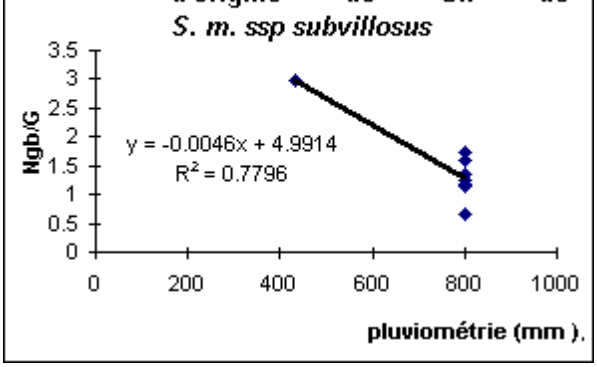


Fig. 40 R:Pg/PG en fonction de la pluviométrie du (mm) milieu d'origine de la GII de *S. m. ssp subvillosus*

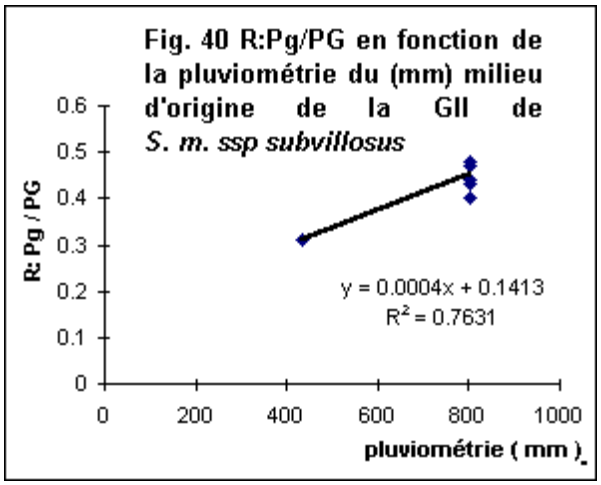
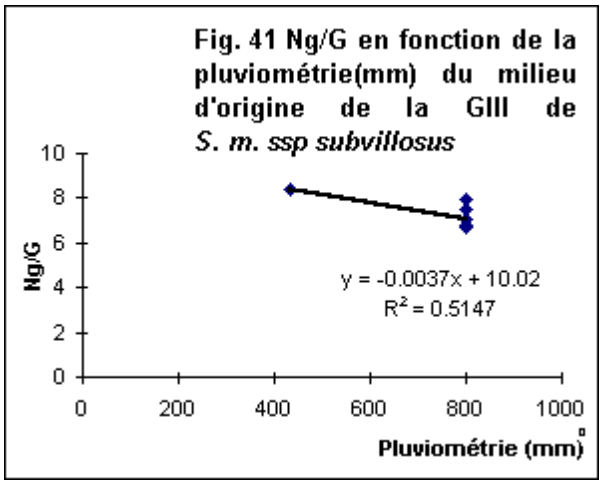


Fig. 41 Ng/G en fonction de la pluviométrie(mm) du milieu d'origine de la GIII de *S. m. ssp subvillosus*



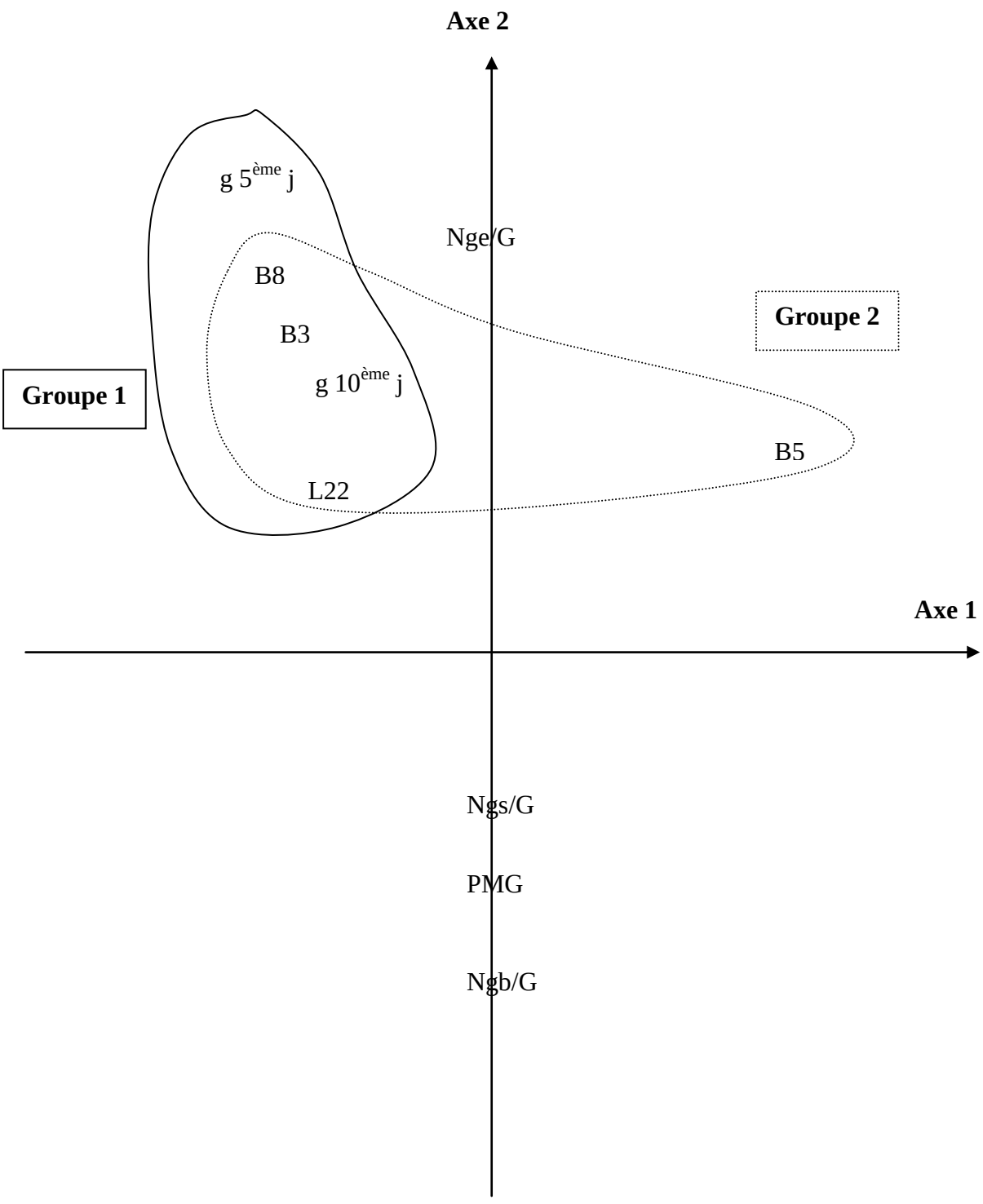


Fig. 23 : A.F.C. dans l'espèce *S. muricatus*
Troisième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

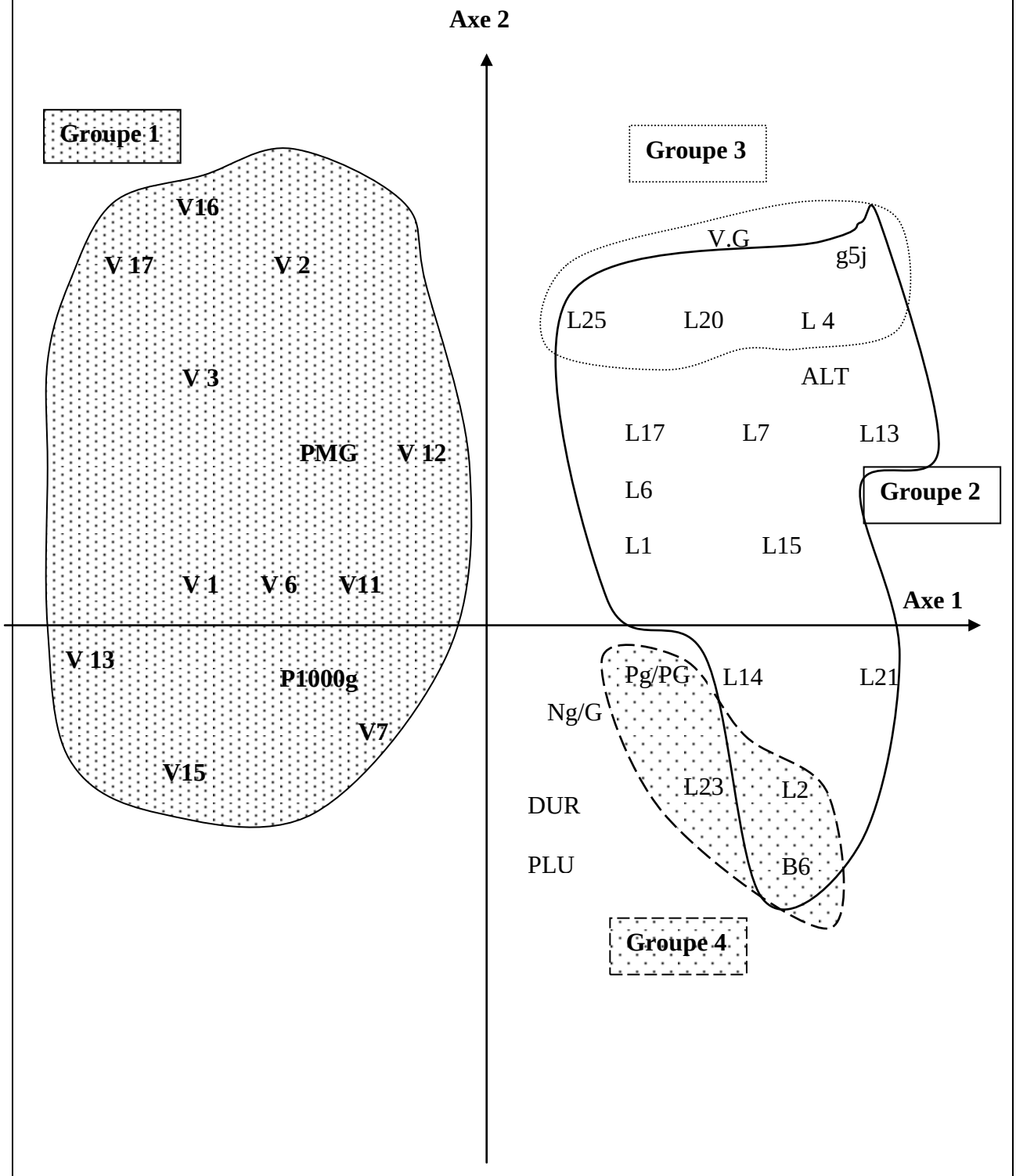


Fig. 15 : A.F.C. dans le genre *Scorpiurus*
Première génération
Projection des individus et des modalités de variables

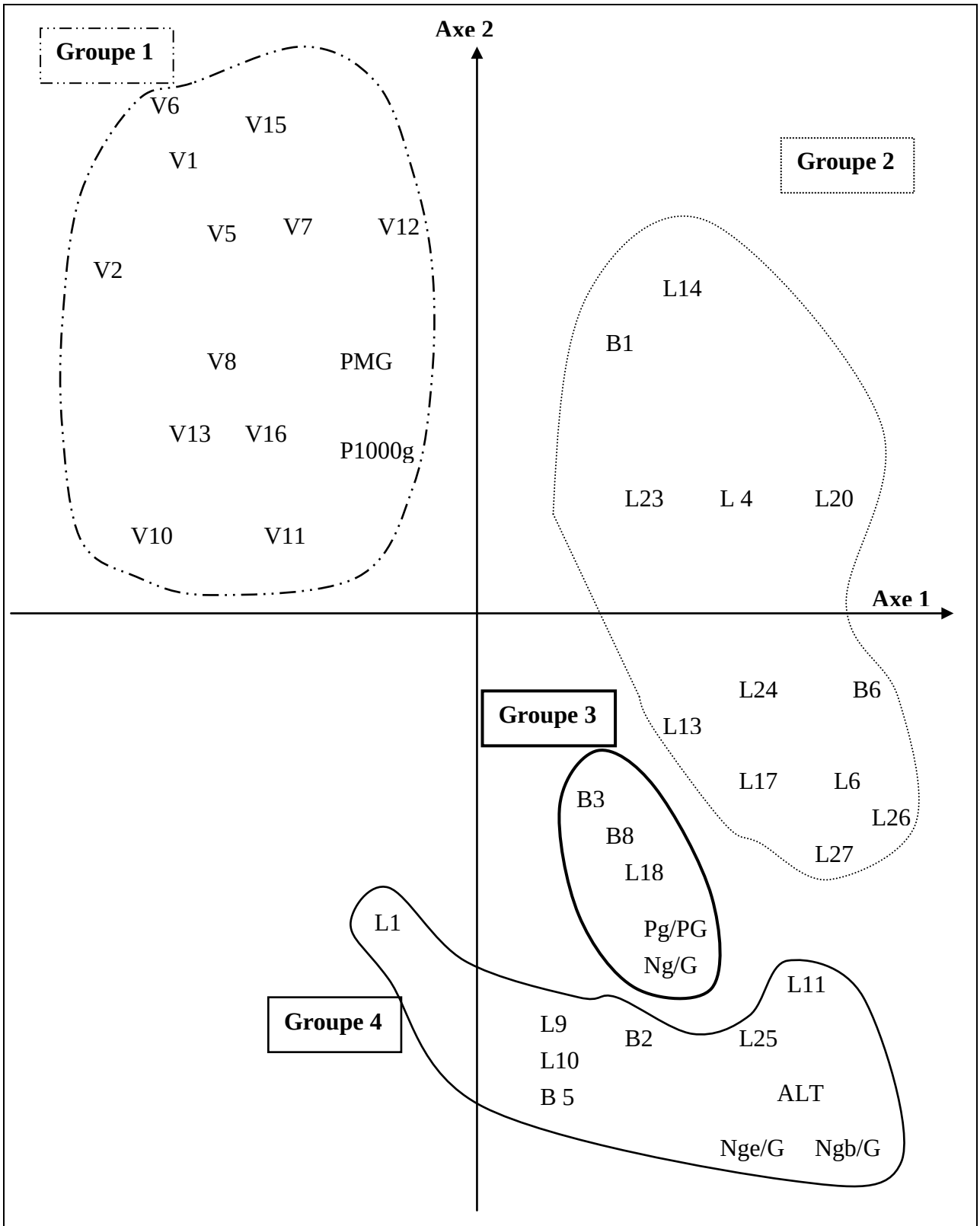


Fig . 16 : A.F.C. Dans le genre *Scorpiurus*
Deuxième génération
Projection des individus et des modalités de variables

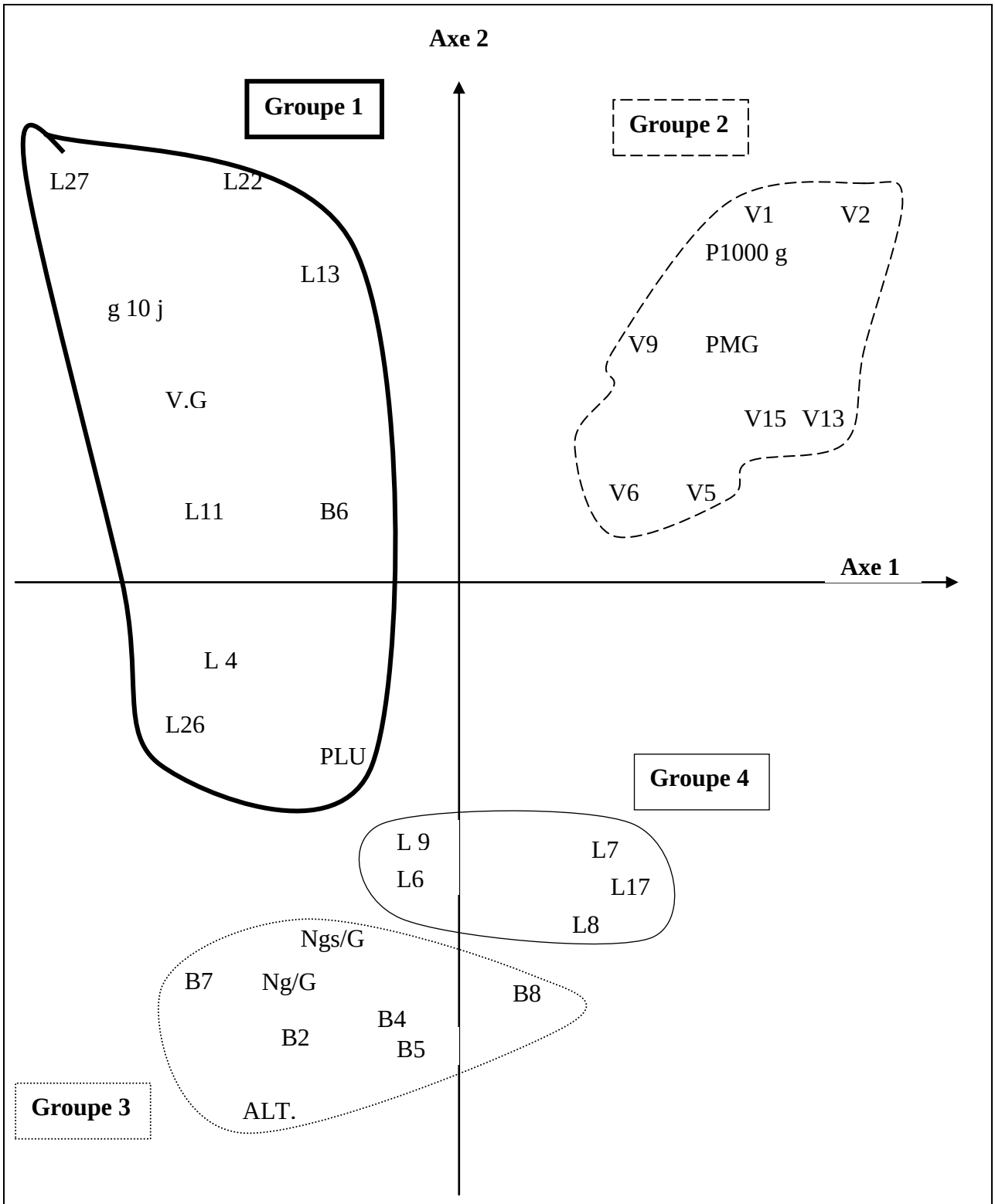


Fig. 17 : A.F.C. Dans le genre *Scorpiurus*
Troisième génération
Projection des individus et des modalités de variables

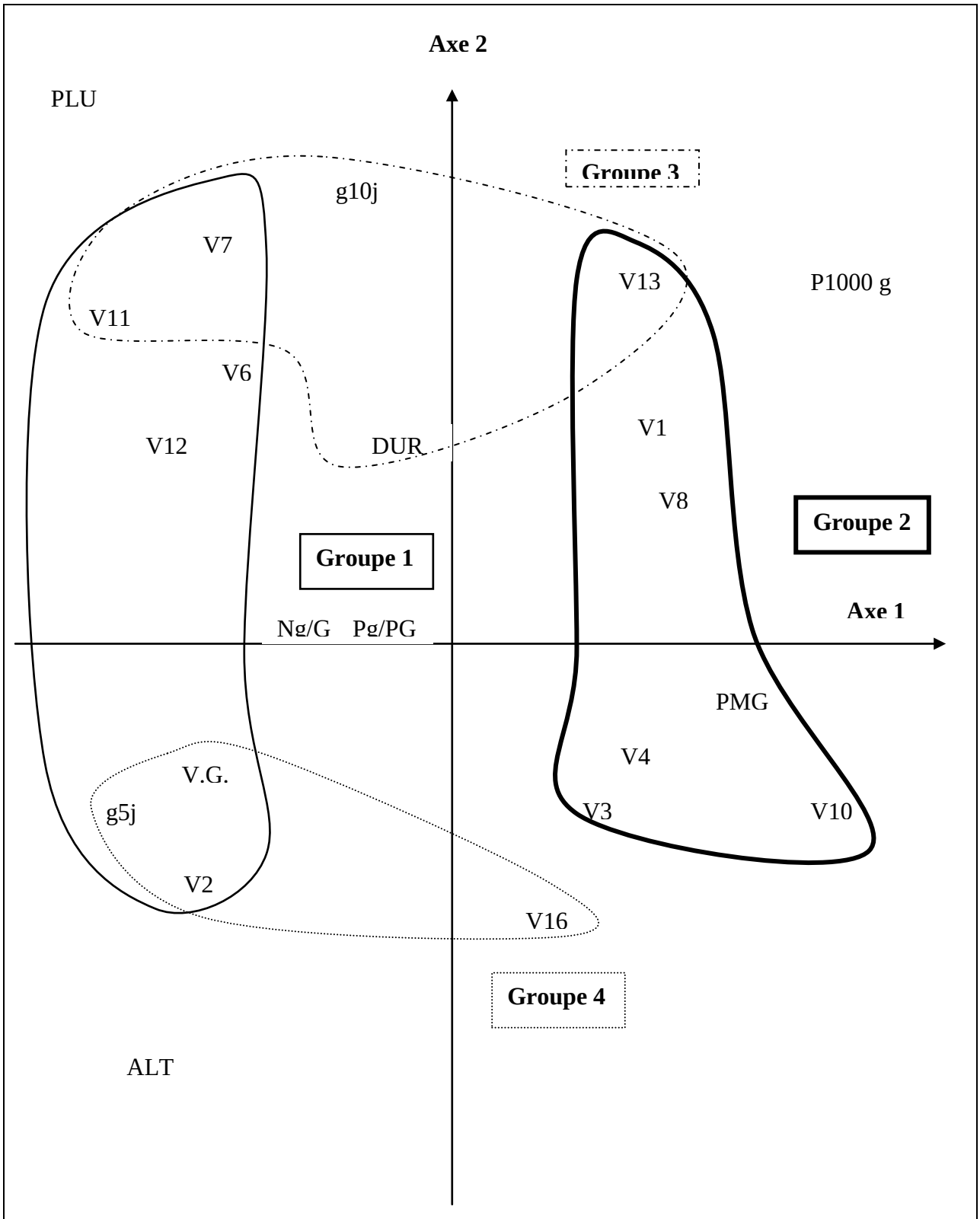


Fig. 18 : A.F.C. Dans l'espèce *S. vermiculatus*
Première génération
Projection des individus et des modalités des variables

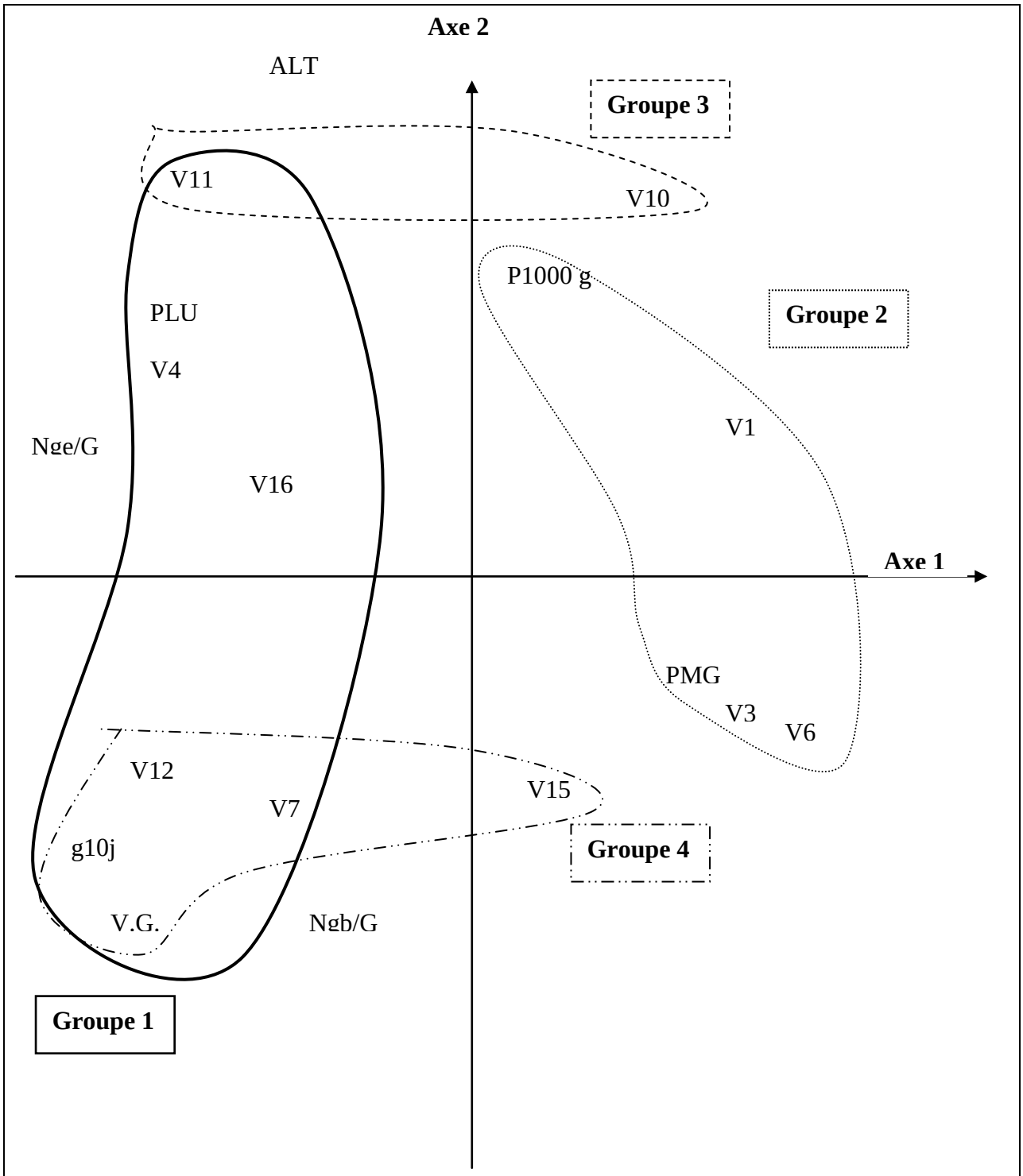


Fig. 19 : A.F.C. Dans l'espèce *S. vermiculatus*
Deuxième génération
Projection des individus et des modalités de variables

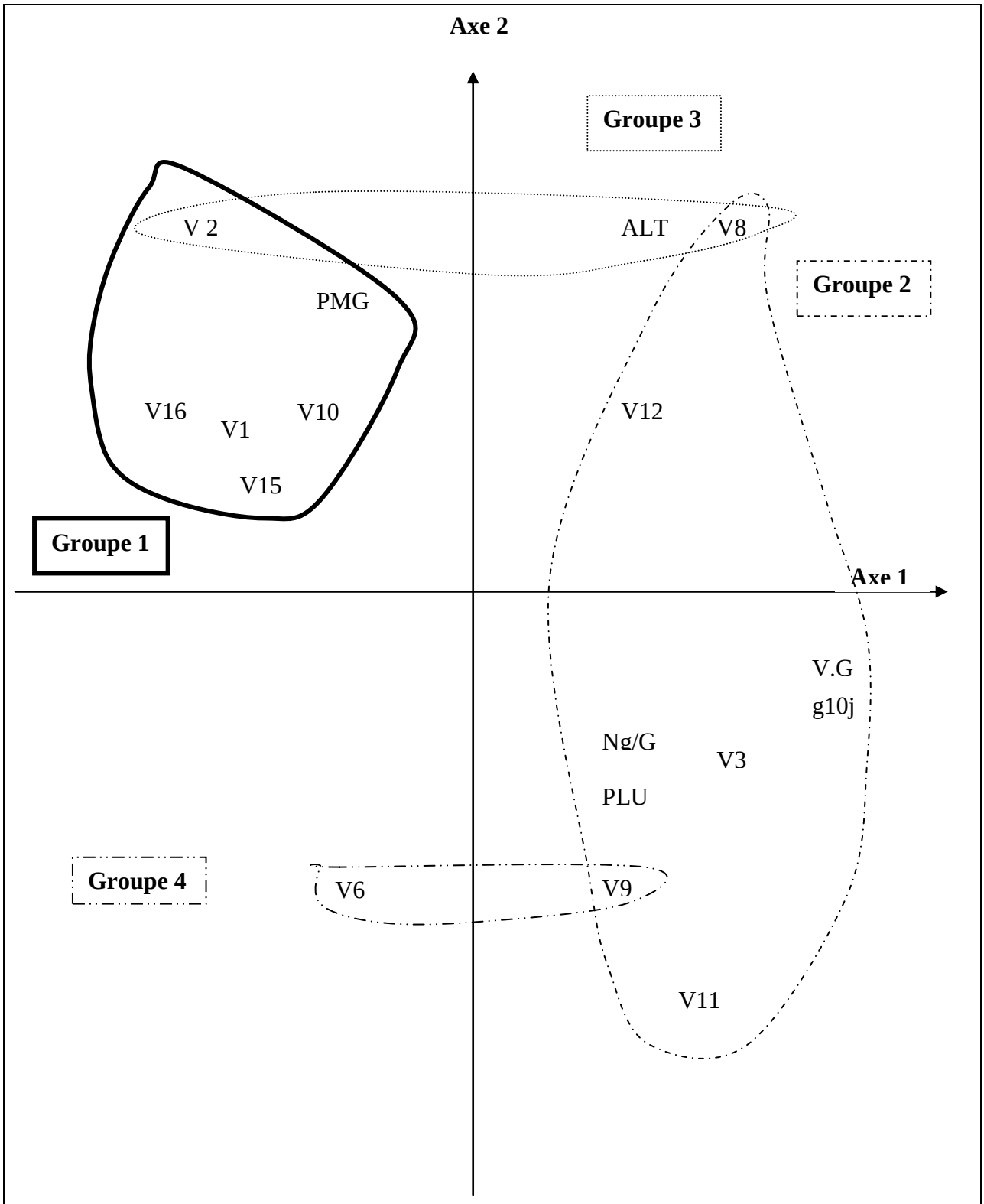


Fig. 20 : A.F.C. Dans l'espèce *S. vermiculatus*
Troisième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

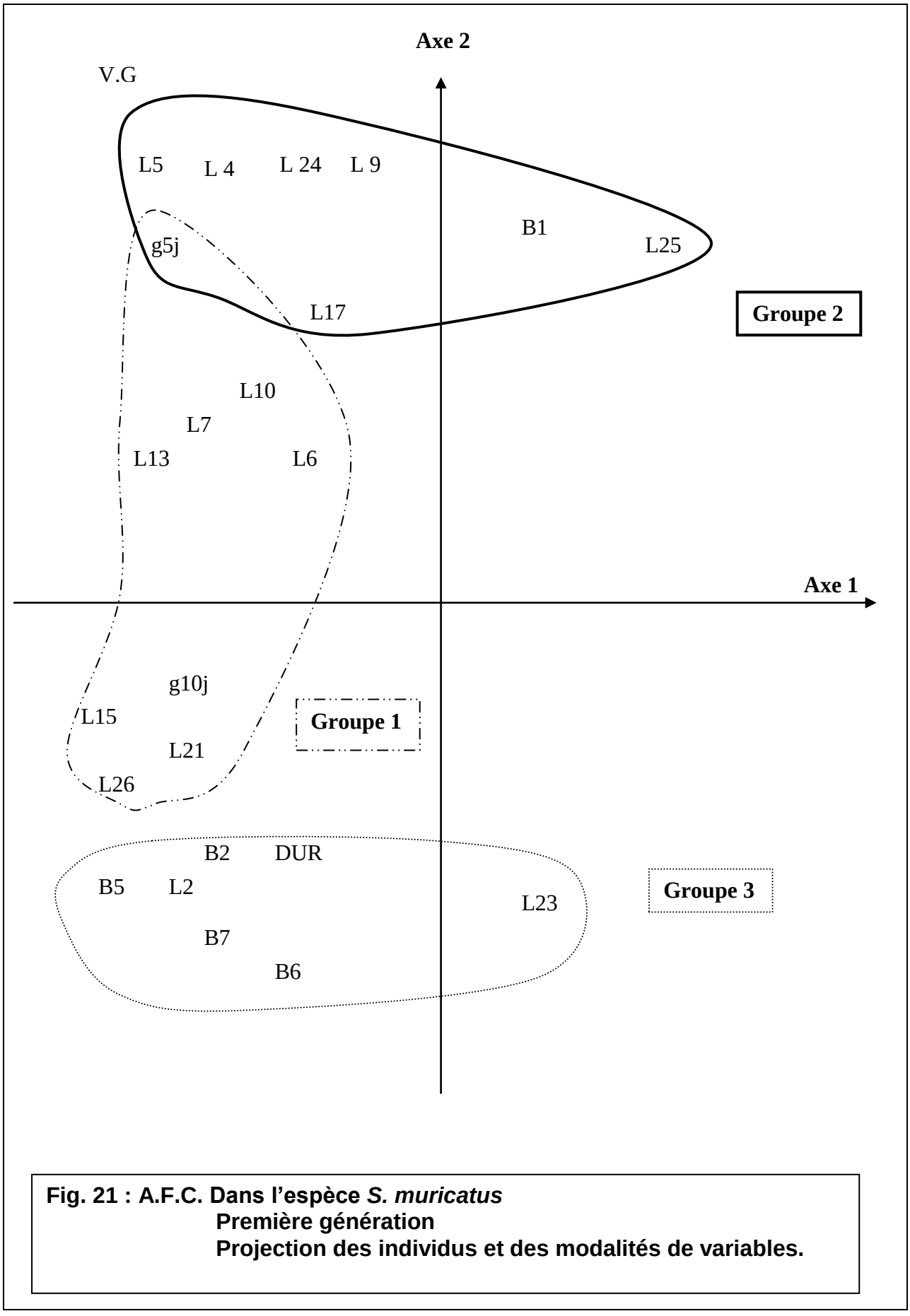


Fig. 21 : A.F.C. Dans l'espèce *S. muricatus*
Première génération
Projection des individus et des modalités de variables.

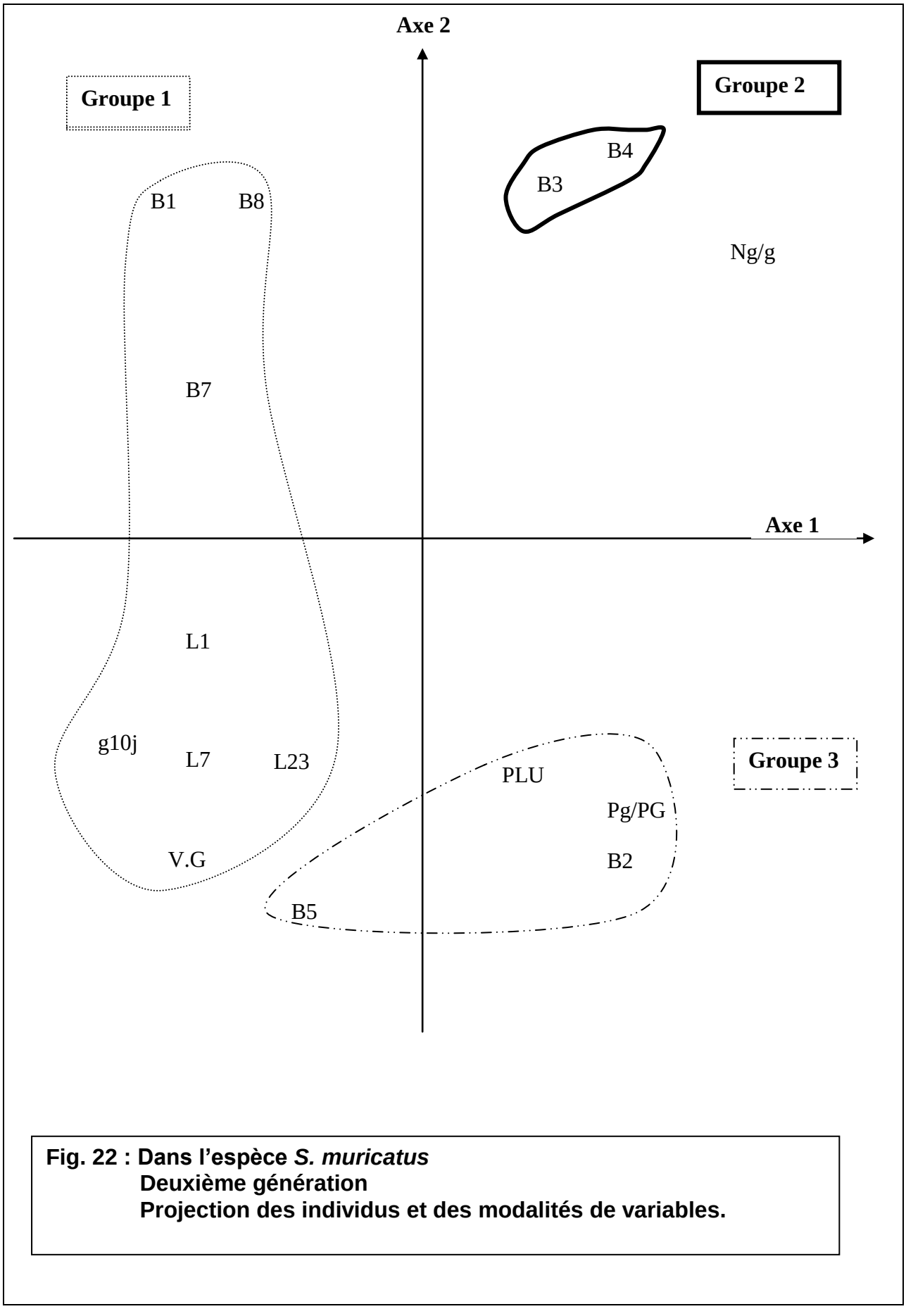


Fig. 22 : Dans l'espèce *S. muricatus*
Deuxième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

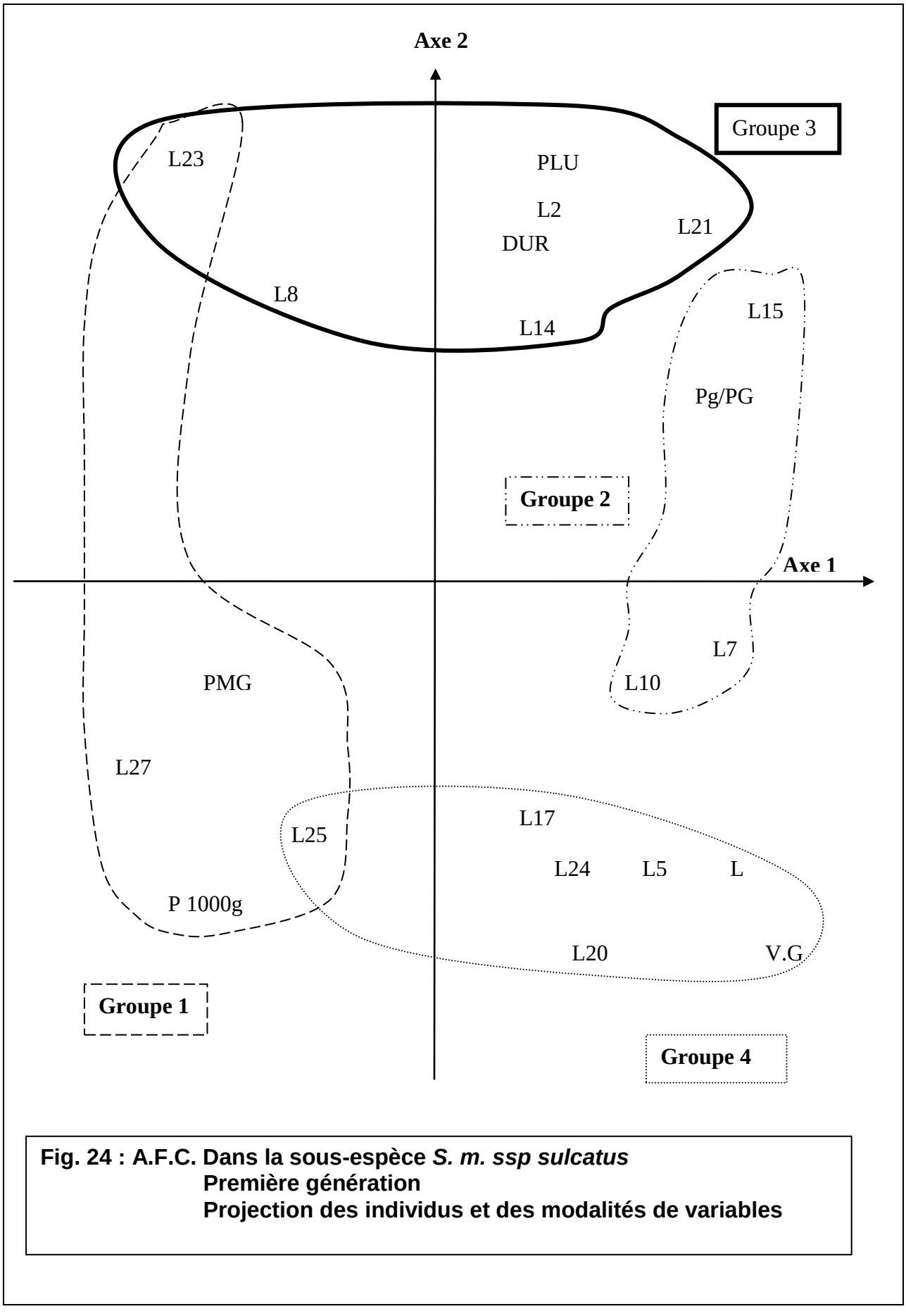


Fig. 24 : A.F.C. Dans la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*
Première génération
Projection des individus et des modalités de variables

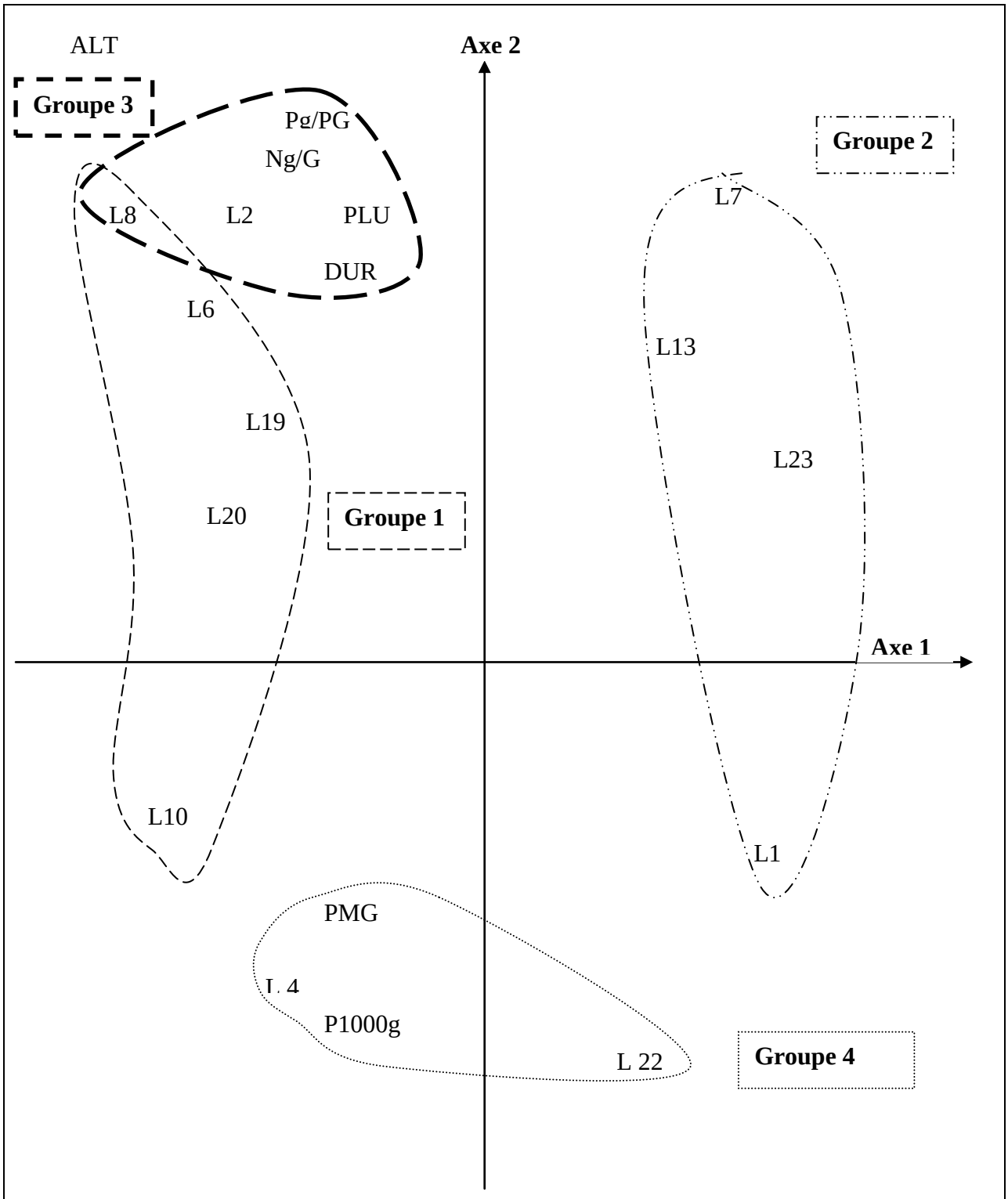


Fig. 25: A.F.C. Dans la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*
Deuxième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

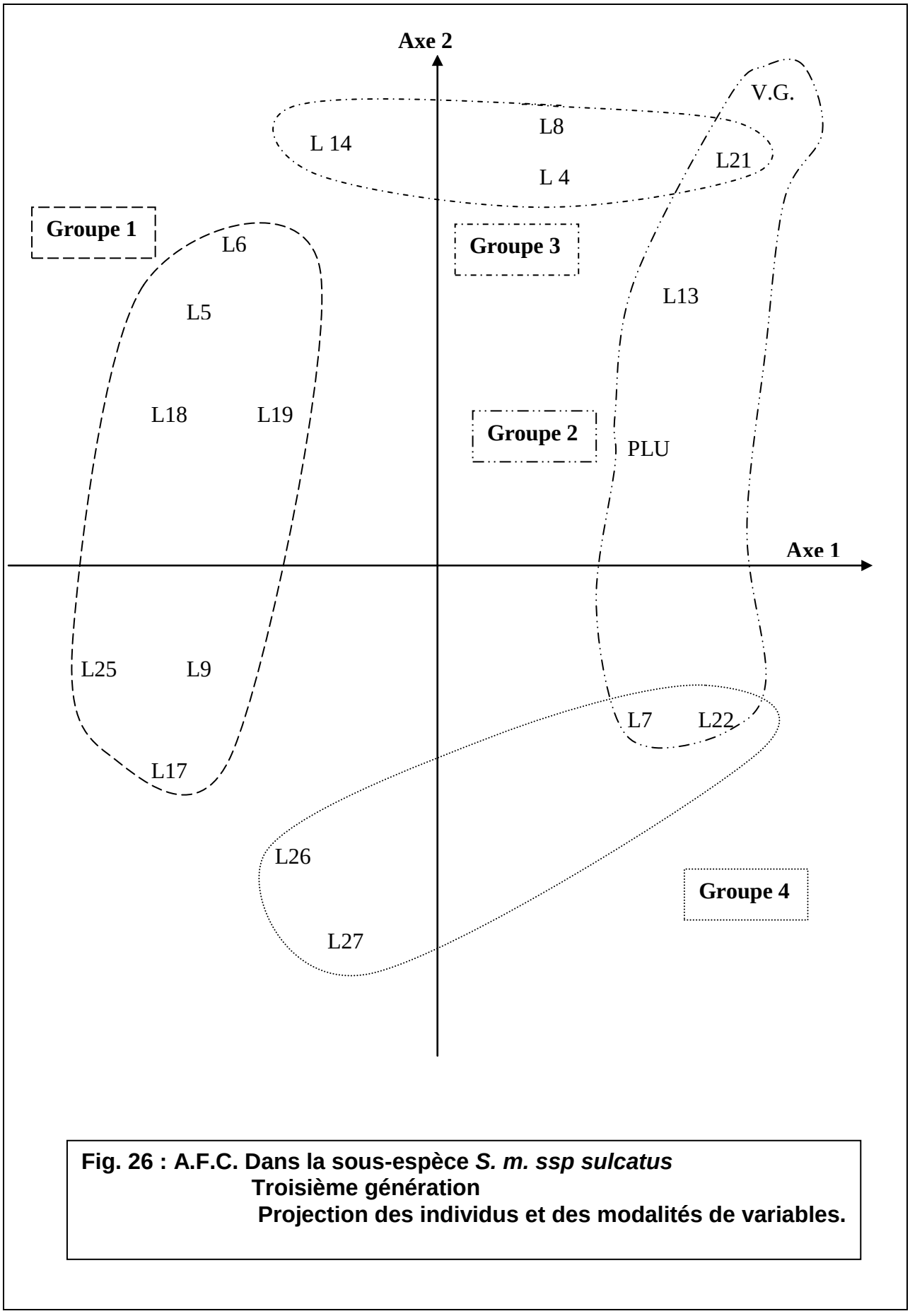


Fig. 26 : A.F.C. Dans la sous-espèce *S. m. ssp sulcatus*
Troisième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

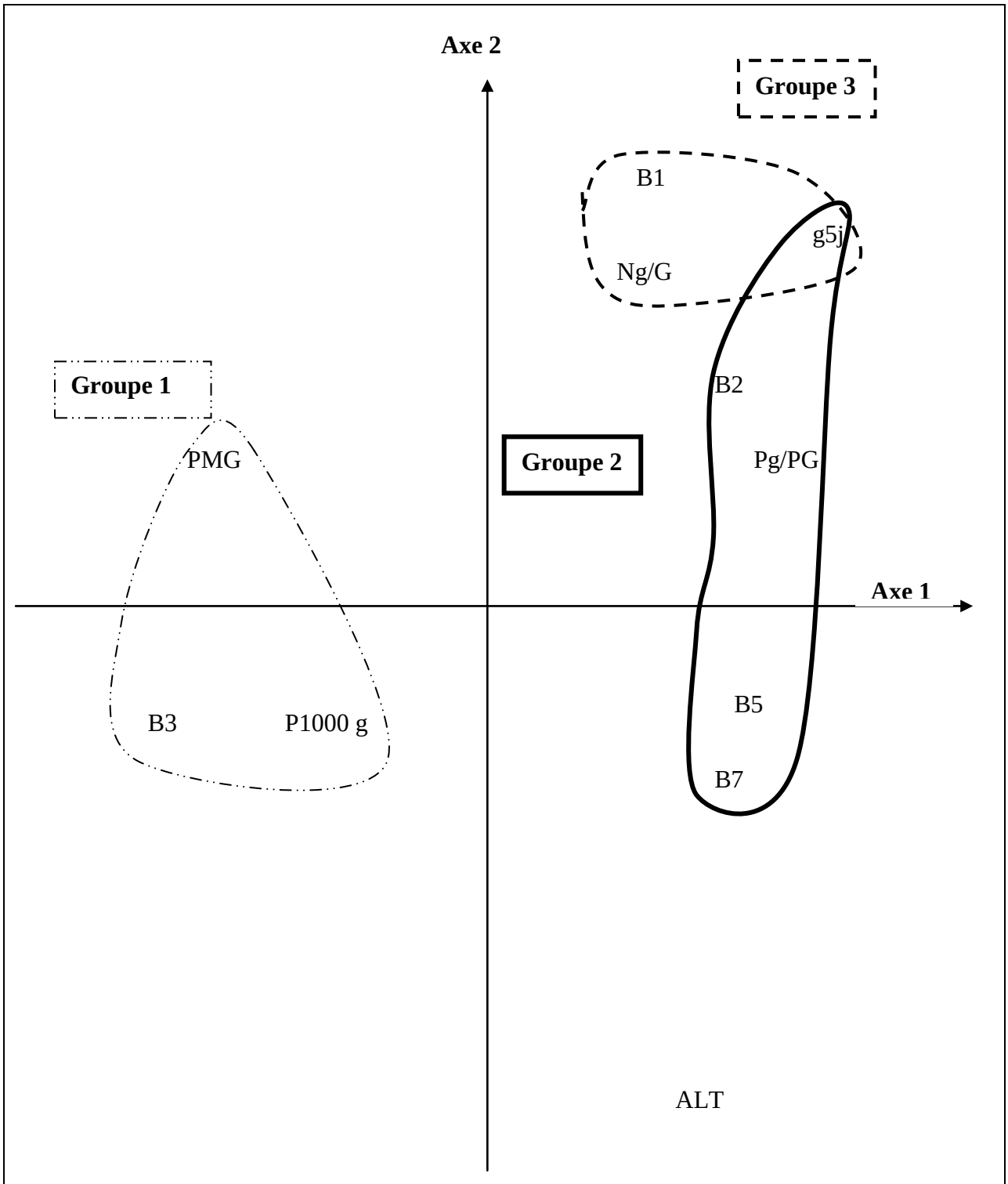


Fig. 27 : A.F.C. Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*
Première génération
Projection des individus et des modalités de variables.

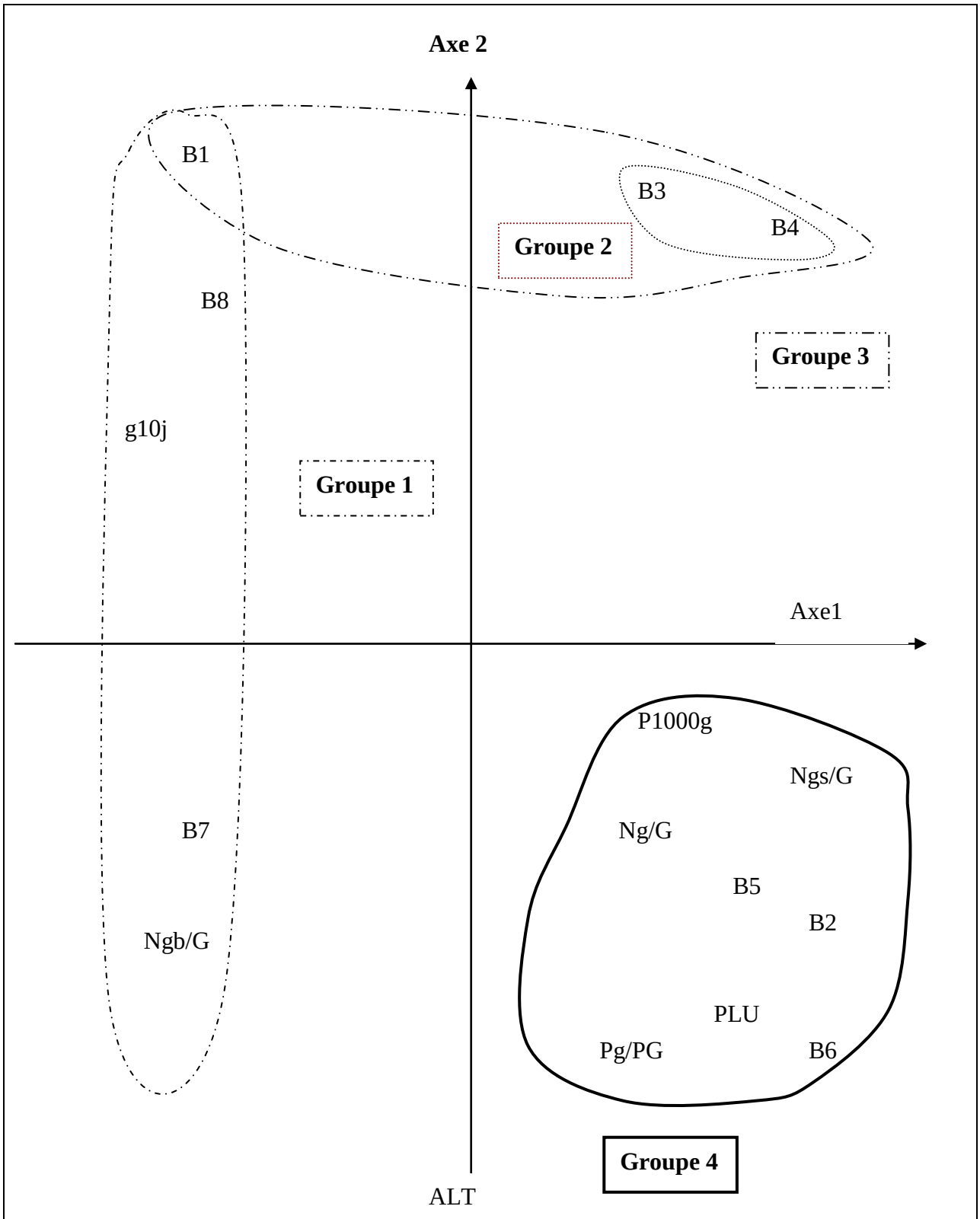


Fig. 28 : A.F.C. Dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*
Deuxième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

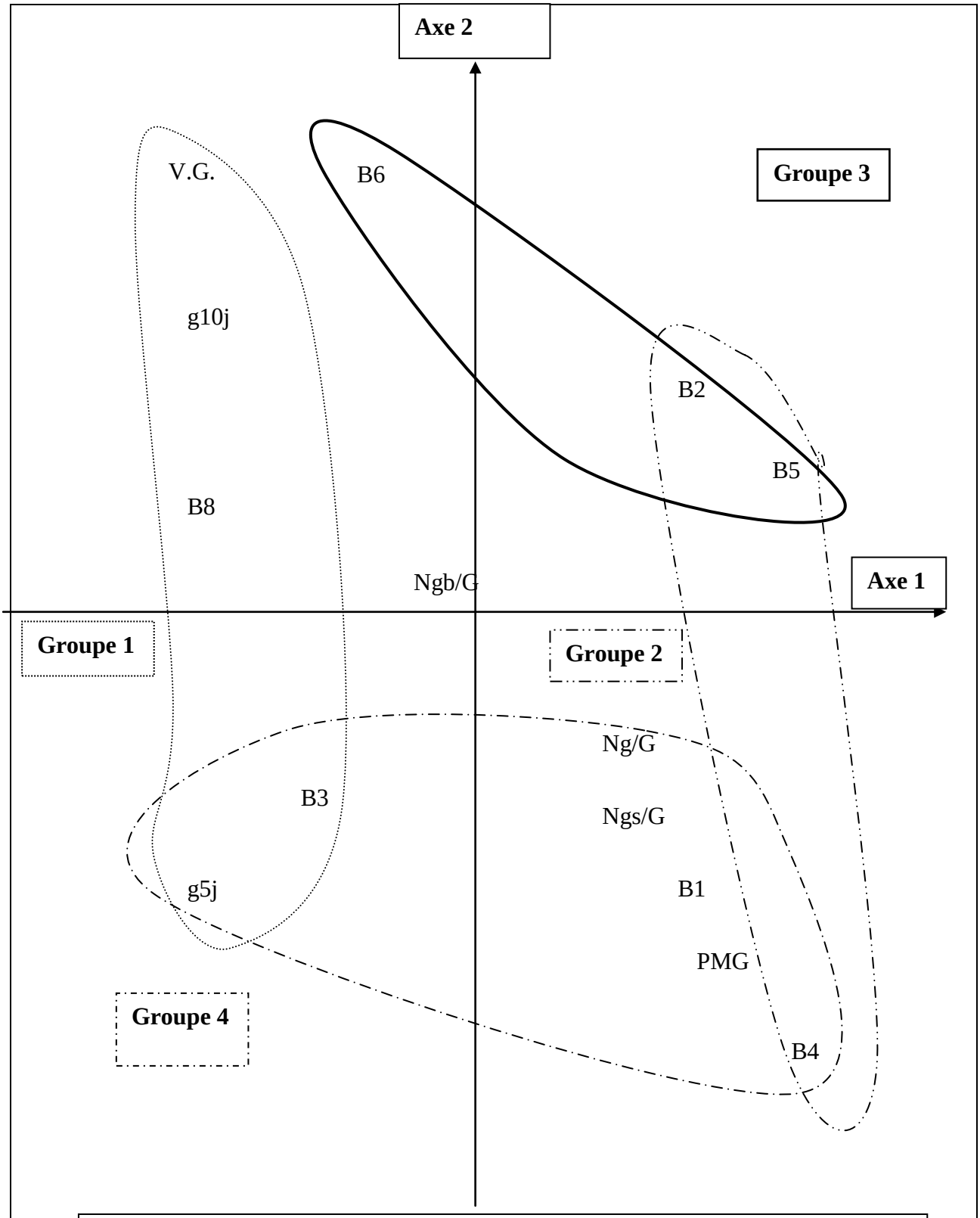


Fig. 29 : A.F.C. dans la sous-espèce *S. m. ssp subvillosus*
Troisième génération
Projection des individus et des modalités de variables.

ANNEXE 1

Tableau N°2 : Répartition de la covariance génétique plante mère / plante fille en une composante additive et une composante de dominance au cours des générations successives d'autofécondation. Les termes φi/i, φij/ij, φii/ii sont les coefficients de parenté.

Génération	Coefficient de consanguinité		$\varphi i/i$	$\varphi ij/ij$	$\varphi ii/ii$	$f_n . f_{n+1}$	Covar. ad. $2\varphi ii\sigma^2_A$	Covariance de dominance $\varphi ii/ij+\varphi ii/ii- f_n . f_{n+1}) \sigma^2_D$
	f_n	Δ_f						
F_2 ……	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	0	σ^2_A	$\frac{1}{2}\sigma^2_D$
F_3 ……	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{2}\sigma^2_A$	$\frac{3}{8}\sigma^2_D$
F_4 ……	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{4}\sigma^2_A$	$\frac{7}{32}\sigma^2_D$
…	…	…	…	…	…	…	…	
F_n ……	$1-\frac{1}{2^{n-2}}$	$\frac{1}{2^{n-1}}$	$1-\frac{1}{2^{n-1}}$	$\frac{1}{2^{n-1}}$	$1-\frac{1}{2^{n-2}}$	$\left(1-\frac{1}{2^{n-2}}\right)\left(1-\frac{1}{2^{n-1}}\right)$	$\left(2-\frac{1}{2^{n-2}}\right)\sigma^2_A$	$\frac{2^{n-1}-1}{2^{2n-3}}\sigma^2_D$
F_{n+1} ……	$1-\frac{1}{2^{n-1}}$							
…	…	…	…	…	…	…	…	…
F_∞ ……	1	0	1	0	1	1	$2\sigma^2_A$	0

ANNEXE 1

Tableau N°1 : Partition de la variance génétique en une composante additive et une composante de dominance au cours des générations successives d'autofécondation.
Les termes φi/i, φij/ij, φii/ii sont les coefficients de parenté d'un individu avec lui-même

Génération	Coefficient de consanguinité		$\varphi i/i$	$\varphi ij/ij$	$\varphi ii/ii$	$(f_n)^2$	Covar. addit. $2\varphi i/i\,\sigma^2_A$	Variance de dominace $\varphi ij/ij+\varphi ii/ii- f_n^2)\ \sigma^2_D$
	f_n	Δ_f						
F_2 ……	0		$\frac{1}{2}$	1	0	0	σ^2_A	σ^2_D
F_3 ……	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{2}\ \sigma^2_A$	$\frac{3}{4}\ \sigma^2_D$
F_4 ……	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{4}\ \sigma^2_A$	$\frac{7}{16}\ \sigma^2_D$
F_5 ……	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{49}{64}$	$\frac{15}{8}\ \sigma^2_A$	$\frac{15}{64}\ \sigma^2_D$
…	…	…	…	…	…	…	…	…
F_n ……	$1-\frac{1}{2^{n-2}}$	$\frac{1}{2^{n-1}}$	$1-\frac{1}{2^{n-1}}$	$\frac{1}{2^{n-2}}$	$1-\frac{1}{2^{n-2}}$	$\left(1-\frac{1}{2^{n-2}}\right)^2$	$\left(2-\frac{1}{2^{n-2}}\right)\sigma^2_A$	$\left(\frac{2^{n-1}-1}{2^{n-4}}\right)\sigma^2_D$
F_{n+1} ……	$1-\frac{1}{2^{n-1}}$		$1-\frac{1}{2^{n}}$	$\frac{1}{2^{n-1}}$	$1-\frac{1}{2^{n-1}}$	$\left(1-\frac{1}{2^{n-1}}\right)^2$	$\left(2-\frac{1}{2^{n-1}}\right)\sigma^2_A$	$\left(\frac{2^{n}-1}{2^{n-2}}\right)\sigma^2_A$
…	…	…	…	…	…	…	…	…
F_∞ ……	1	0	1	0	1	1	$2\sigma^2_A$	0

ANNEXE 2

Tableau n ° 9 : Variabilité intra spécifique des caractères des gousses et des graines chez la sous -espèce S. *m. ssp subvillosus* :

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy.	E.T.	C.V	C. S.	C.A.
PMG	**GI**	107	204	139,13	40,38	27,15	0,77	2,08
	GII	83	192	120,75	44,21	34,25	0,42	1,70
	GIII	80	149	107,38	26,65	23,21	0,41	7,81
P1000g	**GI**	8,34	14,58	9,92	1,99	18,78	3,34	4,98
	GII	7,60	14,60	9,34	2,30	23,06	2,81	4,59
	GIII	6,20	10,60	7,96	1,39	16,33	0,53	2,72
R:Pg/PG	**GI**	0,51	0,63	0,57	0,04	6,03	0,004	2,53
	GII	0,31	0,48	0,44	0,06	12,43	1,86	3,75
	GIII	0,34	0,55	0,49	0,06	12,59	2,80	4,73
Ng/G	**GI**	6,72	9,30	8,01	0,85	9,91	0,033	2,12
	GII	6,58	8,18	7,14	0,57	7,47	0,47	2,26
	GIII	6,66	8,42	7,24	0,67	8,63	0,59	2,10
Ngs/G	**GII**	4,18	6,66	5,18	0,89	15,99	0,170	2,02
	GIII	5,54	7,38	6,21	0,69	10,40	0,43	2,01
Ngb/G	**GII**	0,66	2,98	1,49	0,68	42,80	1,66	4,10
	GIII	0,30	1,28	0,65	0,32	46,35	0,71	2,79
Nge/G	**GII**	0,18	1,24	0,45	0,34	68,25	2,65	4,43
	GIII	0,12	0,58	0,37	0,16	40,88	0,10	1,76

Pour la signification des caractères : voir la liste des abréviations
GI, GII, GIII représentent la 1ère , 2ème et 3ème générations
Min. = minimum exprimé en moyenne d'une population
Max. = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V. = coefficient de variation
C.S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE 2

Tableau n ° 7 : Variabilité intra spécifique des caractères des gousses et des graines chez l 'espèce *S. vermiculatus*

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy.	E.T.	C.V	C.S.	C.A.
PMG	**GI**	309	505	416	65,78	15,31	0,08	1,67
	GII	276	517	400,31	83,59	20,22	0,000002	1,73
	GIII	268	507	387,06	75,57	18,90	0,00133	1,79
P1000g	**GI**	18,28	32,08	25,26	4,34	16,43	0,0272	1,77
	GII	17,60	31,87	24,22	4,66	18,64	0,00438	1,79
	GIII	17,40	34,60	25,59	5,79	21,92	0,0112	1,78
R:Pg/PG	**GI**	0,36	0,52	0,47	0,04	8,96	1,04	3,51
	GII	0,32	0,46	0,39	0,04	10,17	0,0924	2,35
	GIII	0,40	0,50	0,46	0,03	6,10	0,19	2,76
Ng/G	**GI**	7,14	8,68	7,89	0,40	4,86	0,16	3,16
	GII	5,94	8,16	6,96	0,59	7,90	0,14	2,69
	GIII	6,76	8,12	7,46	0,38	4,90	0,0682	2,28
Ngs/G	**GII**	4,80	7,82	6,27	0,84	12,93	0,013	2,41
	GIII	6,02	7,46	6,96	0,47	6,49	0,54	2,16
Ngb/G	**GII**	0,04	0,74	0,24	0,21	87,06	1,40	3,12
	GIII	0,10	0,62	0,37	0,19	49,50	0,00826	1,67
Nge/G	**GII**	0,04	1,02	0,33	0,27	78,64	1,21	3,68
	GIII	0,00	0,30	0,13	0,10	72,29	0,90	1,89

Pour la signification des caractères : voir la liste des abréviations
GI, GII, GIII représentent la 1ère, 2ème et 3ème générations
Min. = minimum exprimé en moyenne d'une population
Max. = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V. = coefficient de variation
C.S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE 2

Tableau n ° 11 : Variabilité intra spécifique des caractères relatifs à la germination des graines chez l'espèce S. *vermiculatus* :

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy.	E.T.	C.V.	C.S.	C.A.
Taux de graines dures	**GI**	95	99	97,44	1,21	1,20	0,41	2,25
	GII	58	100	82,75	9,32	10,90	0,8	4,65
	GIII	20	98	81	19,40	23,19	4,03	7,15
Taux de germination au 5ème jour	**GI**	15	64	38,31	11,75	29,68	0,010	3,27
	GII	0,00	4	0,50	1,15	223,60	4,61	6,44
	GIII	0,00	6	1,06	1,57	143	4,13	7,23
Taux de germination au 10ème jour	**GI**	67	98	85,19	8,16	9,27	0,11	2,85
	GII	0,00	23	7,94	6,99	85,38	0,44	2,35
	GIII	1	47	18,19	14,70	78,24	0,46	2,20
Vitesse de germination	**GI**	3,40	6,10	4,48	1,15	25,40	4,45	6,87
	GII	0,00	3,78	1,23	1,12	88,14	0,60	2,68
	GIII	0,16	6,56	2,77	2,25	84,27	0,46	2,15

GI, GII, GIII représentent la 1ère, 2ème et 3ème générations
Min. = minimum exprimé en moyenne d'une population
Max. = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V = coefficient de variation
C. S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE 2

Tableau n ° 12 : Variabilité intra spécifique des caractères relatifs à la germination des graines chez la sous-espèce S. *m. ssp sulcatus* :

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy	E.T.	C.V.	C.S	C.A.
Taux de graines dures	**GI**	85,50	100	92,44	4,12	4,37	0,003	2,15
	GII	70	98	85	6,57	7,56	0,12	3,10
	GIII	82	100	94,50	4,54	4,70	0,43	3,44
Taux de germination au 5ème jour	**GI**	57	100	83,83	11,23	13,11	0,43	2,96
	GII	0,00	11	3,42	3,36	96,30	0,37	2,09
	GIII	0,00	18	3,33	4,95	145,34	3,16	5,22
Taux de germination au10ème jour	**GI**	72	100	94,96	6,77	6,97	3,85	6,73
	GII	4	73	21,83	16,59	74,38	2,28	5,10
	GIII	0,00	89	31,29	22,73	71,11	0,85	3,61
Vitesse de germination	**GI**	3,50	8,80	5,49	1,02	18,27	1,27	5,95
	GII	0,58	10,95	3,15	2,38	73,78	2,59	5,98
	GIII	0,00	12,16	4,51	3,15	68,36	0,55	3,14

GI, GII, GIII représentent la 1ère, 2ème et3ème générations
Min. = minimum exprimé en moyenne d'une population
Max. = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V. = coefficient de variation
C.S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE 2

Tableau n ° 13 : Variabilité intra spécifique des caractères relatifs à la germination des graines chez la sous-espèce S. *m. ssp subvillosus :*

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy.	E.T.	C.V.	C.S.	C.A.
Taux de graines dures	**GI**	69,5	99,5	95,63	10,15	10,29	2,58	4,24
	GII	74	98	89,75	9,41	9,81	0,95	2,20
	GIII	80	100	94	6,41	6,38	2,00	3,91
Taux de germination au 5ème jour	**GI**	64	91	73,5	8,33	10,60	1,24	3,54
	GII	0,00	22	9,38	9,29	92,67	0,088	1,46
	GIII	0,00	36	12,88	13,55	98,43	0,09	2,24
Taux de germination au10mejour	**GI**	87	100	96,5	4,93	4,77	1,18	2,67
	GII	17	61	33,75	13,89	38,51	0,58	2,0
	GIII	25	78	51,63	22,68	41,10	0,0023	1,29
Vitesse de germination	**GI**	3,6	5,5	4,45	0,85	17,80	0,0512	1,23
	GII	3,47	7,7	5,07	1,57	28,72	0,36	1,84
	GIII	2,93	10,36	6,67	2,85	39,92	0,0229	1,54

GI, GII, GIII représentent la 1ère, 2ème et 3ème générations
Min. =minimum exprimé en moyenne d'une population
Max. = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V. = coefficient de variation
C.S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE : 2

Tableau n ° 8 : Variabilité intra - spécifique des caractères des gousses et des graines chez la sous- espèce *S. m. ssp sulcatus* :

Caractères	Générations	Min.	Max.	Moy.	E.T.	C.V.	C.S.	C.A.
PMG	**GI**	101	188	124,17	17,13	13,51	4,48	9,17
	GII	88	201	121,88	26,00	20,88	1,38	4,58
	GIII	91	201	136,13	23,61	16,98	0,44	3,78
P1000g	**GI**	6,23	12,61	8,40	1,46	16,99	1,53	5,08
	GII	4,67	14,10	8,58	2,02	23,02	0,23	3,66
	GIII	5,07	12,53	7,76	1,59	20,02	0,71	4,76
R:Pg/PG	**GI**	0,40	0,73	0,54	0,062	11,25	0,50	5,95
	GII	0,27	0,55	0,40	0,07	15,78	0,064	2,98
	GIII	0,41	0,55	0,47	0,03	6,89	0,098	2,82
Ng/G	**GI**	5,94	11,54	8,45	1,27	14,67	0,73	4,05
	GII	6,16	10,48	7,8	1,16	14,49	1,30	3,44
	GIII	6,64	11,24	8,43	1,03	12,03	1,13	4,18
Ngs/G	**GII**	2,60	8,98	5,67	1,65	28,48	0,078	2,41
	GIII	5,56	9,74	7,25	1,01	13,61	0,54	3,11
Ngb/G	**GII**	0,58	4,48	1,62	0,94	56,73	2,10	4,85
	GIII	0,48	2,92	1,10	0,56	51,45	2,96	6,31
Nge/G	**GII**	0,04	2,02	0,51	0,44	85,96	3,36	7,10
	GIII	0,00	0,32	0,11	0,11	94,54	0,35	1,89

Pour la signification des caractères : voir la liste des abréviations
GI, GII, GIII représentent la 1ère, 2ème et 3ème générations
Min. = minimum exprimé en moyenne d'une population
Max = maximum exprimé en moyenne d'une population
Moy. = moyenne de l'espèce
E.T. = écart-type
C.V. = coefficient de variation
C.S. = coefficient de symétrie
C.A. = coefficient d'aplatissement

ANNEXE 2

Tableau n° 6 : Résultats de l'analyse de variance chez l'espèce et sous-espèces testées du genre *Scorpiurus* pour la variabilité inter générations des caractères liés aux gousses et aux graines :

Espèce / Caractères	*S. vermiculatus*	*S. m. ssp sulcatus*	*S. m. ssp subvillosus*
PMG	GI = 416 mg GII = 400 mg GIII = 380,81 mg F = 1,03 ^{NS} Moy. = 399,04 mg E.T. = 69,56 C.V. = 17,4 %	GIII =136,13 mg] A GI = 124,17 mg} B GII = 121,88 mg} B F = 6,93** Moy. = 127,93 mg E.T. = 14,24 C.V. = 11,2 %	GI = 139,13 mg] A GII =120,75 mg } B GIII =107,38 mg} B F = 8,00** Moy. = 122,41 mg E.T. = 15,94 C.V. = 13 %
P1000g	GI = 25,44 mg GII = 24,21 mg GIII = 25,70 mg F = 0,48 ^{NS} Moy. =25,12 mg E.T. = 4,55 C.V. = 18,1 %	GI = 8,40 mg GII = 8,58 mg GIII = 7,76 mg F = 2,83 ^{NS} Moy .= 8,15 mg E.T. = 1,01 C.V. = 12,4 %	GI = 9,92 mg] A GII = 9,34 mg] A GIII = 7,96 mg } B F = 9,03*** Moy. = 9,07 mg E.T. = 0,95 C.V. = 10,5 %
R :Pg/PG	GI = 0,47] A GIII = 0,46] A GII = 0,39 } B F = 23,87*** Moy. = 0,44 E.T. = 0,04 C.V. = 8,6 %	GI = 0,54] A GIII = 0,47 } B GII = 0,4 }C F = 38,84*** Moy. = 0,47 E.T. = 0,05 C.V. = 11,2 %	GI = 0,57] A GIII = 0,49 } B GII = 0,42 }C F = 14,03*** Moy. = 0,50 E.T. = 0,05 C.V. = 10,3 %
Ng/G	GI = 7,98] A GIII = 7,46 } B GII = 6,96 }C F = 19,76*** Moy. = 7,44 E.T. = 0,41 C.V. = 5,6 %	GI = 8,45] A GIII = 8,43] A GII = 7,80 } B F = 10,95*** Moy. = 8,28 E.T. = 0,55 C.V. = 6,66 %	GI = 8,01] A GIII = 7,24 } B GII = 7,14 } B F = 18,83*** Moy. = 7,46 E.T. = 0,31 C.V. = 4,2 %
Ngs/G	GIII = 6,96] A GII = 9,27 } B F = 15,36*** Moy. = 6,61 E.T. = 0,50 C.V. = 7,5 %	GIII = 7,25] A GII = 5,67 } B F = 35,26*** Moy. = 6,46 E.T. = 0,93 C.V. = 14,3 %	GIII = 6,21] A GII = 5,18 } B F = 12,30** Moy. = 5,69 E.T. = 0,59 C.V. = 10,3 %

Nge/G	GII = 0,33] A GIII = 0,13 } B F = 8,20* Moy. = 0,23 E.T. = 0,2 C.V. = 83,7 %	GII = 0,51] A GIII = 0,11 } B F = 19,88*** Moy. = 0,31 E.T. = C.V. = 98,6 %	GII = 0,47 GIII = 0,37 F = $0,71^{NS}$ Moy. = 0,42 E.T. = 0,23 C.V. = 53,7 %
Ngb/G	GIII = 0,37 GII = 0,24 F = $3,37^{NS}$ Moy. = 0,30 E.T. = 0,20 C.V. = 67,4 %	GII = 1,62] A GIII = 1,06 } B F = 7,63* Moy. = 1,34 E.T. = 0,70 C.V. = 52,4 %	GII = 1,49] A GIII = 0,56 } B F = 25,44*** Moy. = 1,07 E.T. = 0,33 C.V. = 30,9 %
F théorique	ddl=2, $F_{0,05}$ = 3,32 $F_{0,01}$ = 5,39 ddl=1,$F_{0,05}$ = 4,54 $F_{0,01}$ = 8,68	ddl=2, $F_{0,05}$ = 3,18 $F_{0,01}$ = 5,06 ddl=1,$F_{0,05}$ = 4,28 $F_{0,01}$ = 7,88	ddl=2, $F_{0,05}$ = 3,74 $F_{0,01}$ = 6,51 ddl=1,$F_{0,05}$ = 5,59 $F_{0,01}$ = 12,2

*** = Très Hautement Significative
** = Hautement Significative
* = Significative au seuil 5 %
NS = Non Significative

ANNEXE 2

Tableau n° 10 : Résultats de l'analyse de variance chez l'espèce et sous espèces testées du genre S*corpiurus* pour la variabilité inter-génération des caractères relatifs à la germination :

Espèce / Caractères	*S. vermiculatus*	*S. m. ssp sulcatus*	*S. m. ssp subvillosus*
Taux de graines dures	GI = 97,47 % GII = 82,75 % GIII = 81 % F = 8,60*** Moy.= 87,07 E.T. = 12,34 C.V. = 14,20 %	GIII = 94,50 %]A GI = 92,44 %]A GII = 85,00 %]B F = 26,08*** Moy. = 90,66 % E.T. = 4,80 C.V. = 5,3 %	GI = 95,63 % GIII = 94,00 % GII = 89,75 % F = 1,30 NS Moy. = 93,13 % E.T. = 6,50 C.V. = 7 %
Taux de germination au 5ème jour	GI = 38,3 %]A GIII = 1,06 %]B GII = 0,50 %]B F = 162,74*** Moy. = 13,29 % E.T. = 6,79 C.V. = 51,1 %	GI = 83,83 %]A GII = 3,42 %]B GIII = 3,33 %]B F = 941,19*** Moy. = 30,19 % E.T. = 7,42 C.V. = 24,6 %	GI = 73,50 %]A GIII = 12,88 %]B GII = 9,38 %]B F = 124,13*** Moy. = 31,92 % E,T. = 9,15 C.V. = 28,7 %
Taux de germination au 10ème jour	GI =85,19 %]A GIII = 18,19 %]B GII = 7,94 %]C F = 388,17*** Moy. = 37,10 % E.T. = 8,52 C.V. = 23,0 %	GI = 94,96 %]A GIII = 31,29 %]B GII = 21,83 %]C F = 147,15*** Moy. = 49,36 % E.T. = 16,06 C.V. = 32,5 %	GI = 96,5 %]A GIII = 51,63 %]B GII = 33,75 %]C F = 34,92*** Moy. = 60,63 % E.T. = 15,47 C.V. = 25,5 %
Vitesse de germination	GI = 4,18 g/j]A GIII = 2,77 g/j]B GII = 1,23 g/j]C F = 18,79*** Moy. = 2,73 g/j E.T. = 1,36 C.V. 50,00 %	GI = 5,49 g/j]A GIII = 4,51 g/j]A]B GII = 3,15 g/j]B F = 6,01** Moy. = 4,38 g/j E.T. = 2,34 C.V. = 53,5 %	GII = 12,95 g/j GIII = 6,67 g/j GI = 4,45 g/j F = 0,85 NS Moy. = 8,02 g/j E.T. = 13,49 C.V. = 168,2 %
F Théorique	ddl=2,F0,05 =3,32 F0,01=5,39	ddl=2,F0,05 =3,23 F0,01=5,18	ddl= 2, F0,05 = 3,74 F0,01 = 6,51

*** Très Hautement Significative
NS Non Significative

ANNEXE 2

Tableau n°14 : Paramètres génétiques des caractères liés aux gousses et aux graines

Caractères	Générations	E S P E C E S								
		S. m. ssp sulcatus			**S. m. ssp subvillosus**			***S. vermiculatus***		
		Héritabilité		**C.D.**	**Héritabilité**		**C.D.**	**Héritabilité**		**C.D.**
		h^2 %	**H %**	**R^2**	**h^2 %**	**H %**	**R^2**	**h^2 %**	**H %**	**R^2**
PMG	G2/G1	90,11	59,85	0,358	89,65	94,38	0,891	15,20	12,45	0,016
	G3/G2	69,02	68,74	0,473	48,38	90,22	0,814	5,33	6,00	0,004
P1000g	**G2/G1**	80,59	56,66	0,321	102,6	94,45	0,892	21,61	21,19	0,045
	G3/G2	52,00	73,51	0,540	38,86	75,50	0,570	15,74	11,96	0,014
R :	**G2/G1**	3,42	0,039	0,002	15,12	13,74	0,019	-21,33	-7,63	0,076
Pg/PG	**G3/G2**	-5,92	-11,09	0,012	-4,43	-3,32	0,0011	34,56	40,90	0,167
Ng/G	**G2/G1**	60,92	72,58	0,527	54,42	91,41	0,836	-3,62	-2,45	0,0006
	G3/G2	81,27	83,78	0,702	90,04	75,87	0,576	32,91	52,57	0,276
Ngs/G	**G3/G2**	44,88	57,84	0,335	43,64	46,63	0,217	22,74	54,32	0,2951
Nge/G	**G3/G2**	00,20	03,46	0,0012	16,70	36,85	0,136	0,59	3,33	0,0011
Ngb/G	**G3/G2**	07,94	19,77	0,039	14,47	79,29	0,629	-4,32	-3,32	0,001

$h^2 = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \times b_{YX} \times 100$, $\bar{x}$ = moyenne de la descendance et $\bar{y}$ = moyenne des parents

b_{yx} = régression parent - enfant

H = r y/x = corrélation parent - enfant

H et h^2 = coefficients d'héritabilité

R^2 = C.D. = coefficient de détermination .

ANNEXE 2

Tableau n°15 : Paramètres génétiques des caractères relatifs à la germination des graines

Caractères	Générations	E S P E C E S								
		S. m. ssp sulcatus			*S. m. ssp subvillosus*			*S. vermiculatus*		
		Héritabilité		C.D.	Héritabilité		C.D.	Héritabilité		C.D.
		h^2 %	H %	R^2	h^2 %	H %	R^2	h^2 %	H %	R^2
Tg d	**G2/G1**	-8,55	-5,83	0,0034	-79,85	-37,84	0,1432	122,12	17,69	0,0313
	G3/G2	28,68	37,34	0,1394	44,62	62,50	0,3906	10,22	5,00	0,0025
Tg au 5ème j	**G2/G1**	-0,18	-14,80	0,0219	8,12	56,27	0,3166	00,02	19,42	0,0377
	G3/G2	78,58	54,80	0,3003	91,75	45,79	0,2097	79,5	27,59	0,0761
Tg au 10ème j	**G2/G1**	-16,60	-29,45	0,0867	17,07	17,32	0,03	3,32	41,58	0,1729
	G3/G2	50,02	25,44	0,0647	7,50	3,00	0,0009	147,72	30,66	0,094
V. G.	**G2/G1**	-28,06	-21,05	0,0443	-95,67	-46,52	0,2164	8,94	19,34	0,0374
	G3/G2	40,14	21,26	0,0452	-43,65	-18,17	0,033	120,82	0,3	0,09

$h^2 = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \times b_{yx} \times 100$, $\bar{x}$ = moyenne de la descendance et $\bar{y}$ = moyenne des parents

b_{yx} = régression parent - enfant

H = r y/x = corrélation parent - enfant

H et h^2 = coefficients d'héritabilité

R^2 = C.D. = coefficient de détermination .

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDELGUERFI A., 1987. Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie. Céréaliculture 1ier et 2ème trimestre n° 16, ITGC ; pp.1-5.

ABDELGUERFI A., 1988. Les ressources phytogénétiques d'intérêt fourrager. Ann. Inst. Agro. El Harrach. 12 (1) pp. 95-111.

AGRAWAL P. R., 1992. Physiologie de la germination et de la dormance des semences pp. 171 - 174. In Technologie de la Production des Semences, (ICARDA). Ed. Srivastava J. P. et Simarski L.T. 321P.

AUGIER J., RUBAT DU MERAC M.-L., 1982. Cours de botanique, MONOCOTYLEDONES pp. 4-5 (Edition Le Chevalier Paris), 325P.

BACH D., MASCRE M. et DEYSONG., 1967. Cours de botanique générale. Tome III

BAKASSO Y. et ZONGO D., 2000. A study of génétic variability in *Sesbania pachycarpa* DC. in Burkina Faso. Agronomie 20, pp. 431- 438 INRA, EDP Sciences.

BATIANO B. A., OUEDRAOGO S. J. et GUINKO S., 2001. Longévité des graines et contraintes à la survie des plantes *d'Afzelia africana s m*. dans une savane boisée du Burkina Faso. Ann. For. Sci., 58, pp. 65 - 75. INRA, EDP Sciences.

BATTANDIER J.A., et TRABULT L., 1890. Flore d'Algérie (dicotylédones). Ed. F. BARY : pp. 284 - 285.

BEAUDRY J. R., 1985. Génétique générale. Ed. Decarie - Maloine, 501 p.

BIDAULT M. , 1971. Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs (Notions Fondamentales de Systématique Moderne). Ed. DOIN, 145 p.

BINET P. et BRUNEL J.-L., 1968. Les semences et leur germination pp. 911-964. In BIOLOGIE VEGETALE. Physiologie végétale. III. Ed. DOIN - DEREN et Cie, 1156 p.

BENSALEM K., ABDELGUERFI A., et ABDELGUERFI-BERREKIA R., 1988. Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus L*. en Algérie. I. Répartition des espèces en fonction des facteurs du milieu. Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Vol. 12 (1) ; pp 291 -304.

BENSALEM K., BERREKIA R., et ABDELGUERFI A., 1989. Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus L*. en Algérie. V.Comportement en culture expérimentale de 120 populations de trois espèces. Ann. Inst. Agron. El Harrach, Vol. 13 n°2, pp 544 - 557.

BOYCE K., 1992. Anatomie, développement et composition des semences pp. 67 – 75, tiré d'un article « Une Introduction à la Science et Technologie des Semences.» Manuel technique N° 10, ICARDA, Alep, Syrie. In Technologie de la Production de Semence. Ed. RIVASTAVA J. P. et SIMARSKI L. T. (ICARDA), 312p.

CAVERS P. B. et HARPER J. L. , 1970. Germination polymorphism in *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. J. Ecol., 54 pp. 367 -382.

CHADŒUF - HANNEL R., 1985. La dormance chez les semences de mauvaises herbes, Agronomie, 5 (8), pp. 761 - 772.

CHALBI N., 1967. La compétition entre les génotypes et ses effets sur les caractères quantitatifs de la luzerne. Ann. Amélior. Plantes, 17 (1), pp. 67 - 82.

CHARNAY D. et BONGEN-OTTOKO B. , 1977. Acide abscissique et dormance chez le topinambour. I. Variations de la teneur en acide abscissique dans les tubercules *d'Helianthus tuberosus* L. Au cours de la levée de dormance par le froid ou l'anoxie. Physiol. Vég., 15 (3), pp. 403 - 412.

COHAT J. , 1988. Estimation de l'héritabilité de quelques caractères chez le Glaïeul (*Gladiolus grandiflorus Hort*.). Agronomie, 8 (3), pp. 179 - 185.

CÔME D. , 1970. Terminologie, pp. 9 -17. In« les obstacles à la germination». Ed MASSON et Cie, 162 p.

CÔME D. , 1975. Acquisition de l'aptitude à germer pp. 59-70. In« La germination des semences » Ed. Gauthier Villars, 232P.

CÔME D., 1982. Germination, pp. 129 - 225 In Mazliak P. « croissance et développement. Physiologie végétale II ». Herman, 465 P.

CORBINEAU F. et DOME D. Rôle de l'oxygène et de la température dans la germination des graines d*'Oldenlandia corymbosa* L. (rubiacée tropicale). Physiol. Végé., 180, 18 (2), pp 275-287.

DE COURTYE L. et BRIAN C. , 1967. Détermination des besoins en froid des pépins de pomacées. Interprétation des courbes de germination. Ann. Amélior. Plantes, 17 (4) pp. 375 - 391

DEMARLY Y. , 1977. Génétique et amélioration des plantes. Collection sciences agronomique. Ed. MASSON, paris, 287 p.

DE MOLON A. , 1968. Principes d'Agronomie. 2 - Croissance des végétaux cultivés. Ed. MASSON 590 P.

DERVIN C. , 1990. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances, ITCF - INRA - INA - PG. 75 P.

DEYSSON G. , 1967. Physiologie de la germination pp. 13 - 32. In cours de botanique générale. Tome III, physiologie des plantes vasculaires ; deuxième partie : croissance, reproduction, écologie, phytopathologie. 335 P.

DO CAO T. , ATTIMS Y. , CORBINEAU F. CÔME D. , 1978. Germination des graines produites par les plantes de deux lignées *d'Oldenlandia corymbosa L*. (Rubiacées) cultivées dans des conditions contrôlées. Physiol. Vég., 16 pp. 521 – 531.

DOMINGUEZ E. , et GALIANO E. F. , 1974. Révision del genero *Scorpiurus L.* I. Partie expérimental. Lagascalia 4 (1) pp. 61 - 84.

DUCOUSSO A., PETIT D., VALERO M. et VERNET P., 1990. Genetic variation between and within populations of a perrennial gross : *Arrhenatherum elatius*. Heredity 65, Ed. The Genetical Society of Great Britain ; pp 179 -188.

DUMAS E., MONIN J., et **ARNAL C., 1976.** Prédétermination de la dormance des graines de *Capsella bursa pastoris L.*au moment de leur dissémination.C.R. Columa, V^{ème} Coll. Int. Eccol. Biol. Mauvaises herbes, Dijon, pp311- 318.

ÉCOCHARD R. , GALLAIS A. , PAUL M. H. et PLANCHON C. , 1979. Héritabilité et réponse à la sélection de caractères physiologiques liés au rendement chez le Soja. Ann. Amélior. Plantes, 29 (5) pp. 493 - 514.

EGLI D.B., ORF J.H., et PFEIFFER J.W.,1984. Génotypique variation for duration of seedfill in Soybean, Crop Science, Vol. 24, May-June ; pp 587 -592.

EWAUBI B., MIGNOLIANAL H., et OBIGBESAN G., 2001. Segregation for seed weight, poldength and days to flowering following a cowé a cross. The Journal of Tropical Crop Sciences and Production (3).

FOURNIER F., 1961. Les quatre flores de la france. Corce comprise (Générale, Alpines, Méditerranéenne, Littorale). Ed. P. LECHEVALIER, paris, 574 p.

GALLAIS A., 1973. Selection pour plusieurs caractères. Synthèse Critique et Généralisations Ann. Amélior. Plantes, 23 (3), pp. 183 - 208.

GALLAIS A. 1990. Théorie de la sélection en amélioration des plantes. Ed. MASSON, paris, 588 p.

GOUMIRI R. et ABDELGUERFI A.,1989. Contribution à l'étude des espèces spontanées de la tribu des *Hedysarées* en Algérie : Analyses chimiques du fourrage au stade végétatif. Ann. Inst. Nat. Agron. El Harrach 13 (2); pp558 - 567.

GRANGE A., 1980. Vieillissement des graines de *Phaseolus vulgaris (L.) var. Contender* I.Effets sur la germination, la vigueur, la teneur en eau et la variation des formes d'azote. Physiol. Vég., 18 (4) pp. 579 - 586.

GRANGE A. , MIEGE M.N. , MANEN J. F. et MIEGE J. , 1980. Vieillissement des graines de *Phaséolus vulgaris (L.) var. contender*. II. Effets sur les BAPAses et les inhibiteurs de trypsine. Physiol. Vég., 18 (4) pp. 587-596.

GRELLET F. et GUITTON Y., 1976. Métabolisme des histones au cours des premières heures du développement de l'embryon de pois. (*Pisum sativum L.*). Physiol. Végé., Ed. Gauthier- villard Paris 14(3), pp. 453- 465.

HAMADACHE A., SAOULI-MANTOUCHE M., BOUSSADI M., 1998. Les fourrages verts : un impératif au développement de la production laitière : résultats des travaux de recherche sur le trèfle d'Alexandrie. Céréaliculture, ITGC, N° 13 ; pp 5-9.

HAMADACHE A., 2001. Evolution récente des principales ressources fourragères et possibilités d'amélioration en Algérie. Céréaliculture, ITGC, n° 35 ; pp 13-20.

HEYN S. et RAVIV C. , 1966. Expérimental taxonomie studies in the genus *Scorpiurus* (*papilionaceae*). Bulletin of the torrey botanical club, 93 (4) pp. 259 - 267.

IDU M. et ASORTIE C. O., 1999. Effect of oven - heat and boiling on the germination and seed ling development of *Dichrostachys cinerea* (L.) wight and Arn *(Fabaceae*). Agronomie, 19, (8), PP. 671 - 676.

ISSOLAH R. , ABDELGUERFI A. , 1998. Etude de la variabilité de 31 populations spontanées de *Trifolium campestre schreb*. Relations avec les facteurs du milieu d'origine. Recherche Agronomique INRAA, 2, pp 43 – 54.

ISSOLAH R. , ABDELGUERFI A. , BOUAZZA B. , et HAMICI K. 2000. Etude de la variabilité chez 8 populations spontanées de *Trifolium fraiferum L.* ; Relations avec les facteurs du milieu d'origine. Recherche Agronomique. INRA, 6, pp. 87 - 93.

JACQUARD A. et SERRE J.-L. 1977. La génétique peut - elle être quantitative,. La Recherche, 79, pp. 590- 591.

JASSEY Y., MONIN J., CORNU A., DOMMENGUES P., 1979. Etude préliminaire des possibilités de germination chez les semences de pétunia. Ed. Gauthier Villars, Paris. Physiol. Végé., 17(1), pp. 27-43.

JASSEY Y. et MONIN J., 1980. Etude de la germination des semences de Pectunia : existence de corrélations chimiques entre les téguments et l'embryon entouré de « l'albumen ». Physiol. Vég., 18 (4) ; pp 617 -630.

JASSEY Y., MARTIN-TANGUY J. et MONIN J., 1982. Comparaison de la teneur en phénolamides des graines dormantes ou non dormantes de deux lignées de Péctunia. Physiol. Vég., 20, (4), pp 641 - 650.

KADOUCHE S., BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., et HASSOUS K. L., 2001. Les nouvelles variétés d'orge et les risques climatiques des hautes plaines de l'Est : Cas de région de sétif. Céréaliculture, 1 (35) pp. 4 – 12.

LAMOTTE M. , 1968. BIOLOGIE GENERALE. II. Lois et mécanisme de l'hérédité. Ed. DOIN, 300 p.

LE COCHEC F., 1972. Les méthodes de calcul du coefficient d'héritabilité en amélioration des planes (Revue Bibliographique). Ann. Amélior. Plantes, 22 (1), PP 115 -125.

LE DEUNFF Y. et CHAUSSAT R. , 1968. Etude de la dormance secondaire des semences chez *Rumex crispus L*. Ann. Physiol. Veg. , 10 (4), 227 - 236.

LE HOUEROU H. N. , 1959. Recherche écologique et floristique sur la végétation de la Tunisie méridionale. Univ. Alger PP 79.

LEWAK S., RYCHTER A., ZARSKA - MACIEJEWSKA B., 1975. Metabolic aspect of embryonal dormancy in Apple seeds. Physiol. Veg.,13 (1) PP13 - 22.

MARCEL J.-B., 1950. La fluctuation pp 114 - 118, In Traité de zootechnie générale. Tome I Génétique Générale. Ed. Vigot frères, 2007 p.

MARCEL J.-B. , 1950. La biométrie pp 118 - 124, In Traité de zootechnie générale Tome I Génétique Générale. Ed. Vigot frères, 2007 p .

MAUN M. A. , CAVERS P.B. , 1971. Seed production and dormancy in *Rumex crispus L.* II . The effect of removal of various proportions of flowers at anthesis. Can. J. Bot., 49, PP. 1841 - 1848.

MESSAOUD - DJEBARA S., 1993. Contribution à l'étude systématique de trois légumineuses spontanées du genre *Scorpiurus* en Algérie. Thèse Ing. INES Chlef, 57 p

M'HAMMEDI - BOUZINA M. , ABDELGUERFI A. , BERREKIA R. et GUITTONNEAU G.G. , 1989a. Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus L.* en Algérie. III . Dureté et germination des graines de 17 populations de *S. vermiculatus* : Relation avec les conditions du milieu d'origine. Ann. Inst. Nat. Agron., El-Harrach, vol. 13 N° 2, PP 330 - 334.

M'HAMMEDI-BOUZINA M., ABDELGUERFI A., BERREKIA R. et GUITTONNEAU G.G., 1989b. Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus L.* en Algérie. IV . Dureté et germination des graines chez 35 populations de deux sous-espèces de *S. muricatus* ; Relation avec les conditions du milieu d'origine. Ann. Inst. Nat. Agron. El -Harach, Vol. 13 N° 2, PP 335 - 342.

M'HAMMEDI - BOUZINA M., 1992. Contribution à l'étude des graines de quelques légumineuses fourragères spontanées en Algérie. Thèse de magister INA. El Harrach, 105p.

NEGRE R. , 1961. Petites flores des régions arides du Maroc occidental. C.N.R.S., Paris PP 337 - 374.

NIETO - LOPEZ R. M., 2000. Evaluation an caractérisation of a collection of wild spanish populations of the genera *Elymus* and *Thinapyrum* using morphological and agronomical traits, 20, pp 111 - 122, INRA, EDP, Science.

OUZZANE A. et ABDELGUERFI A., 1989. Etude du développement du système racinaire en minirhizotrons chez quatre légumineuses spontanées en Algérie. Ann. Inst. Agron. El Harrach, 13 (2) ; pp 568 - 580.

ÖZBINGÖL N., CORBINEAU F. et CÔME D., 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditioning as related to température and oxygène, Seed Science Research, 8 ; pp 377-384.

PFEIFFER T. W. et EGLI D. B., 1988. Heritability of seed - filling period estimates in Soybeans, published in Crop Science 28 ; pp 921 – 925.

PERINO CL. et CÔME D., 1977. Influence de la température sur les phases de la germination de l'embryon de pommier *(Prunus malus L.*), physiol. Vég., 1977, 15 (3) ; pp 469 -474 .

PERINO CL. et CÔME D., 1979. Conditions de germination de l'embryon de pommier et croissance de la racine et de l'hypocotyle de la plante. Physiol. Vég., 17 (4), pp 829- 838.

PICARD J. et BERTHAUT J., 1965. Le manque de fertilité chez le trèfle violet auto tetraploide, Ann. Amélior. Plantes, 15 (3) ; pp 327 - 332.

POLINSKY G., 1986. Principes de génétique et de sélection. PP 230 - 297 In biologie generale. Ed. MIR, Moscou ; 366p.

QUEZEL P. et SANTA S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Ed., CNRS, Paris; 565p.

ROLLIER M., CÔME D., SIMOND-COTE ; 1977. Etude de la germination des semences de tournesol. In Informations Techniques. CTIOM, Jan.-Fev. (54) ; pp 3-28.

ROLLIN P., 1966. La physiologie de la germination .MONTSAINTAIGNAN(S.M.) ; 64p

ROLLIN P., 1975a. Influence de quelques inhibiteurs sur la respiration et la germination des akènes de *Bildens radiata*. Physiol. Végé. 13 (3), pp. 369-382.

ROLLIN P., 1975b. Le phytochrome et le rôle de la lumière dans la germination pp 45 – 47

In « la germination des semences », Ed. Gauthier Villars, 232p.

SARR A. et GORENFLOT,1979. La variation chromosomique et phénotypique au sein de populations de Maïs du sénégal. Rev. Cytol. Biol. Végét.- Bot., 2, pp 183 - 197.

STASFIELD W.,1984. Génétique quantitative, pp 221-244. In « Génétique, cours et problèmes. Ed. Mac Graw Hill. 281P.

TEDONKEN PAMO E., YONKE S., ONANA J.,1977. Evaluation des principales espèces fourragères introduites dans l'Adamaoua camerounais. Note de recherche cahier « Agriculture », vol. 6 n° 3 ; pp 203- 207.

TISSAOUI T. et COME D. , 1975. Mise en évidence de trois phases physiologiques différentes au cours de la « germination » de l'embryon de pommier non dormant, grâce à la mesure de l'activité respiratoire. Physiol. Vég. 13 (1) pp. 95- 102

VAN GEFFEN A., 1992. Une introduction aux essais de germination « tiré des normes de l'association internationale d'essais de semences. » pp175 - 199. In Technologie de la Production de Semences, (ICARDA). Ed. Srivastava J. P. et Simarski L.T. 321P.

VEUILLE M.,1992. Une mesure moléculaire de la sélection naturelle. La recherche, 24, 251; pp 202- 204.

VIDOTTO F. et FERRERO A., 2000. Germination behaviour of red rice (*Oryza sativa L.*) seeds in field and laboratory conditions. Agronomie, 20, pp 375 - 382.

YAHIYA M'HAMMED I., 1994. Contribution à l'étude systématique du genre Scorpiurus L., Phénologie et comportement dans la région de CHLEF, Thèse Ing. INES Chleff ; 84p.

YOUNSI A.,1996. Variabilité des gousses et des graines du genre Scorpiurus L. en relation avec le comportement des populations, Thèse Magis. INA, El Harrach ; 182p.

ZEGHOUANE O., 1991. Etude de la variabilité génétique de quelques génotypes de lentille *(Lens culinaris Medik*) en vue de leur sélection. Céréaliculture, Ed. ITGC, Dec. 1991(25) ; pp 21 - 25.

ZIELIÑSKI J., 1991. *Scorpiurus vermiculatus* (*Fabaceae*) rediscovered in Greece. Willdenowia, 20 ;pp 39 -41.

LISTE DES ABREVIATIONS

A.D.N.	: Acide Désoxyribonucléique.
ALT.	: Altitude
A.R.N.	: Acide Ribonucléique
C.A.	: Coefficient d'aplatissement
C.S.	: Coefficient de symétrie
C.V.	: Coefficient de Variation
GI, GII, GIII.	: Les 1ère, 2ème et 3ème générations
g	: gramme
g/j	: graine par jour
h^2	: Coefficient d'héritabilité estimé par la régression parent-enfant
H	: Coefficient d'héritabilité estimé par la corrélation parent-enfant
I.N.A.	: Institut National d'Agronomie
I.N.E.S.	: Institut National de l'Enseignement Supérieur
M.A.T.	: Matière Azoté Totale
Max.	: Maximum
Min.	: Minimum
Moy.	: Moyenne
Ng/G.	: Nombre de graines par gousse
Ngb/G	: Nombre de graines bruchées par gousse
Nge/G	: Nombre de graines échaudées par gousse
Ngs/G	: Nombre de graines saines par gousse
PMG.	: Poids Moyen d'une Gousse
P1000g	: Poids de mille graines
PLU.	: Pluviométrie
R : Pg/PG	: Rapport : poids des graines sur le poids des gousses
R^2	: Coefficient de Détermination
S.A.U.	: Surface Agricole Utile
Tgd	: Taux de graines dures
Tg5ème j	: Taux de germination au 5ème jour
Tg10ème j	: Taux de germination au 10ème jour
U.F.	: Unité Fourragère
V.G.	: Vitesse de Germination.