

DEDICACES

Je dédie ce travail :

A mes chers parents et que DIEU les gardes ;

A Madame LAKHDARI. F;

A toute ma famille ;

A ceux qui aiment ce pays.

LAHMADI Selwa

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord mon bon **DIEU** le tout puissant de m'avoir donné la volonté, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères gratitudee à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont à :

Mr. ABDELGUERFI A., Professeur à l' ENSA, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et m'avoir dirigé, guidé, conseillé et encouragé, ainsi que sa bonne volonté, sa patience et ses précieux conseils, qu'il m'a prodigués tout au long de ce travail.

Mr. BELHAMRA M., Maître de conférences à l'université de Biskra, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance et de m'avoir toujours encouragé et conseillé.

Mme. CHAUCHE F.Z., Maître de conférences à l'université de Blida, d'avoir accepté d'examiner et faire partie du jury de soutenance.

Mme. OULD EL HADJ-KHELIL A., Maître de conférences à Université de Ouargla, pour avoir bien voulu examiner ce travail et être membre de jury.

Mme. LAKHDARI F., la directrice du C.R.S.T.R.A, d'avoir accepté l'invitation, de juger le document et faire partie du jury de soutenance, et pour ses orientations et son aide.

Mr. ABABSA SMATI F., pour ses conseils et ses orientations, qu'il m'a prodigués.

Mme. YEKHLEF Y., Mr.PADULOSI S., Mme.GARRUCCIO M., Mr. MOUKADEM A et Mr. BEN NAOUI F pour leurs aides.

A mes collègues : HADJER, MASAOUUD ET TAREK.

Melle BOUKHLOUF W et RAHMOUNI S pour ses encouragements.

Je remercier également l'équipe de la station expérimentales d'El Outaya chacune par son nom, et Siham particulièrement, pour leur coopération et encouragements durant tout le travail.

Ce travail a bénéficié de soutien de plusieurs personnes qu'il me fait plaisir de remercier, en particulier : BEN SAÏDI D, KORAICHI A, HANAFI A, ABSI K ET R, BEKROUN N, SELEM KOUR N, AZBAOUI S, BENAOUA L, NEZZER KABAILI N, ADJAJ S.

Mes remerciements vont également à tous mes enseignants et les collègues de la promotion 2007-2010

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique
I. Historique.....	3
II. La limite entre condiment, aromate et plante médicinale.....	3
III. L'intérêt des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques	4
1. Intérêts thérapeutiques	4
2. Intérêts socio-économiques	4
3. Intérêts industriels et parfumeries.....	5
IV. Importance économique des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques.....	5
1. Dans le monde	5
2. En Algérie.....	6
3. La culture des plantes condimentaires dans la wilaya de Biskra	6
a. Répartition	6
b. Evolution de la culture des plantes condimentaires	7
V. Les espèces étudiées	10
1. Le Fenugrec	10
1.1. Classification.....	10
1.2. Origine et aire de répartition	10
1.3. Description	10
1.4. Propriété et usage	11
1.5. Composition biochimique de la graine.....	11
1.6. La culture du Fenugrec.....	12
1.6.1. Les principaux pays producteurs.....	12
1.6.2. Les principaux pays exportateurs.....	12
1.6.3. Le Fenugrec en Algérie.....	12
1.6.4. Les exigences écologiques.....	12
1.6.5. Les exigences culturales	12
2. Carthame.....	13
2.1. Classification.....	13
2.2. Origine et aire de répartition	13
2.3. Description	13
2.4. Propriété et usage	14
2.5. Composition biochimique de la graine.....	14
2.6. La culture du carthame	15
2.6.1. Les principaux pays producteurs.....	15
2.6.2. La culture du carthame en Algérie	15
2.6.3. Les exigences écologiques	15
2.6.4. Les exigences culturales	15
3. La Nigelle	16

3.1.	Classification.....	16
3.2.	Description	17
3.3.	Origine et aire de répartition	17
3.4.	Propriété et usage	17
3.5.	Composition biochimique de la graine.....	18
3.6.	La culture de la Nigelle	18
3.6.1.	Les principaux pays producteurs.....	18
3.6.3.	La culture de la nigelle en Algérie	18
3.6.3.	Les exigences écologiques	15
3.6.4.	Les exigences culturales	15
Chapitre II : Matériel et méthodes		20
I.	Objectif de travail	20
II.	Présentation de site d'expérimentation	20
1.	Conditions pédoclimatiques.....	21
1.1.	Caractérisation chimique du sol	21
1.2.	Le climat	21
III.	Matériel végétal	23
1.	Origine des populations étudiées	24
1.1.	Le Fenugrec	24
1.2.	Le Carthame	24
1.3.	La Nigelle	25
IV.	Test de germination	25
V.	Mise en place et conduite de l'essai.....	26
VI.	Les paramètres mesures et observes	29
1.	Caractères phénologiques	29
2.	Caractères de développement végétatif.....	30
3.	Etude biométrique	31
VII.	Méthodes d'analyse statistique.....	32
Chapitre III : Résultats		33
FENUGREC (<i>Trigonella foenum graecum</i> L.).....		33
I.	Germination	33
II.	Caractères phénologiques	35
III.	Caractères de développement végétatif	39
IV.	Etude biométrique.....	41
V.	Matrice des corrélations	49
VI.	Analyse en composantes principales	51
CARTHAME (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).....		55
I.	Germination	55
II.	Caractères phénologiques	57
III.	Caractères de développement végétatif	61
IV.	Etude biométrique.....	61
V.	Matrice des corrélations	73

VI.	Analyse en composantes principales	75
	NEGELLE (<i>Nigella sativa</i> L.).....	80
I.	Germination	80
II.	Caractères phénologiques	82
III.	Caractères de développement végétatif	84
IV.	Etude biométrique.....	86
V.	Matrice des corrélations	94
VI.	Analyse en composantes principales	96
	Chapitre IV : Discussion	100
	FENUGREC (<i>Trigonella foenum graecum</i> L.).....	100
	CARTHAME (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).....	103
	NEGELLE (<i>Nigella sativa</i> L.).....	106
	Conclusion	109
	Bibliographies	111
	Annexe	116

Liste des tableaux

Tableau 1: Analyses chimiques du sol.....	21
Tableau 2 : Provenances des différentes populations de <i>Trigonella foenum graecum</i> L.	24
Tableau 3 :Provenances des différentes populations de <i>Carthamus tinctorius</i> L.	24
Tableau 4:Provenances des différentes populations de <i>Nigila sativa</i> L.	25

Liste des figures

Fig. 1: Culture des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques dans la wilaya de Biskra	7
Fig. 2: Evolution des superficies (ha) des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009	8
Fig. 3: Evolution de la production (Qx) des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009	8
Fig. 4: Evolution des superficies (ha) par espèce des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009	9
Fig. 5: Evolution de la production (Qx) par espèce des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009 ..	9
Fig. 6: Fenugrec : aspect de la plante entière, fleurs et graines	11
Fig. 7: Carthame : aspect de la plante entière au stade floraison, graines et capitule fleuri	14
Fig. 8: La nigelle : fleurs, capsule et graines.	17
Fig. 9: Situation géographique de la région d'ElOutaya	20
Fig. 10: Evolution des moyennes mensuelles des températures de l'air	21
Fig. 11: Evolution des moyennes mensuelles des températures du sol	22
Fig. 12: Evolution des précipitations mensuelles	22
Fig. 13: Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative	23
Fig. 14: Schéma du dispositif expérimental de l'essai.	27
Fig. 15: Vue générale de la parcelle expérimentale.	27
Fig. 16: Larve de <i>Lygus bugs</i> ; Larve de Cutworm occidental pâle (<i>Agrotis orthogonia</i>)	29
Fig. 17: Mesure de la longueur et du diamètre du fruit	32
Fig. 18: Vitesse moyenne de germination journalière.	34
Fig. 19: Capacité moyenne de germination en (%).	34
Fig. 20: Valeur germinative moyenne.	34
Fig. 21: Nombre moyen de jours entre le semis et la levée et la pleine levée	36
Fig. 22: Pourcentage moyen de levée en (%).	36
Fig. 23: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade début floraison, pleine et fin floraison	36
Fig. 24: La durée moyenne de floraison.	38
Fig. 25: Nombre moyen de jours entre le semis et la nouaison.	38
Fig. 26: Nombre moyen de jours entre le semis et la formation des gousses.	38
Fig. 27: Nombre moyen de jours entre le semis et la maturité des gousses.	40
Fig. 28: Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).	40
Fig. 29: Vitesse moyenne de croissance (en cm/j).	40
Fig. 30: Nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales	42
Fig. 31: Nombre moyen total des gousses sur l'axe principale (NGAP), les ramifications primaires (NGR1), les ramifications secondaires (NGR2) et le nombre total par plant (NGT)	44
Fig. 32: Poids moyen de gousses par plant en (g).	44
Fig. 33: Poids moyen d'une gousse (PG) et de graines saines par gousse (PGRSG) en (g).	46
Fig. 34: Longueur moyenne de la gousse en cm.	46
Fig. 35: Diamètre moyen de la gousse en (mm).	46
Fig. 36: Nombre moyen de graines (total, saines, avortées et échaudées) par gousse.	48
Fig. 37: Poids moyen de 1000 graines en (g).	48
Fig. 38: Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).	48
Fig. 39: Analyse en composante principale : projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (<i>Trigonella foenum graecum</i> L.)	53
Fig. 40: Analyse en composante principale : projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (<i>Trigonella foenum graecum</i> L.)	54
Fig. 41: Vitesse moyenne de germination journalière (Nombre de graines germées/jours).	56
Fig. 42: Capacité moyenne de germination en (%).	56
Fig. 43: Valeur germinative moyenne.	56
Fig. 44: Nombre moyen de jours entre le semis et la levée (L) et la pleine levée (PL).	58
Fig. 45: Pourcentage moyen de levée en (%).	58
Fig. 46: Nombre moyen de jours entre le semis, le stade rosette (R) et le stade formation de branches (FB).	58
Fig. 47: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade bouton floral (BF), début floraison (DF), pleine floraison (PF) et fin floraison (FF).	60
Fig. 48: La durée moyenne de floraison (étalement).	60
Fig. 49: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade maturité des capitules.	60
Fig. 50: Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).	62
Fig. 51: Vitesse moyenne de croissance en (cm/j).	62
Fig. 52: Nombre moyen de branches par plant	62
Fig. 53: Nombre moyen de capitules par plant	64

Fig. 54:Nombre moyen de capitules par branche.	64
Fig. 55:Poids moyen de capitules par plant en (g).....	64
Fig. 56:Poids moyen de fleurs par plant en (g).....	66
Fig. 57:Longueur (LC) et diamètre (DC) moyens d'un capitule en (mm).	66
Fig. 58:Nombre moyen de graines saines (NGRSC), malades (NGRIC), échaudées (NGREC) et totales (NTGRC) par capitule.	68
Fig. 59:Poids moyen d'un capitule (PC) et de graines saines (PGRS) en (g).	70
Fig. 60:Poids moyen de 1000 graines en (g).....	70
Fig. 61:Rendement moyen en fleurs estimé par parcelle en (kg).	72
Fig. 62:Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).	72
Fig. 63:Analyse en composante principales projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).	78
Fig. 64:Analyse en composante principales projection des individus sur le plan factoriel (1*2) (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).	79
Fig. 65:Vitesse moyenne de germination journalière (nombre de graines germées / jours).	81
Fig. 66:Capacité moyenne de germination en (%).	81
Fig. 67:Valeur germinative moyenne.	81
Fig. 68:Pourcentage moyen de levée.	83
Fig. 69:Nombre moyen de jours entre le semis et le stade : bouton floral (BF), début floraison (DF), pleine floraison (PF) et fin floraison (FF).	83
Fig. 70:La durée moyenne de floraison (étalement).	83
Fig. 71:Nombre moyen de jours entre le semis et le stade formation (FCs) et maturité des capsules (M).	85
Fig. 72:Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).	85
Fig. 73:Vitesse moyenne de croissance en hauteur (cm/j).	87
Fig. 74:Nombre moyen de ramifications primaires (NR1), secondaires (NR2), tertiaires (NR3) et total (NTR) par plant.	87
Fig. 75:Nombre moyen de capsules par plant.	89
Fig. 76:Poids moyen de capsules par plant en (g).....	89
Fig. 77:Longueur (LCs) et diamètre (DCs) moyens d'une capsule en (mm).	89
Fig. 78:Nombre moyen de valves par capsule.	91
Fig. 79:Nombre moyen de graines saines (NGRS), avortées-échaudées (NGRAE) et totales (NGRT) par capsules.	91
Fig. 80:Poids moyen d'une capsule (PCs) et des graines saines (PGRS) par capsules en (g).	93
Fig. 81:Poids moyen de 1000 graines en (g).....	93
Fig. 82:Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).	93
Fig. 83:Analyse en composante principales, projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (<i>Nigella sativa</i> L.).	98
Fig. 84:Analyse en composante principales, projection des individus sur le plan factoriel (1*2) (<i>Nigella sativa</i> L.).	99

Listes des abréviations et des symboles

- APIA : Agence de promotion des investissements agricoles.
- BF : Bouton floral.
- C.R.S.T.R.A : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides.
- CG : capacité moyenne de germination.
- DC : Diamètre moyen du capitule.
- DCH : Dynamique de croissance en hauteur.
- DCs : Diamètre moyen de la capsule.
- DF : Début floraison.
- DG : Diamètre moyen de la gousse.
- DGR : Durée de germination
- DSA : Direction de service agricole.
- ET : Ecart type.
- ETF : Étalement de la floraison.
- FB : Formation de branches.
- FCs : Formation des capsules.
- FF : Fin floraison.
- FG : Formation des gousses.
- GH : Groupe homogène.
- GJM : La germination journalière moyenne.
- H1 : Hauteur à la première notation.
- H2 : Hauteur à la deuxième notation.
- H3 : Hauteur à la troisième notation.
- H4 : Hauteur à la quatrième notation.
- H5 : Hauteur à la cinquième notation.
- L : Levée.
- LC : Longueur moyenne du capitule.
- LCs : Longueur moyenne de la capsule.
- LG : Longueur moyenne de la gousse.
- M : Maturité des fruits (gousses, capitules et capsules).
- M : Moyenne.
- NBP : Nombre moyen de branche par plant.
- NCB : Nombre moyen de capitules par Branche.
- NCP : Nombre moyen de capitules par plant.
- NCsP : Nombre moyen de capsules par plant.
- NGAP : Nombre moyen de gousses sur l'axe principal.
- NGG : Nombre de graines germées.
- NGR1 : Nombre moyen de gousses sur les ramifications primaires.
- NGR2 : Nombre moyen de gousses sur les ramifications secondaires.

NGRAE : Nombre moyen de graines avortées et échaudées par gousse.

NGRIC : Nombre moyen de graines Infectées par capitule.

NGRS : Nombre moyen de graines saines par gousse.

NGRSC : Nombre moyen de graines saines par capitule.

NGRSCs : Nombre moyen de graines saines par capsule.

NO : Nouaison.

NR1 : Nombre moyen de ramifications primaires.

NR2 : Nombre moyen de ramifications secondaires.

NR3 : Nombre moyen de ramifications tertiaires.

NS : Différence non significative.

NTG : Nombre moyen total de gousses.

NTGR : Nombre moyen total de graines par gousse.

NTGRC : Nombre moyen total de graines par capitule.

NTR : Nombre moyen total de ramifications.

NVC : Nombre moyen de valves par capsules.

P"1: Population de la nigelle provenant du marché local du Ziban (Introduite).

P'1: Population du Carthame provenant d'Ain Nagâ.

P1: Population du Fenugrec Introduite.

P"2: Population de la nigelle provenant de T'kout.

P'2: Population du Carthame provenant d'Ain Nagâ.

P2: Population du Fenugrec provenant de T'kout.

P"3 : Population de la nigelle provenant Ain Nagâ.

P'3: Population du Carthame provenant de Besbes.

P3: Population du Fenugrec provenant d'Ain Nagâ.

P"4 : Population de la nigelle provenant Ouled Djallel.

P'4: Population du Carthame provenant de Sidi Khaled.

P4: Population du Fenugrec provenant d'Ain Nagâ.

P5: Population du Fenugrec provenant d'Ouled Djallel.

P6: Population du Fenugrec provenant de M'zérâa.

PC : Poids moyen d'un capitule.

PCP : Poids moyen de capitules par plant.

PCs : Poids moyen d'une capsule.

PCsP : Poids moyen de capsules par plant.

PF : Plein floraison.

PG : Poids moyen d'une gousse.

PGL : Pourcentage moyen de levée.

PGP : Poids moyen de gousses par plants.

PGRSC : Poids moyen de graines saines par capitule.

PGRSCs : Poids moyen de graines saines par capsule.

PGRSG : Poids moyen des graines saines par gousse.

PL : Pleine levée.

Proba : Probabilité.

R : Rosette.

RFP : Rendement moyen en fleurs par parcellaire.

RGP : Rendement moyen en graines par parcellaire.

Sig : Signification.

TRAFFIC : Le réseau de surveillance du commerce de la faune et de flore sauvages.

UICN : Union mondiale pour la nature.

USAID: United States Agency for International Development.

VCH : Vitesse moyenne de croissance en hauteur.

VC : La valeur de crête

VG : Valeur germinative moyenne.

VGJ : Vitesse moyenne de germination journalière.

* : Différence significative.

** : Différence hautement significative.

*** : Différence très hautement significative.

Introduction

Les ressources phytogénétiques constituent la base biologique de la sécurité alimentaire mondiale. Les diverses espèces locales et la diversité génétiques qu'elles renferment, jouent un rôle primordial dans le développement économique et social des populations. Cette variabilité constitue la matière première la plus importante pour le sélectionneur et l'améliorateur des plantes.

L'Algérie présente une grande richesse de ressources phytogénétiques en espèces cultivées (céréales, arbres fruitiers, fourrages, maraichages,...). Les plantes aromatiques et médicinales constituent une part importante des ressources locales.

Par ailleurs, la population rurale de la région des Ziban a été connue, depuis fort longtemps, par ses plantes qui sont reliés à la biodiversité locale, à l'usage des potentialités dans les oasis (Sol, Eau, Main d'œuvre) et à l'utilisation en médecine traditionnelle et en alimentation familiale.

Actuellement, ces ressources perdent du terrain d'année en année, ceci est dû à leur rentabilité faible par rapport aux cultures stratégiques. Cette perte est devenue très menaçante dans les zones arides et semi-arides où la sécheresse rend de plus en plus difficile le développement des cultures non rentables.

En effet, la mise en place d'un programme de développement et de valorisation des ressources phytogénétiques en espèces aromatiques et médicinales est nécessaire pour assurer un revenu stable aux agriculteurs et conserver le patrimoine phytogénétique local.

En outre, la connaissance préliminaire de l'aptitude du végétal par l'analyse de la variabilité des caractères morphologiques constitue un départ important pour tous les programmes de conservation et de valorisation.

Dans ce but, le Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.), le Carthame (*Carthamus tinctorius* L.) et la Nigelle (*Nigella sativa* L.) constituent un matériel de choix. Ces espèces sont présentes dans la région des Ziban, facilement cultivables et sont riches en protéine et en huiles essentielles ; elles méritent d'être étudiées en vue d'une amélioration et d'une adaptation à des exigences diverses.

La présente étude constitue une contribution à l'exploration de la diversité génétique des populations cultivées du Fenugrec, du Carthame et de la Nigelle. Elle vise l'analyse de la variabilité phénotypique entre six populations du Fenugrec (quatre provenant des Ziban, une de T'kouté et autre introduite provenant du marché local de Biskra), quatre populations des Carthame provenant des Ziban et quatre populations de Nigelle (deux provenant des Ziban, une de T'kouté et autre introduite provenant du marché local de Biskra).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (LAFFITTE, 1999 ; VIAL, 1998 ; TEUSCHER *et al.*, 2005).

La Chine, berceau de la phytothérapie, l'Inde, le Moyen-Orient, notamment au cours de l'ère arabo-musulmane, l'Égypte, la Grèce, les romains, constituent des civilisations phares pendant lesquelles les plantes aromatiques et médicinales ont connu une place de premier plan (APIA, 2005).

Au XVIII^e siècle, on constate un rejet contre toutes ces « herbes de sorciers » mais au XIX^e siècle, elles refont leur apparition (VIGUIER, 2006).

Le secteur des plantes à parfum, aromatiques et médicinales recouvre une réalité diverse et complexe. C'est un secteur dont on parle assez peu dans le monde de l'agriculture, mais il apparaît néanmoins comme un secteur d'avenir. Ce sont des micro-filières agricoles, très dispersées dont les débouchés principaux sont l'agroalimentaire, l'industrie des arômes, la parfumerie, l'industrie cosmétique et l'industrie pharmaceutique, ce qui astreint la production agricole aux contraintes d'un produit de base industrielle (VIGUIER, 2006).

II. La limite entre condiment, aromate et plante médicinale

Le terme d'« aromate » désigne tout corps odorant d'origine végétale utilisé en médecine en parfumerie ou en cuisine. Tandis qu'un condiment est, plus spécifiquement une substance aromatique qui relève la saveur des aliments. Il s'agit donc d'un terme exclusivement culinaire. La limite entre légume, condiment et plante médicinale, voire tinctoriale, est donc souvent assez floue. De toute façon, les diverses plantes condimentaires, riches en principes aromatiques possèdent également des vertus médicinales, d'ailleurs généralement mises à profit par l'homme depuis toujours (COMPLAN, 1999).

On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (COMPLAN, 1999).

Certaines plantes contenant toute une gamme de matières efficaces peuvent avoir des actions très différentes suivant leur préparation (UICN, 2006).

III. L'intérêt des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques

1. Intérêts thérapeutiques

Les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales ont été pendant longtemps le principal, voire l'unique, recours de la tradition orale pour soigner les pathologies (JEAN et JIRI, 1983 ; OULD EL HADJ, 2003). En même temps que la médecine traditionnelle est devenue complémentaire de la médecine académique dans la pratique (GALVIN, 2004) ; il est, en effet, de plus en plus admis que les produits naturels comportent peu ou pas d'effets secondaires (UICN, 2006).

2. Intérêts socio-économiques

On considère à l'heure actuelle que près de 75% de la population africaine n'a recours qu'aux plantes qui l'entourent pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dit « moderne » (POUSSET, 2004).

En outre, l'Afrique du Nord possède l'une des plus anciennes et plus riches traditions associées à l'usage des plantes médicinales. Ces plantes sont importantes pour les habitants de la région, particulièrement dans les zones rurales (UICN, 2006).

Par ailleurs et en raison de la crise économique qu'a subie le Cameroun vers la fin des années 80, les populations rurales de ce pays sont de plus en plus nombreuses à utiliser les plantes médicinales pour le traitement des maladies (BETTI, 2002).

Au Maroc, la production nationale est complètement destinée à l'exportation. Pour d'autres pays, comme la Chine, l'Inde et l'Indonésie, une bonne partie de la production nationale est écoulee sur le marché national (USAID, 2005).

En Algérie, des projets pilotes ont rassemblé la culture des plantes médicinales, le développement rural et la participation spécifique des femmes. Quatre fermes, exploitées par des femmes, se sont engagées dans la culture des plantes médicinales, sur leur principale terre arable, afin de les vendre aux herboristes locaux et, de cette façon, augmenter leurs revenus (UICN, 2005).

3. Intérêts industriels et parfumeries

Toutes les épices et herbes aromatiques font l'objet de multiples applications dans de nombreuses industries (les industries de la salaison et de la charcuterie, les industries laitières et dérivées, des potages, sauces, vinaigres, boissons alcoolisées ou non alcoolisées etc (RICHARD ET LOO, 1992).

La note des épices est une note de base en parfumerie (HARIEL, 1992).

IV. Importance économique des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques

1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs des plantes condimentaires dans le monde sont : Madagascar, Maroc, Chine, Italie, Inde, Allemagne, Indonésie, Turquie, Espagne, Egypte, Belgique, Tunisie et Bulgarie, et les principaux pays importateurs sont : États-Unis, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Espagne, Belgique, Japon, Irlande et Pays-Bas (COMPLAN, 1999).

La Chine est présente en tant que producteur de plantes en l'état et d'huiles essentielles. La part de ses exportations en plantes en l'état représente 4,80 % de la valeur et 7,2 % du volume global, tandis que celle des huiles essentielles est de 7,10 % de la valeur et de 16,6 % du volume global.

En Europe, on estime que la superficie totale de plantes médicinales et aromatiques cultivées est de l'ordre de 70 000 ha.

Chaque année, entre 1992 et 1996, l'Europe, dans son ensemble, a importé, en moyenne, 120 000 tonnes de matériel de plantes médicinales et aromatiques. Les importations en Europe sont originaires de plus de 120 pays ; 60% proviennent de pays hors Europe, essentiellement d'Asie et d'Afrique et 80% de ces 60% ont été absorbés, en 1996, par cinq pays européens : l'Allemagne, la France, l'Espagne, l'Italie et le Royaume-Uni (TRAFFIC, 1998).

L'Europe, dans son ensemble, a exporté, en moyenne, 70 000 tonnes de ce matériel de plantes, chaque année, entre 1992 et 1996. Sur cette quantité, 20% seulement étaient destinés à des pays hors Europe, essentiellement l'Amérique du Nord. Cinq pays européens ont exporté 60% de ces 20% en 1996: l'Allemagne, la France, l'Espagne, l'Italie et le Royaume-Uni (TRAFFIC, 1998).

En Tunisie, la production totale des plantes aromatiques et médicinales est estimée à environ 8 000 tonnes, 23 % d'elles sont exportés principalement vers les pays européens. Une partie la production des

plantes aromatiques et médicinales est traitée pour la distillation d'huile essentielle (GHOUDI, 2002 ; NEFFATI ET OULED BELGACEM, 2006).

2. En Algérie

La production des plantes médicinales et aromatiques est relativement faible en Algérie : l'exploitation, le conditionnement et la commercialisation de ces plantes sont jusqu'à présent exclusivement entre les mains des herboristes. La culture et la cueillette des plantes à parfum, aromatiques et médicinales constituent des activités traditionnelles (SOUDANI ET TIBERMACINE, 2006 ; INRA ,1983).

3. La culture des plantes condimentaires dans la wilaya de Biskra

La culture des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques (PCMA) au niveau des Ziban se fait sur des petites parcelles destinées essentiellement à l'autoconsommation chez la majorité des exploitants sauf à Z'ribet El-Oued, Sidi Khaled et Ouled Djellal. Ces cultures sont généralement pratiquées par les femmes depuis la semence jusqu' à la récolte.

a. Répartition

La figure 01, ci-après, présente les communes de la wilaya de Biskra où sont cultivées les plantes condimentaires, médicinales et aromatiques de la wilaya de Biskra.

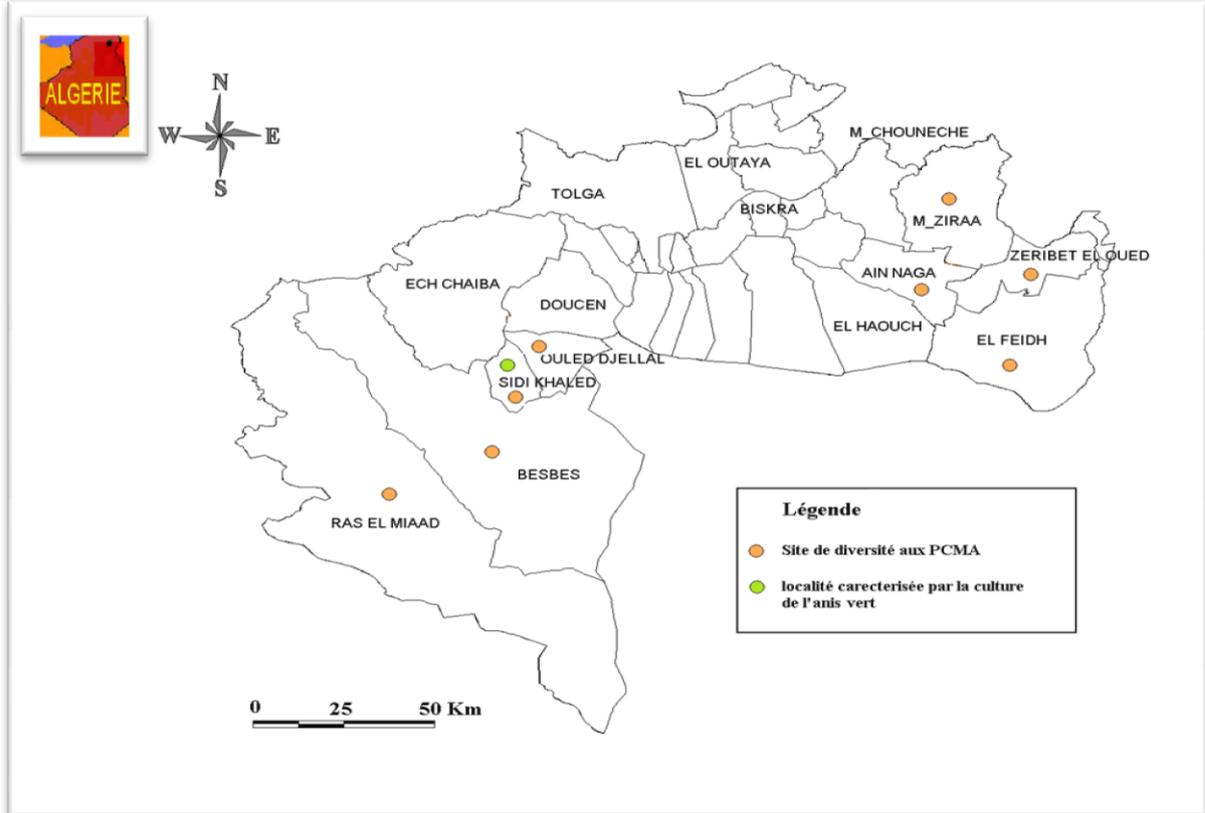


Fig. 1: Culture des plantes condimentaires, médicinales et aromatiques dans la wilaya de Biskra (DSA, 2009).

Les communes, M'zérâa, Ain Naga, Z'ribet El Oued, El Feidh, Sidi Okba, Sidi Khaled, Ouled Djellal, Besbes, Rase Elmiad se distinguent du lot par une grande diversité des plantes condimentaires cultivées. Sidi Khaled est plus connue par la culture de l'Anis vert.

Zribet El Oued marque une production importante de ces plantes et elle est celle qui alimente plus le marché local.

b. Evolution de la culture des plantes condimentaires

La superficie connaît des fluctuations sur les seize campagnes considérées, dont l'accroissement de la superficie le plus important a été enregistré dans les six premières campagnes et durant les campagnes 2001/2002, 2002/2003 et 2003/2004 (Fig. 02). Généralement la faible évolution des superficies a été enregistrée au cours des quatre dernières campagnes (de 2005-2006 à 2008-2009) ; cette diminution est due aux problèmes socio-économiques, comme le recours à l'agriculture la plus rentable (plasticulture et phoeniciculture), la rareté de l'eau, le manque de main-d'œuvre...

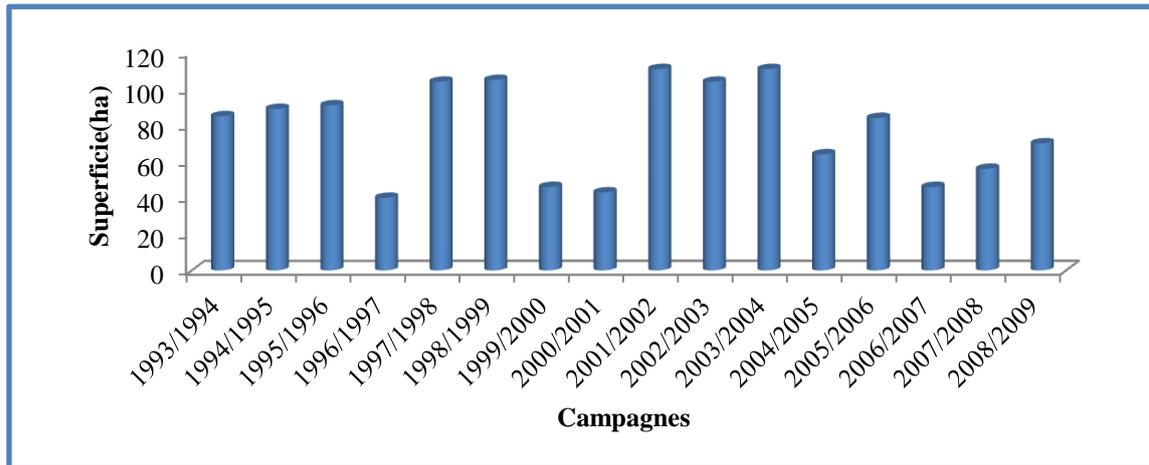


Fig. 2: Evolution des superficies (ha) des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009 (DSA, 2009).

L'évolution de la production suit celle de la superficie. La production est importante pour les trois premières campagnes (de 1993-1994 à 1995-1996), les campagnes 1997-1998 et 1998-1999 et les campagnes 2001-2002, 2002-2003 et 2003-2004 (Fig. 03).

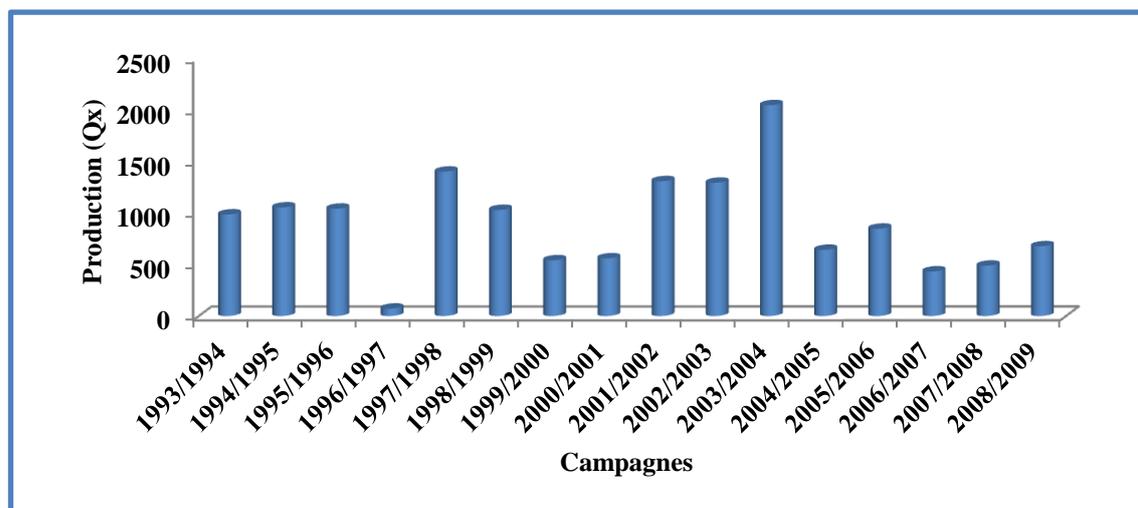


Fig. 3: Evolution de la production (Qx) des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009 (DSA, 2009).

L'histogramme suivant (Fig. 04) fait apparaître la dominance de la culture de Coriandre, de l'Anis vert et du Fenugrec ; par contre, le Carvi, le Cumun et le Cumun vert ont connu une faible occupation des terres.

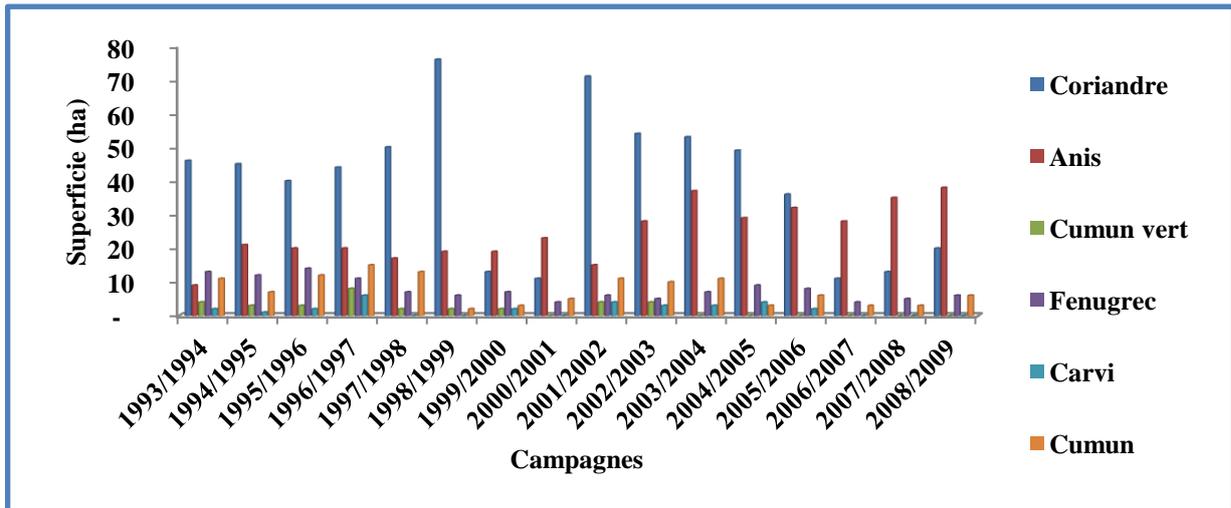


Fig. 4: Evolution des superficies (ha) par espèce des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009 (DSA, 2009).

L'évolution de la production suit celle de la superficie. Les accroissements les plus élevés sont enregistrés pour la Coriandre, l'Anis vert et le Fenugrec (Fig. 05).

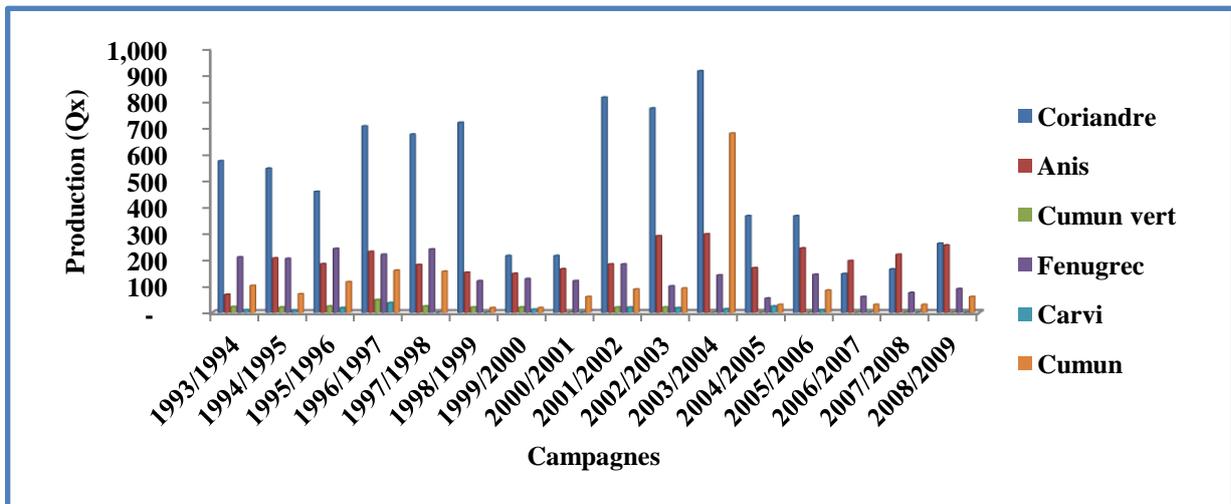


Fig. 5: Evolution de la production (Qx) par espèce des cultures condimentaires dans la wilaya de Biskra de 1993 à 2009 (DSA, 2009).

V. Les espèces étudiées

1. Le Fenugrec

1.1. Classification

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Ordre : Rosales

Famille : Légumineuses

Sous famille : Papilionacées

Genre : *Trigonella*

Espèce : *Trigonella foenum graecum* L.

Nom latin : Trigonelle, Sénégrain, Foin grec

Nom vernaculaire arabe : halba

1.2. Origine et aire de répartition

Le Fenugrec est originaire du Moyen-Orient et d'Inde. Il pousse en région méditerranéenne (VIAL, 1998), en Inde et en Chine.

1.3. Description

C'est une plante annuelle aux feuilles composées de trois folioles ovales, proches de celles du trèfle qui peut atteindre 50 cm de hauteur (WICHTL ET ANTON ,2003) (Fig. 06).

Les fleurs d'un blanc jaunâtre (Fig. 06). Gousse droite terminée par un long bec et contenant plusieurs graines (polysperme) (LAPEYRONIE, 1982). Graines fortement tuberculées (OZENDA, 1960 ; QUEZEL et SANTA, 1962).



Fig. 6: Fenugrec : aspect de la plante entière, fleurs et graines (Images d'origines).

1.4. Propriété et usage

Les graines de Fenugrec sont connues par leurs propriétés : tonique, aphrodisiaque, astringent, émoullient, expectorant (EDDE, 1985), adoucissantes (LECHEVALLIER, 1927), anti-inflammatoires et hépatoprotective (CIHAT ÖNER, 2008) et leurs propriétés hautement hypoglycémiantes (ODYMNIMH, 1994). Elles sont utiles contre les maladies pathologiques (GONZ´ALEZ-TEJERO *et al.*, 2008).

La décoction de la poudre est également conseillée pour stimuler la production du lait maternel chez les nourrices (BELOUED, 2001). La plante était utilisée comme fourrage dans l'Antiquité ce qui lui vaut son nom de « foin grec », les graines sont mélangées avec de l'orge ou de l'avoine pour l'aliment de bétail (MOKKEDEM, 2004 a et 2004 d), elle est utilisée aussi en agriculture biologique comme engrais vert, en Europe. Il est également une plante tinctoriale qui permet de teindre les textiles en un très beau rouge incarnat. Le fenugrec est une épice très riche qui contient du phosphore, du fer, du soufre, de l'acide nicotinique, des alcaloïdes, saponines.

1.5. Composition biochimique de la graine

L'huile essentielle, entre 0.01 et 0.02%, renferme notamment du 4.5 diméthyle-3hydroxy-2(5H)-furanone et du 3-hydroxy-4-méthyl-2(5H)-furanone (responsable de l'odeur typique des graines) ; elles sont accompagnées de dihydroactinidines diolide, de dihydrobenzofurane. On note aussi la présence de 1.2 à 3 % de Saponines, 6 à 10 % des lipides, 23 à 30 % de protéines (COMPLAN, 1999).

1.6. La culture du Fenugrec

1.6.1. Les principaux pays producteurs

Les principaux pays producteurs de Fenugrec sont les pays méditerranéens (Égypte, Turquie, Maroc, Syrie, Grèce, Sud de la France), le Soudan, l'Asie Occidentale et Centrale, les pays Arabes, l'Inde, la Chine, le Japon (COMPLAN, 1999).

1.6.2. Les principaux pays exportateurs

Les principaux pays exportateurs de Fenugrec sont l'Inde, le Pakistan, la Chine, le Maroc, la Turquie, la France, l'Argentine (COMPLAN, 1999).

1.6.3. Le Fenugrec en Algérie

En Algérie le Fenugrec est fréquemment cultivé et il est souvent sub-spontané (QUEZEL et SANTA, 1962). Il est utilisé traditionnellement comme plante fourragère, médicinale et condimentaire.

1.6.4. Les exigences écologiques

D'après MOKKEDEM (2004a), le Fenugrec convient à tous les types de climat en Algérie.

Elle demande des terres légères, silico-argileuses et argilo-calcaires et craint les sols lourds, gorgés d'eau et d'acides.

1.6.5. Les exigences culturales

➤ Préparation du sol

Un labour moyen de 30 à 40 cm doit être effectué avant la culture, il sera suivi d'un disquage pour ameublir et aplanir le sol (MOKKEDEM, 2004a).

➤ Dose de semis

La dose de semis recommandée à l'hectare est de 30 à 40 Kg. (MOKKEDEM, 2004a et 2004c)

➤ Époque de semis

Le semis s'effectue d'octobre à décembre (MOKKEDEM, 2004a).

➤ **Fumure**

On épand 40 Kg à l'hectare d'engrais phospho-potassique 0- 20-25 après le disquage croisé (MOKKEDEM, 2004a).

2. Carthame

2.1. Classification

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre : /

Famille : Composées (Astéracées)

Sous famille : Radiées

Genre : *Carthamus*

Espèce : *Carthamus tinctorius* L.

Nom latin : Faux safran, Safran mexicain, carthame des teinturiers, Safran bâtard, Graine des perroquets

Nom vernaculaire arabe : Zaâfer

2.2. Origine et aire de répartition

Le Carthame est originaire du Moyen-Orient et d'Asie du Sud (MÜNDEL, 2004). Il est cultivé notamment en Turquie, en Egypte et en Afrique du Nord (GIRRE, 2001), au Mexique, en Inde et aux États-Unis (LAFFITTE, 1999).

2.3. Description

Le carthame est une plante annuelle, à tige droite, ramifiée à son sommet, de 60 à 80 cm de hauteur. Les feuilles alternes, sont coriaces et épineuses. Les inflorescences sont des capitules terminaux piriformes (Fig. 07). Les fleurs contiennent deux matières colorantes : l'une jaune, soluble dans l'eau et l'autre rouge, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et qui peut être employée pour teindre les étoffes de soie ou de coton (LAROUSSE, 1981). Les graines sont blanches et luisantes, elles mûrissent en été (MESSOUDI, 2005).



Fig. 7: Carthame : aspect de la plante entière au stade floraison, graines et capitule fleuri (Images d'origines).

2.4. Propriété et usage

Le Carthame a des propriétés adoucissantes, purgatives, laxatives, sudorifiques. Ses fleurs servent à parfumer les fromages, le pain et sont ajoutées comme condiment aux légumes (LAROUSSE, 1981 ;). Les feuilles et les fleurs de cette espèce sont parfois utilisées en cuisines pour donner aux préparations une couleur appétissante, mais elles servent aussi à teindre la laine et d'autres fibres naturelles en jaunes. En médecine naturelle, le Carthame sert à stimuler la menstruation et à soulager les douleurs dans le bas-ventre (KOTHE HANS, 2007).

2.5. Composition biochimique de la graine

La teneur en huile dans les graines de carthame est entre 29% et 35.2% selon les cultivars (BURHAN, 2007). Les acides gras linoléiques présentent le pourcentage le plus élevé, 70% selon SINGH (2006) et 76% selon DJENDER (2003). La date de semis a aussi un effet sur la teneur en huile ; lorsque le semis est précoce, la teneur en huile des graines est élevée (COŞGE *et al.*, 2007).

D'après l'étude de MATALLAH (1983), le cultivar local d'Algérie du carthame contient 25.7% d'huile.

2.6. La culture du carthame

2.6.1. Les principaux pays producteurs

L'Inde est parmi les plus grands producteurs de carthame dans le monde, avec 68% (0,2 millions de tonnes) avec une surface cultivée de 60% (0,43 millions d'hectares) (MAHASI, 2009), à côté du Mexique, des Etats-Unis, du Kazakhstan, de l'Australie, de l'Ethiopie, de la Chine, du Kirghizistan, du Canada et de l'Iran (COMPLAN, 1999 ; EKIN, 2005 ET FRICK ; 2005).

2.6.2. La culture du carthame en Algérie

En Algérie la culture des espèces oléagineuses (tournesol, colza et carthame) n'a débuté qu'en 1965 pour être abandonnée à cause des contraintes techniques de transformation et d'organisation (AMEROUN, 2003) en 1983. La culture du carthame a été introduite en Algérie en 1975. Cette introduction avait pour but, selon BENZOHRRA (2001) :

- Production de l'huile pour l'alimentation humaine ;
- Production de tourteau pour l'alimentation animale ;
- La valorisation de la jachère.

2.6.3. Les exigences écologiques

Le carthame demande un climat sec et chaud avec une pluviométrie totale de 500 à 800 mm sur des sols sableux et bien drainés, 300 à 400 mm suffisent pendant le cycle végétatif, surtout si les sols possèdent une réserve d'eau. Le carthame est légèrement moins tolérant de la salinité que l'orge et le maïs et plus tolérant que le blé (MÜNDEL *et al.*, 2004). La température minimale de germination est 2-5 c° (LI ET HANS-HENNING, 1996).

2.6.4. Les exigences culturales

➤ La place dans l'assolement

Le carthame, dans l'assolement, prend la place d'une céréale ; il peut suivre une culture irriguée. Un enfouissement de jachère lui est favorable avec une préparation soignée du sol en profondeur (MATALLAH, 1983).

➤ Préparation du sol

Le rendement du carthame est directement conditionné par l'intensité du travail avant semis. Les labours se font de préférence tôt, avant l'époque des pluies, entre 30 et 35 cm de profondeur pour

obtenir une pénétration maximale de l'eau de pluies et la possibilité du développement normal des racines (MATALLAH, 1983).

➤ **Densité de semis**

La densité de semis est de 8 à 15 kg de semences à l'hectare en culture pure (MOKKEDEM, 2004a).

➤ **Epoque de semis**

L'époque de semis est variable selon les régions et les conditions climatiques. En Algérie, la meilleure époque dans les hauts plateaux sera les mois de janvier-février. Dans les zones de moindre altitude (300 m) se sera la période Novembre-Décembre (MATALLAH, 1983).

➤ **Fumure**

On épand 20–30 kg/ha d'engrais azoté, 0-75 kg/ha d'engrais potassique et 60-80 kg/ha phosphatique (MEMENTO, 1991).

3. La Nigelle

3.1. Classification

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre : Ranales

Famille : Renonculacées (SPICHIGER, 2002)

Tribus : Renonculées

Genre : *Nigella*

Espèce : *Nigella sativa* L.

Nom latin : nigelle cultivée, nielle bâtarde, poivrette, herbe aux épices.

Nom vernaculaire arabe : Sanoudj, Kammoun açoued, Habbet es souda

Nom targui ou berbère : Zerara, Ti kamni

3.2. Description

Plante annuelle à tiges dressées de 30 cm à 40 cm, ordinairement unicaule. Feuille multifides, les inférieures pétiolées, les supérieures sessiles, à lanière lancéolées linéaires. Fleurs sans involucre, petites de 2.5 cm de diamètre (Fig. 08). 5 sépales ovales et acuminés au sommet. 8 pétales ordinairement d'un blanc bleuté, assez longuement onguiculés, lâchement pubescents. Étamines nombreuses. 5 à 6 graines noires, oblongues, anguleuses, irrégulièrement trigones de 3mm de long, granuleuses, papilleuses (BELOUED, 2001).



Fig. 8: La nigelle : fleurs, capsule et graines (Images d'origines).

3.3. Origine et aire de répartition

L'Asie Mineure représente le lieu naturel des genres de plantes appartenant à cette espèce en raison de leur existence sur de larges superficies que ce soit en Iraq ou en Syrie ou dans d'autres régions du Bassin Méditerranéen. Par la suite, leur culture s'est répandue partout dans les zones tempérées de l'Afrique. Mais les plus importants pays producteurs (de la graine noire) sont les Etats Unis d'Amérique, l'Inde, le Pakistan, l'Iran, l'Iraq, la Syrie et l'Egypte (CHAMSEDDINE, 2003).

3.4. Propriété et usage

La nigelle a des propriétés antispasmodiques de coqueluche, bronchite (SCHAUENBERG ET PARIS ,2006), diurétiques, cholagogue, résolutive, galactogènes (BELOUED, 2001) emménagogues et carminatives (SELVAM, 2008). Les graines de la nigelle ont des activités antivirales contre ILTV « Infectious Laryngotrachietis Virus », des activités anticancéreuses (ZAHER *et al.*, 2008), antimüllériens (ABDULELAH *et al.*, 2007) et vermifuges (LESLEY, 1998).

Les graines de cette espèce sont une épice souvent ajoutée aux haricots, au chou ou aux épinards, (KOTHE, 2007). Elles servent à saupoudrer le pain et les gâteaux pour les rendre plus appétissant. Leurs vertus médicinales les ont fait employer dès l'Antiquité contre les maux de la tête et dents.

3.5. Composition biochimique de la graine

Les graines de la nigelle contiennent 30,2 à 37,9% d'huile, dont le contenu d'huile essentielle est varié entre 0,31 à 0,56%. Les constituants principaux d'huile grasse étaient déterminés en tant qu'acide linoléique, palmitique et oléique. Le pourcentage de l'acide linoléique a été déterminé entre 43,34 et 51,50% (KIZI *et al.*, 2008). D'après HADJADJ (2008), la teneur en lipides des téguments est de 34,59%.

3.6. La culture de la Nigelle

3.6.1. Les principaux pays producteurs

La nigelle est surtout cultivée en Inde et de façon moins importante au Pakistan et dans les régions méditerranéennes (Egypte et Turquie), au Soudan, en Ethiopie, en Syrie, en Irak et en Iran (COMPLAN, 1999).

3.6.2. Les principaux pays exportateurs

Les principaux pays exportateurs sont l'Inde, l'Egypte, le Moyen-Orient, le Sud de l'Europe (COMPLAN, 1999).

3.6.3. La culture de la nigelle en Algérie

La nigelle est très peu cultivée en Algérie, elle est limitée à l'échelle traditionnelle dans les régions de : Ouargla, Biskra, Timimoune, Adrar, Médéa et Skikda (MOKKEDEM, 2004b).

3.6.4. Les exigences écologiques

La nigelle préfère des climats doux, une exposition ensoleillée et abritée. Elle demande des sols riches, meubles (MOKKEDEM, 2004b).

3.6.5. Les exigences culturales

➤ La place dans l'assolement

Il faut éviter les terres infestées de mauvaises herbes ou ayant comme précédent cultural la nigelle de Damas (*Nigella damas*) (MOKKEDEM, 2004b).

➤ **Préparation du sol**

Un labour moyen d'une profondeur de 40 à 50 cm est nécessaire (MOKKEDEM, 2004c).

➤ **Densité de semis**

La densité de semis est 5 à 10 Kg à l'hectare (MOKKEDEM, 2004c).

➤ **Epoque de semis**

Le semis s'effectue d'octobre à décembre.

➤ **Fumure**

On épand 20 Kg par hectare d'ammonitrate, soit 33.5% au premier binage, 20Kg par hectare d'engrais binaire 0-20-25 après le disquage croisé (MOKKEDEM, 2004c).

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Objectif de travail

L'étude, réalisée dans la station expérimentale d'El Outaya, a pour but de donner les principales caractéristiques morphologiques et agronomiques de 14 populations appartenant aux 03 trois espèces de plantes condimentaires, médicinales et aromatiques (CMA) et de définir les populations qui présentent l'optimum d'adaptation au milieu de production durant l'année 2009.

II. Présentation de site d'expérimentation

L'essai a été installé à la station expérimentale d'El Outaya (Fig. 09) du C.R.S.T.R.A (altitude 199m, latitude 36°55'36.6" Nord, longitude 005°38'56" Est).

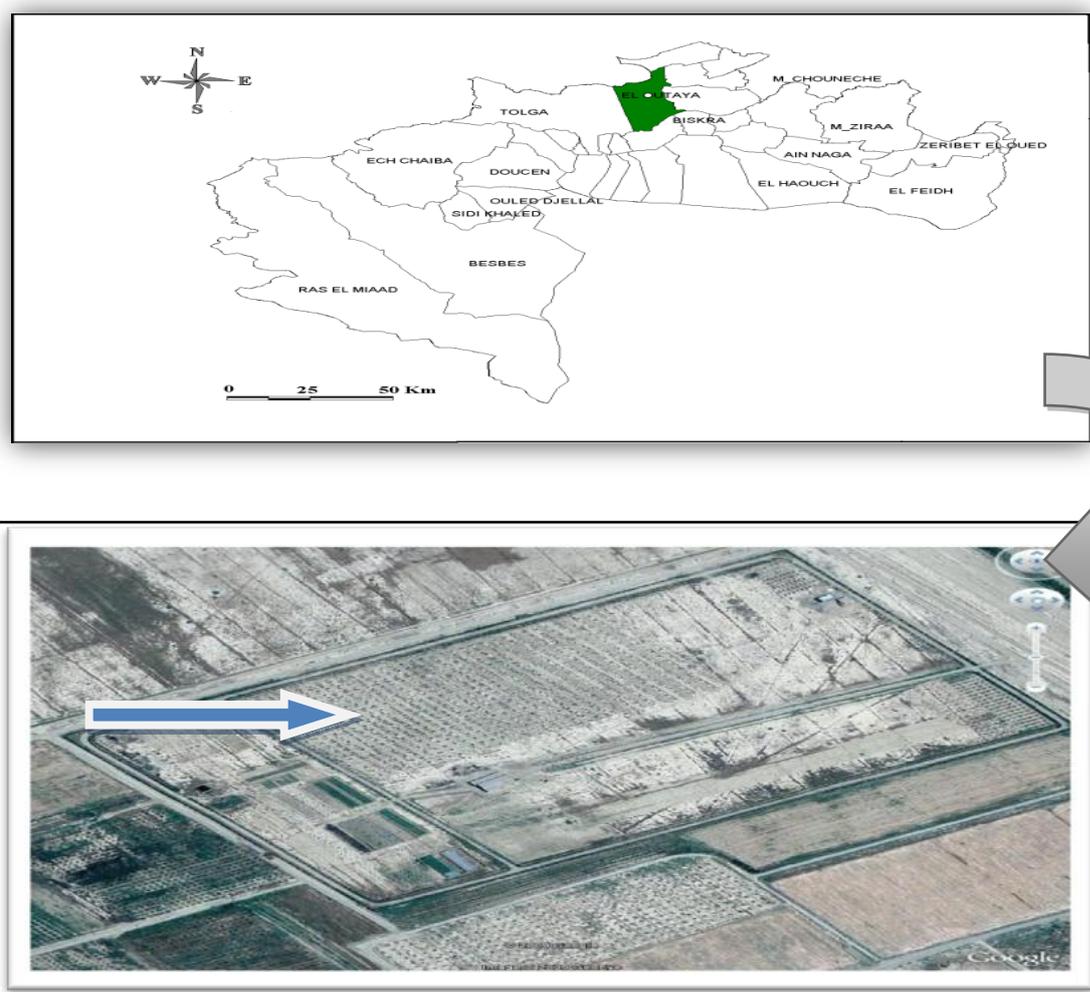


Fig. 9: Situation géographique de la région d'El Outaya (Google earth).

1. Conditions pédoclimatiques

1.1. Caractérisation chimique du sol

L'échantillon du sol analysé a été prélevé sur 3 profondeurs de 0 à 40 cm.

D'après les résultats (tableau 1), on constate que notre sol est pauvre en matière organique, fortement calcaire et peu salé.

Tableau 1: Analyses chimiques du sol

MO %	Calcaire Total %	Calcaire actif %	pH (1/2.5)	CE (ds/m) (1/5)
1.37	59,61	62,75	8,16	3,15

1.2. Le climat

Durant le cycle végétatif (du mois de Janvier au mois de Juin), on a enregistré les paramètres climatiques : les températures de l'air et du sol, les précipitations et l'humidité relative.

1.2.1. La température de l'air

La moyenne des maxima oscille entre 15,03 C° en Janvier et 37,35 C° en Juin. Par ailleurs, la température moyenne mensuelle $(M+m)/2$ varie d'un minimum de 10,12 C° en Janvier à un maximum de 29,56 C° au mois de juin (Fig. 10).

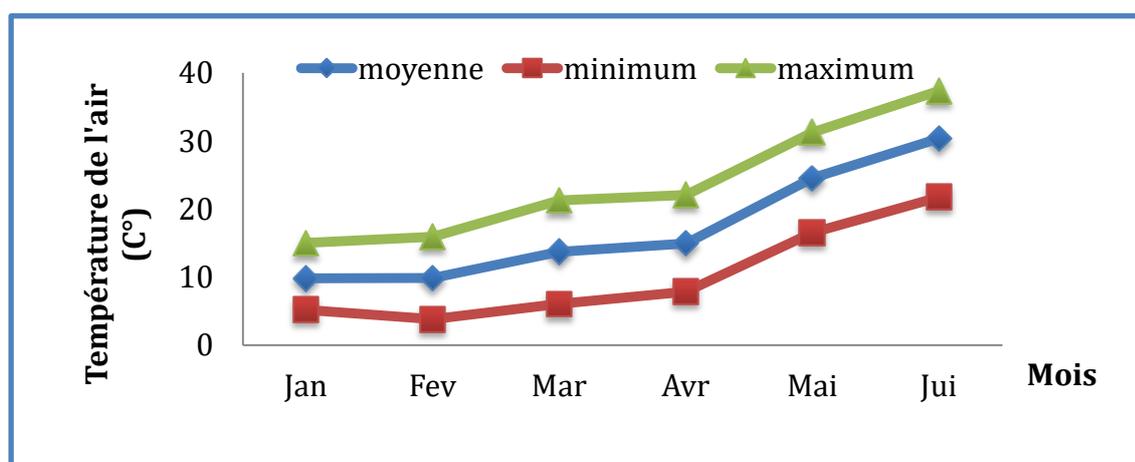


Fig. 10: Evolution des moyennes mensuelles des températures de l'air (CRSTRA, 2009).

1.2.2. La température du sol

Les températures moyennes mensuelles $[(M+m)/2]$ du sol durant la période de culture varient d'un minimum de 10,93 C° en janvier à un maximum de 27,30 C° au mois de juin (Fig. 11).

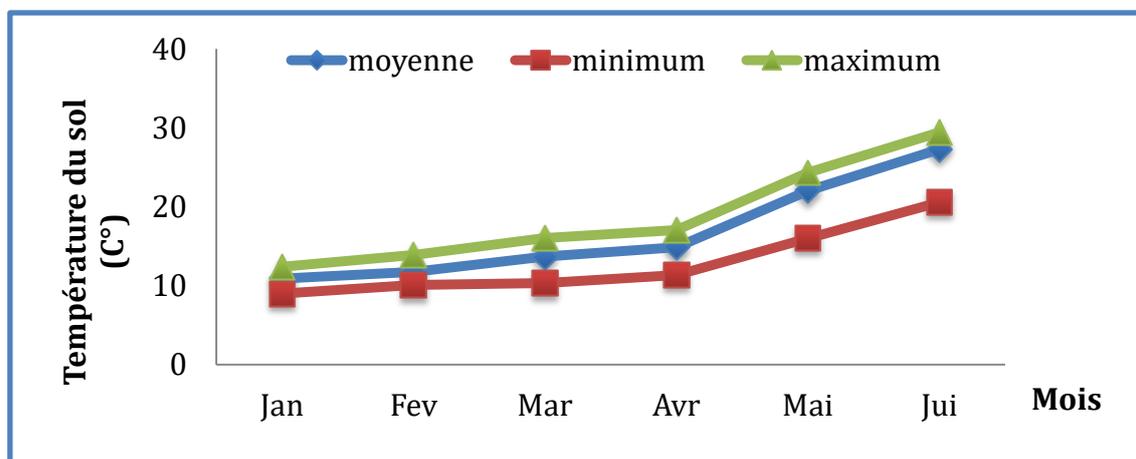


Fig. 11: Evolution des moyennes mensuelles des températures du sol (CRSTRA, 2009).

1.2.3. La précipitation

Les précipitations les plus importantes ont été enregistrées durant le mois Janvier (2,2 mm). Par contre, les faibles précipitations ont été enregistrées durant les mois de Février et Juin avec respectivement (0,29 et 0,02 mm) (Fig. 12).

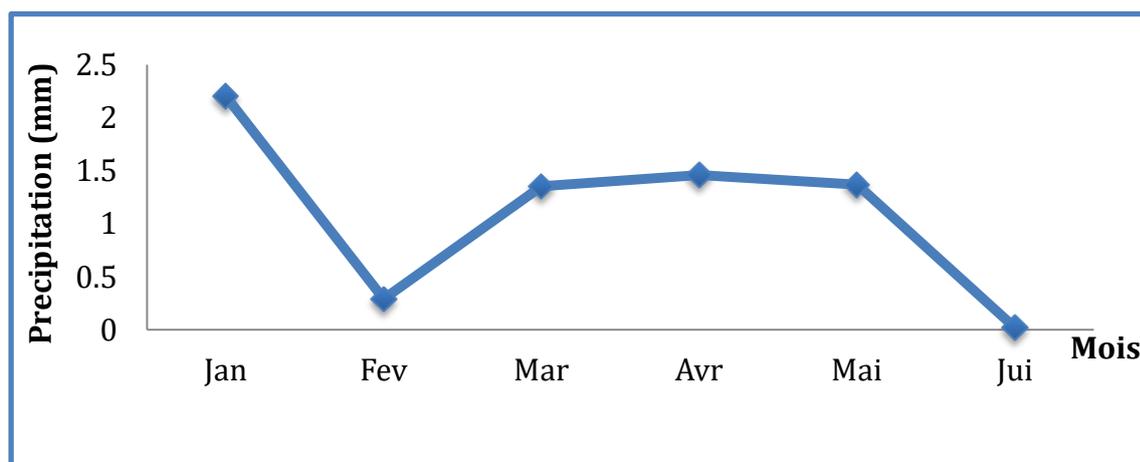


Fig. 12: Evolution des précipitations mensuelles (CRSTRA, 2009).

1.2.4. L'humidité relative (%)

L'humidité relative varie d'un maximum de 77,16% en Janvier à un minimum de 25,53 % au mois de Juin (Fig. 13).

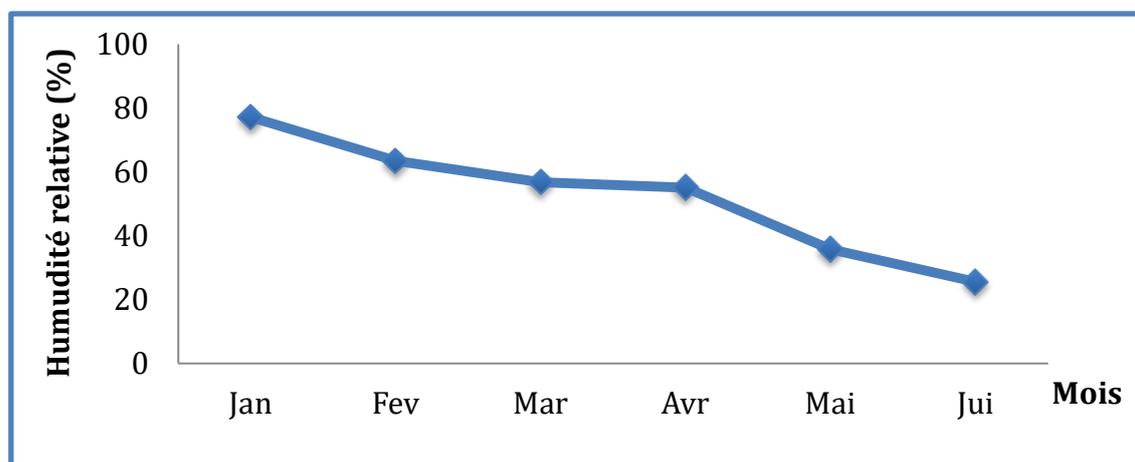


Fig. 13: Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative (CRSTRA, 2009).

III. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est constitué de :

- 06 populations du Fenugrec : 04 populations provenant de la région des Ziban, une population introduite et une autre provenant de T'kout (wilaya de Batna).
- 04 populations de la Nigelle : 02 populations provenant de la région des Ziban, une population introduite et une autre provenant de T'kout (wilaya de Batna).
- 04 populations du Carthame provenant de la région des Ziban.

1. Origine des populations étudiées

1.1. Le Fenugrec

Le tableau suivant (Tab. 2) précise les provenances des différentes populations étudiées.

Tabl 2 : Provenances des différentes populations de *Trigonella foenum graecum* L.

Provenance	Cordonnés géographiques	Date de récolte	Date de collecte	Durée de régénération	Symbole
Introduite (Chine)					P1
T'kout	Altitude: 993m Nord: 35°08' 17" Est: 006°18'30.0"	Juillet 2008	01/11/2008	Semences originales	P2
Ain Nagâ	Altitude:240m Nord: 34°43' 42.7" Est: 006°17'38.7"	Mai 2008	27/10/2008	Plus de 20 ans	P3
Ain Nagâ	/		05/11/2008	Plus de 30 ans	P4
Ouled Djallel	Altitude:192m Nord: 34°30' 00.1" Est: 005°00'24.9"	Mai 2008	03/11/2008	Plus de 15 ans	P5
M'zérâa	Altitude : 17m N : 34°43'2.9'' E : 006°17'37.2''	Mai 2008	Novembre 2008	/	P6

1.2. Le Carthame

Le tableau suivant (Tab. 3) précise les provenances des différentes populations étudiées.

Tab 3 : Provenances des différentes populations de *Carthamus tinctorius* L.

Provenance	Cordonnés géographiques	Date de récolte	Date de collecte	Durée de régénération	Symbole
Ain Nagâ	Altitude:240m Nord: 34°43' 42.7" Est: 006°17'38.7"	Juin 2008	27/10/2008	Plus de 20 ans	P'1
Ain Nagâ	/	Juin 2008	05/10/2008	Plus de 20 ans	P' 2
Besbes	Altitude:243m Nord: 34°23' .7" Est: 004°51'57.8"	Juin 2008	03/11/2008	Plus de 30 ans	P'3
Sidi Khaled	Altitude:215m Nord: 34°23' 29.5" Est: 00523'29.5"	Juin 2008	03/11/2008	Plus de 30 ans	P'4

1.3. La Nigelle

Le tableau suivant (Tab. 4) précise les provenances des différentes populations étudiées.

Tab 4: Provenances des différentes populations de *Nigila sativa* L.

provenance	Cordonnés géographiques	Date de récolte	Date de collecte	Durée de régénération	Symbole
Introduite (Chine)					P"1
T'kout	Altitude:993m Nord: 35°08' 17" Est: 006°18'30.0"	Juillet 2008	01/11/2008	semence de la région	P" 2
Ain Naga	Altitude:240m Nord: 34°43' 42.7" Est: 006°17'38.7"	Mai 2008	05/11/2008	Plus de 30 ans	P"3
Ouled Djallel	Altitude:192m Nord: 34°30' 00.1" Est: 005°00'24.9"	Plus de 3 ans	03/11/2008	Plus de 30 ans	P" 4

IV. Test de germination

Le test de germination a débuté à la même date pour les trois espèces et dans les mêmes conditions.

Les graines ont été mises à germer dans des boîtes de pétri, le fond des boîtes étant tapissé de papier filtre, imbibé d'eau.

Les graines au nombre de 100 par boîte pour le fenugrec et la nigelle. Par contre, 50 graines par localité ont été déposées par boîte chez le carthame, puisque on n'a pas une quantité suffisante de semences (soit trois répétitions pour chaque provenance).

Nous avons compté le nombre de graines germées chaque jour, ce qui nous a permis de déterminer :

- La vitesse de germination journalière : c'est le pourcentage cumulé de germination des graines divisé par le nombre de jours écoulés depuis le semis.
- La capacité de germination (le pourcentage de germination) : c'est le pourcentage de semences ayant été capable de germer dans des conditions bien définies (NEFFATI, 2008) ;
- La valeur germinative selon la formule de CZABATOR (1962) : la valeur germinative est l'un des paramètres qui estime la qualité de semence (WILLAN, 1992)

$$VG = GJM \text{ finale} \times VC$$

- VG = La valeur germinative ;

- GJM finale = la germination journalière moyenne (finale), calculée en divisant le pourcentage cumulé de germination des graines pleines à la fin de l'essai par le nombre de jours entre le semis et la fin de l'essai ;
- VC = la valeur de crête, qui correspond à la germination journalière moyenne maximale (pourcentage cumulé de germination des graines pleines divisé par le nombre de jours écoulés depuis le semis = la vitesse de germination journalière maximale).

V. Mise en place et conduite de l'essai

1. Dispositif expérimental.

L'essai a été mené selon un dispositif en bloc aléatoire qui comporte un facteur étudié (les populations) et un facteur contrôlé (bloc). L'écartement entre les blocs est de 1.5m et entre les traitements 50 cm.

Les 4 blocs ont été divisés en 14 parcelles élémentaires de 2 m sur 2 m, d'une surface de 4 m². Chaque parcelle est divisée en 4 lignes (Fig. 14). La figure 15 montre une vue générale de la parcelle expérimentale.

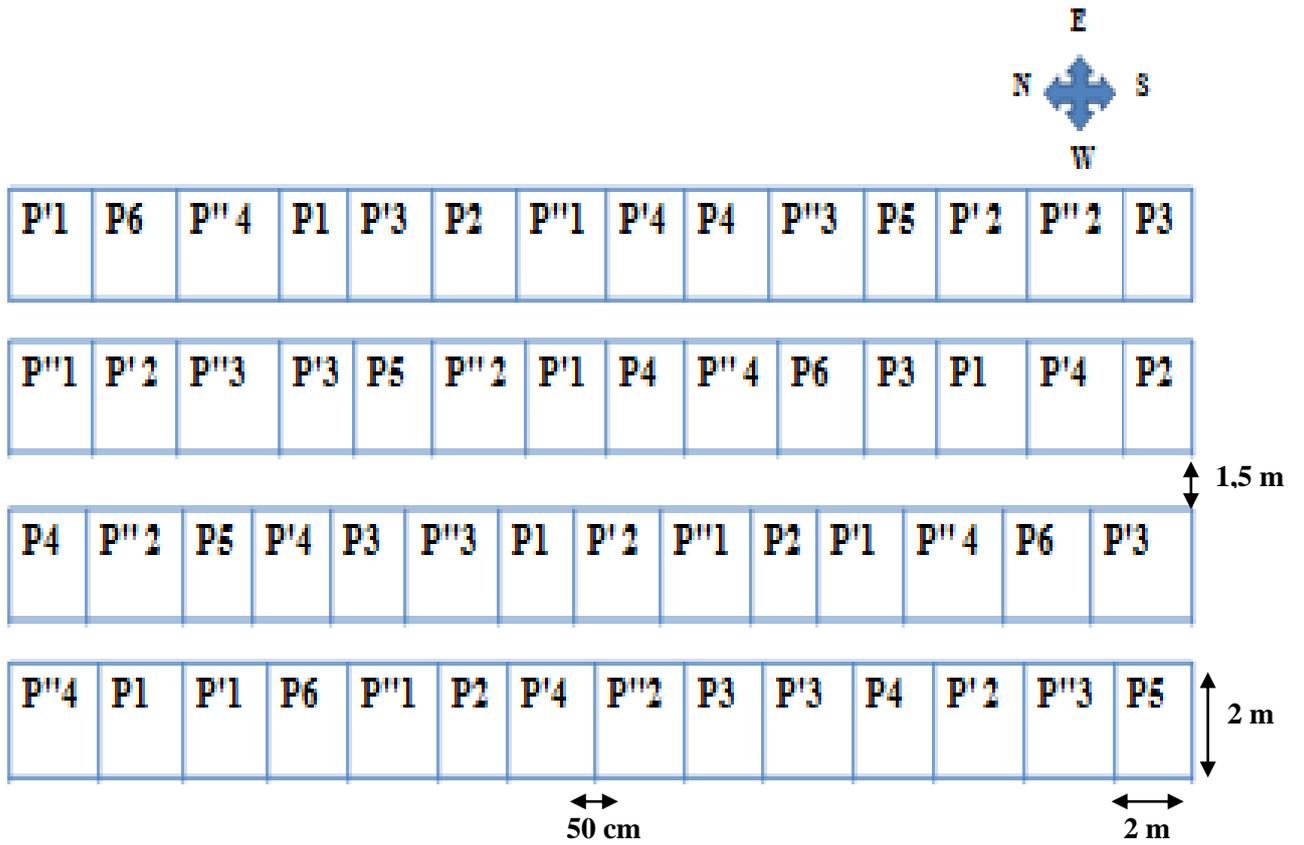


Fig. 14:Schéma du dispositif expérimental de l'essai.



Fig. 15:Vue générale de la parcelle expérimentale.

2. Précédant cultural

L'essai a été effectué sur une parcelle occupée précédemment par une culture d'espèces condimentaires et aromatiques (Carthame, Nigelle, Fenugrec).

3. Préparation du sol

Le premier labour profond du sol a été effectué en fin Septembre 2007 à l'aide d'une charrue à soc ; la reprise du labour a eu lieu le 17 Octobre 2008 à l'aide d'un covercrop, suivie d'un amendement sableux (192 qx /Ha) et de 2 passages de covercrop.

4. Le semis

Le semis manuel a été effectué le 20 Janvier 2009 ; (la date de semis est assez tardive du fait des conditions techniques et climatiques). Les graines ont été semées en ligne, l'écartement entre les lignes est de 40 cm.

- **Le carthame:** le semis est en poquet de 02 graines à une profondeur de 03 cm, chaque ligne comporte 06 poquets, et l'espace est de 25 cm.
- **Le Fenugrec :** la profondeur du semis est de 1 à 3 cm à raison de 80 graines par ligne de 1,40 cm.
- **La Nigelle :** les graines sont préalablement scarifiées à l'aide d'un papier verre. La profondeur de semis est 1 à 3 cm à raison de 100 graines par ligne de 1,40 cm.

5. Déroulement de l'essai

Durant tout le cycle de développement des populations, des attaques de puceron ont été observées sur le fenugrec, les dégâts n'ont été pas enregistrés grâce à la présence des coccinelles.

Par ailleurs, une attaque de mineuse a été observée sur les feuilles du fenugrec (les plants n'ont pas été particulièrement affectés par celle-ci).

Concernant le carthame, les graines sont infectées par l'alternarise (*Alternaria carthami Chowdburly*) avec des dégâts remarquables. On a observé aussi l'attaque de cutworm occidental pâle (*Agrotis orthogonia*) et *Lygus bugs* (Fig. 16).



Fig. 16:Larve de *Lygus bugs* (1) ; Larve de Cutworm occidental pâle (*Agrotis orthogonia*) (2).
(image d'origine).

- L'irrigation est réalisée par un système localisé. Elle a été nécessaire chaque semaine durant le mois de Février et Mars et tous les 3 à 4 jours durant les mois d' Avril, Mai et Juin ;
- On passe régulièrement sur le site d'essai pour faire le désherbage manuel des mauvaises herbes ;
- Le démariage du carthame a été effectué le 29-03-2009, pour ne laisser qu'une plante par poquet.

VI. Les paramètres mesurés et observés

Les caractères notés sont divers (quantitatifs et qualitatifs) et concernent le suivi des différentes phases végétatives et reproductrices.

1. Caractères phénologiques

1.1 Stade levé

Correspondant à la date où 50% de l'effectif a levé. Nous considérons qu'un individu a levé lorsque les cotylédons sont bien ouverts (SOLTNER, 2005).

1.2 Stade pleine levé

Correspondant à la date où 75% de l'effectif a levé (SELLAMNA, 2006).

1.3 Pourcentage de levée

Correspondant au nombre de plants levés par rapport au nombre de graines semées.

1.4 Rosette

Correspondant à la formation de la rosette chez 50% des plantes.

1.5 Formation des branches

Correspondant à la formation des branches chez 50% des plantes.

1.6 Floraison

- **Début floraison** : il est noté à l'apparition des premières fleurs.
- **Pleine floraison** : nous considérons le stade floraison à l'apparition des fleurs sur 50% des plants.
- **Fin floraison** : noté à l'apparition des dernières fleurs.
- **Etalement de floraison** : correspond à la différence entre la fin floraison et le début floraison (en jour).

1.7 Nouaison

Nous considérons le stade nouaison à l'apparition de la première gousse chez le fenugrec.

1.8 Bouton floral

Formation des boutons floraux chez 50% des plantes concernant le carthame et la nigelle.

1.9 Formation des fruits (gousses, capitules et capsules)

Correspondant à la formation des fruits chez 50% des plantes.

1.10 Maturité des fruits (gousses, capitules et capsules)

Correspondant à la date où 50% des plantes ont tous leurs fruits qui ont atteint le stade maturité physiologique.

2. Caractères de développement végétatif

2.1 Dynamique de croissance en hauteur

Elle est évaluée grâce au développement de l'axe principal, dont la hauteur a été mesurée, sur chaque plant (soit 40 plants au hasard) à des intervalles réguliers d'une semaine

- Fenugrec : du 28 Mars au 25 Avril.
- Carthame : du 7 Avril au 03 Mai.
- Nigelle : du 15 Avril au 13 Mai.

2.2 Vitesse de croissance en hauteur

Ce caractère a été donné par la formule suivante (en cm/j) :

$$V = Dy / Dt \text{ (HELLER, 2000)}$$

$$\text{Avec : } Dy = H2 - H1$$

Dt = le nombre de jours entre la première mesure et la dernière mesure.

H1 : la hauteur de la première mesure.

H2 : la hauteur de la dernière mesure.

3. Etude biométrique

Nous avons prélevé les plants sur lesquels a été effectué le suivi de la croissance, soit 40 plant par provenance :

- Nombre de ramifications primaires ;
- Nombre de ramifications secondaires ;
- Nombre de ramifications tertiaires ;
- Nombre de branches par plant ;
- Nombre de gousses sur l'axe principal (chez le fenugrec);
- Nombre total de fruits (gousses, capitules et capsules) par plant ;
- Poids de fruits (gousses, capitules et capsules) par plant.

Sur les mêmes plants, nous avons prélevé aléatoirement 20 plants par population (soit 5 plants par bloc) sur lesquels les caractères biométriques sont observés sur 3 fruits (gousses, capitule et capsules) pris au hasard sur chaque plant (soit 60 fruits par population).

- Longueur du fruit en cm (sans tenir compte du bec pour le fenugrec) (Fig. 17) ;
- Diamètre du fruit en cm (Fig. 17) ;
- Nombre de valves par capsule ;
- Poids des fruits par plant en g ;
- Poids des fleurs par plant en mg (chez le carthame) ;
- Nombre de graines saines par fruit ;
- Nombre de graines infectées (chez le carthame) ;
- Nombre de graines avortées et échaudées par fruit ;
- Nombre total des graines par fruit ;
- Poids frais des graines saines par fruit et le poids des fleurs séchées par fruit ;
- Poids de 1000 graines.

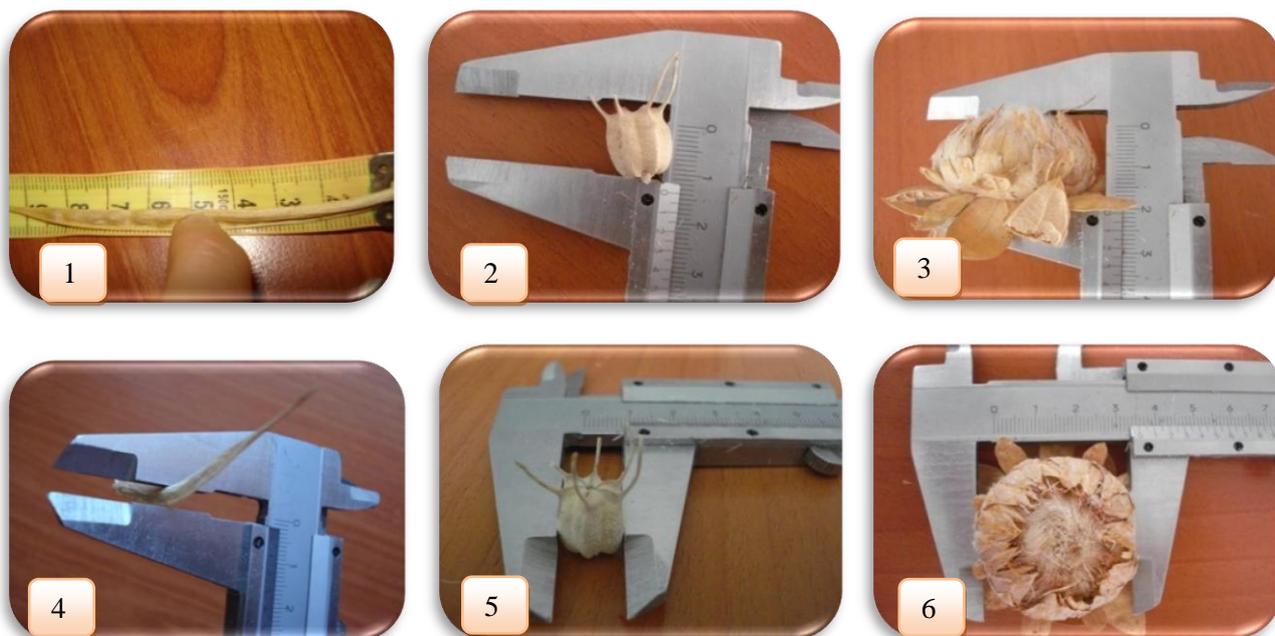


Fig. 17: Mesure de la longueur et du diamètre du fruit [1, 2 et 3 : longueur du fruit de fenugrec, carthame et de la nigelle ; 4, 5 et 6 : diamètre du fruit du fenugrec, du carthame et de la nigelle].

- Rendement estimé en graines et /ou en fleurs parcellaire.

Le rendement est calculé avec la formule du rendement des composantes de rendement (SOLTNER, 2005), selon la formule suivante :

Le rendement en graine estimé par parcelle = Nombre de plants par parcelle × Nombre de fruits par plant
 × Nombre de graines par fruits × poids de 1000 graines.

Le rendement en fleurs estimé par parcellaire = Nombre de plants par parcelle × Poids de fleurs par plant

VII. Méthodes d'analyse statistique

Les données recueillies ont fait l'objet

- d'une analyse de la variance (ANOVA) MINITAB 13;
- Matrice de corrélation (STATISTICA) ;
- Analyse en composantes principales (STATISTICA) ;
- Lorsque des différences apparaissent, on fait une comparaison multiple des moyennes à l'aide du test de NEWMAN ET KEULS au seuil de 5%.

(La matrice de corrélation et l'analyse en composantes principales ont été réalisées sur les caractères de germinations, phénologiques, biométriques et la vitesse moyenne de croissance en hauteur).

Chapitre III : Résultats

FENUGREC (*Trigonella foenum graecum* L.)

I. Germination

1. Vitesse moyenne de germination journalière (VGJ)

Les graines du fenugrec ont toutes germé au bout de 6 jours (Annexe 1), avec la population P1 qui présente la valeur moyenne de la vitesse la plus élevée soit 23,98 graines/jours. Par contre, la population P4 a donné une vitesse moyenne très réduite soit 17,58 graines/jours (Fig. 18).

L'analyse de variance indique une différence hautement significative entre les populations (Annexe 2).

2. Capacité moyenne de germination en (%) (CG)

Il apparaît d'après la figure 19 que la meilleure valeur moyenne de la capacité de germination (99,7%) est enregistrée chez les populations P1 et P3. Alors que la population P4 a un minimum de 88,67% (Fig. 19).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet inter population hautement significatif. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes distincts, le groupe A qui renferme les populations P1, P2, P3, P5 et P6. Le groupe B qui est représenté par la population P4 (Annexe 2).

3. Valeur germinative moyenne (VG)

La valeur germinative moyenne varie d'un maximum de 955,5 pour la population P1 à un minimum de 475,49 chez la population P4 (Fig. 20).

En effet, l'analyse de variance met en évidence une différence très hautement significative entre les populations étudiées. La comparaison des moyennes permet de déceler trois groupes homogènes. Le groupe A regroupe les populations P1 et P3. Le groupe B regroupe les populations P2 et P6 et le groupe C qui est représenté par les populations P4 et P5 (Annexe 2).

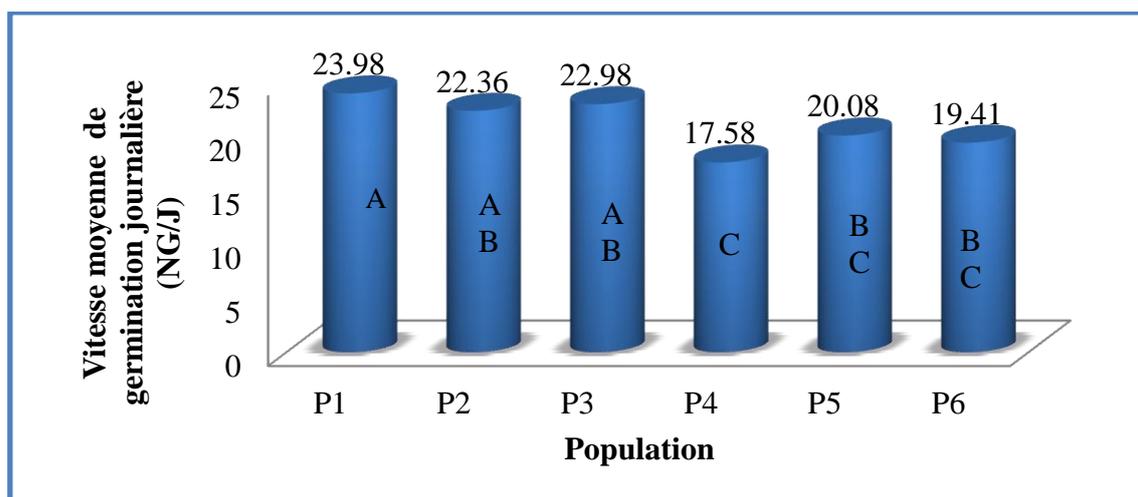


Fig. 18: Vitesse moyenne de germination journalière (Nombre de graines germées/jours).

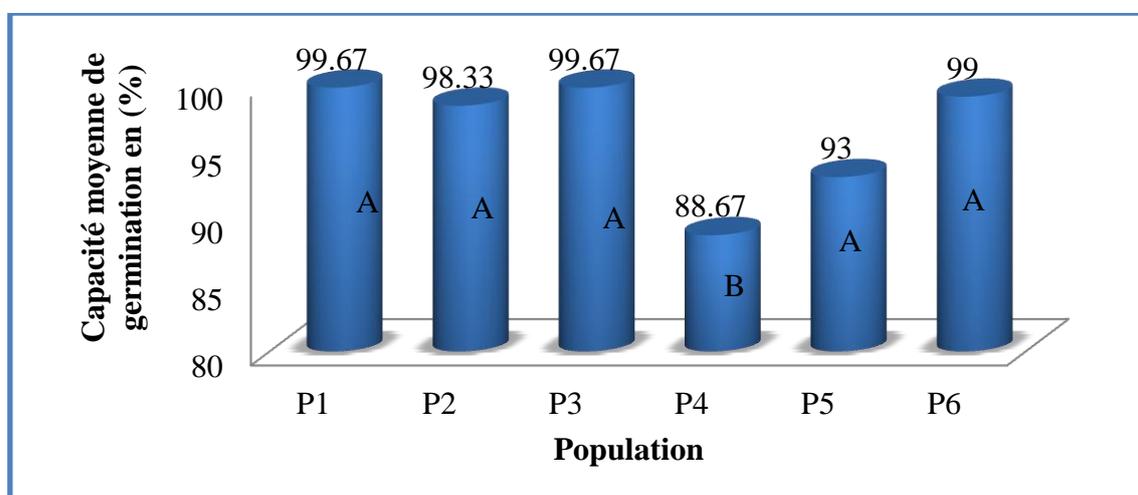


Fig. 19: Capacité moyenne de germination en (%).

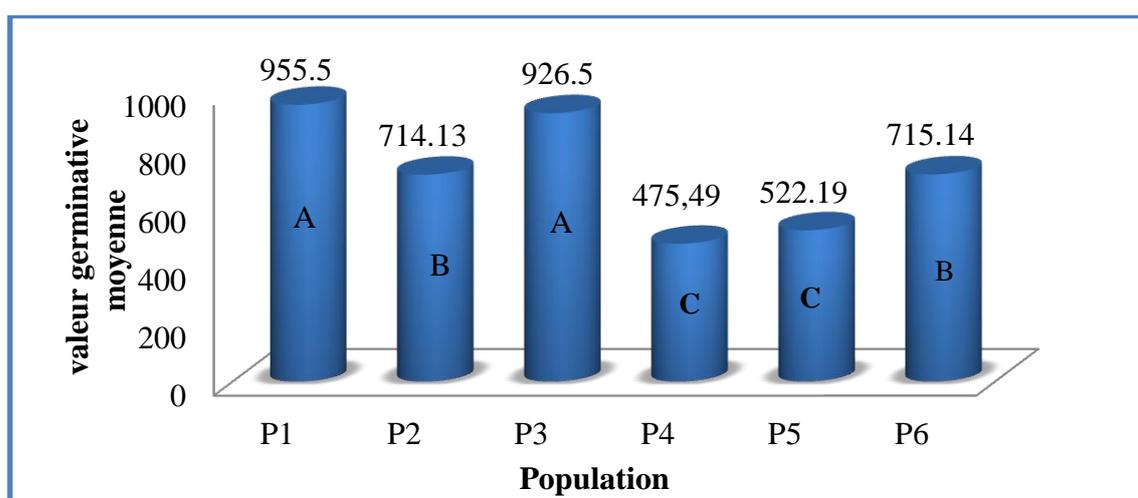


Fig. 20: Valeur germinative moyenne.

II. Caractères phénologiques

1. Levée (L, PL)

Le nombre moyen de jours entre le semis et la levée chez le fenugrec varie de 12 jours à 13,75 jours. L'analyse de variance indique une différence hautement significative entre les populations (Annexe 2). Le test Newman et Keuls fait ressortir trois groupes homogènes. Le groupe A qui renferme la population P4 la plus tardive (13,75 jours) et le groupe C qui présente la population P3 la plus précoce (11,5 jours). Le groupe chevauchant AB renferme les populations P5 et P6 et le groupe chevauchant BC renferme les populations P1 et P2 (Fig. 21).

Concernant le caractère pleine levée, l'analyse de variance montre une différence hautement significative entre les populations (Annexe 2). Il en résulte trois groupes homogènes, les populations P1, P2 et P3 (groupe B) sont caractérisées par la plus courte durée entre le semis et le stade pleine levée (14 jours). Les populations P5 et P6 présentent le nombre moyen de jours le plus élevé entre le semis et la pleine levée soit 18 jours. Par contre, la population P4 n'atteint pas le stade pleine levée (Fig. 21).

2. Pourcentage moyen de levée (PGL)

L'analyse statistique des résultats de ce caractère a révélé une différence très hautement significative entre les populations, avec l'apparition de trois groupes homogènes (Annexe 2). Les valeurs varient entre 92,03% pour le groupe A (P3) et 70,86% pour le groupe C (P4) (Fig. 22).

3. Début floraison (DF), Pleine floraison (PF) et fin floraison (FF)

La figure 23 met en évidence le nombre moyen de jours entre le semis et le début floraison, la pleine floraison et la fin floraison.

Concernant le caractère début floraison, la population P4 est la plus précoce avec 62,5 jours. Par contre, la population P5 est la plus tardive avec 66,25 jours. Le caractère pleine floraison varie de 70 jours pour la population P1 à 72 jours pour les populations P2 et P5. La valeur moyenne du caractère fin floraison la plus importante est enregistrée chez la population P3 avec 97,25 jours.

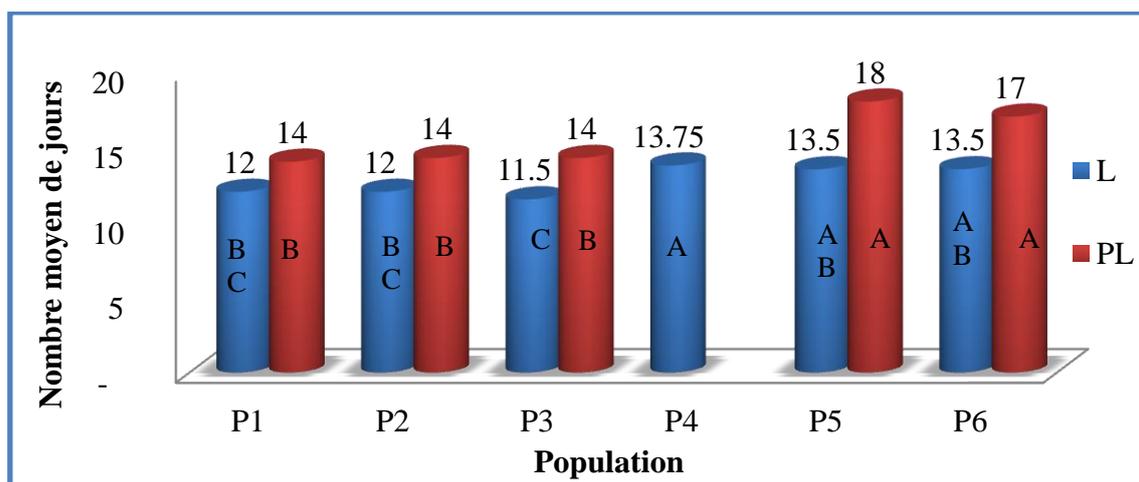


Fig. 21: Nombre moyen de jours entre le semis et la levée et la pleine levée (L : levée ; PL : pleine levée).

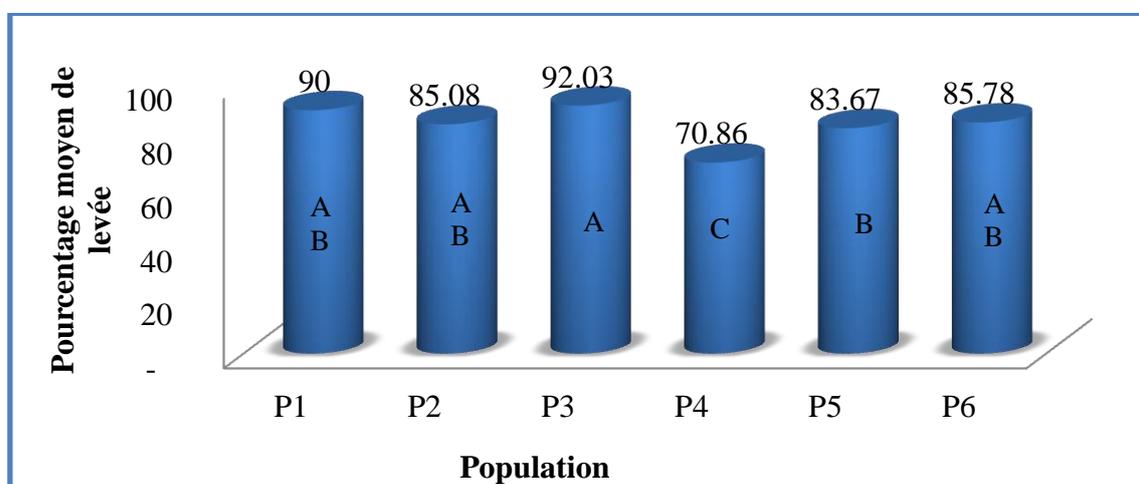


Fig. 22: Pourcentage moyen de levée en (%).

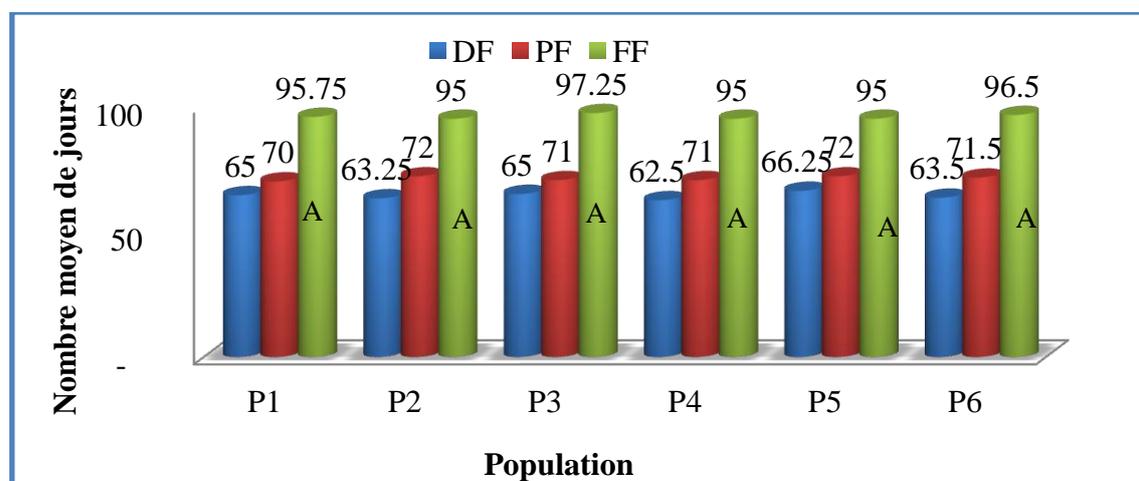


Fig. 23: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade début floraison, pleine et fin floraison (DF : Début floraison ; PF : pleine floraison ; FF : fin floraison).

L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les populations pour les deux caractères (début floraison et pleine floraison). Par contre, la différence est significative entre les populations pour le caractère fin floraison (Annexe 2).

4. Étalement de la floraison (ETF)

L'analyse de variance ne montre aucune différence significative entre les populations concernant ce caractère (Fig. 24 ; Annexe 2).

5. Nouaison (NO)

L'analyse statistique des résultats de ce caractère montre qu'il y a une différence hautement significative entre les populations et permet de distinguer deux groupes homogènes (Annexe 2). Le groupe A regroupe les populations P5 et P6 avec un moyen de 76 jours entre le semis et la nouaison. Le groupe B regroupe les populations P1 et P2 avec respectivement 73 et 72,5 jours et le groupe chevauchant AB qui est représenté par la population P3 (Fig. 25).

6. Formation des gousses (FG)

Le nombre moyen de jours entre le semis et la formation des gousses pour les six populations varie entre 9,51 jours chez les populations P3, P5 et P6 qui sont représentées par le groupe A et 89 jours pour les populations P1 et P4 (groupe B). Le groupe chevauchant AB qui renferme la population P2 présente un moyen de 90 jours (Fig. 26 ; Annexe 2).

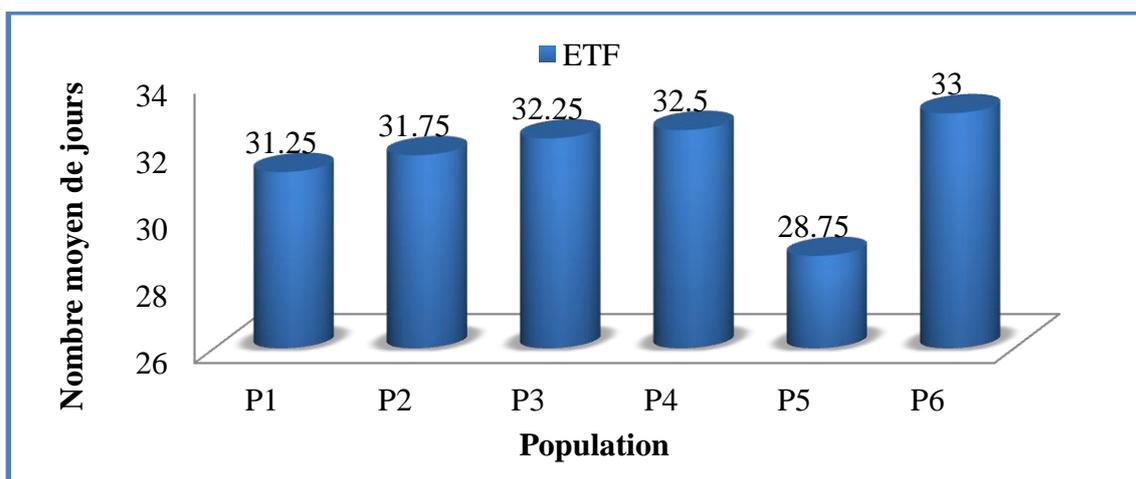


Fig. 24: La durée moyenne de floraison (étalement).

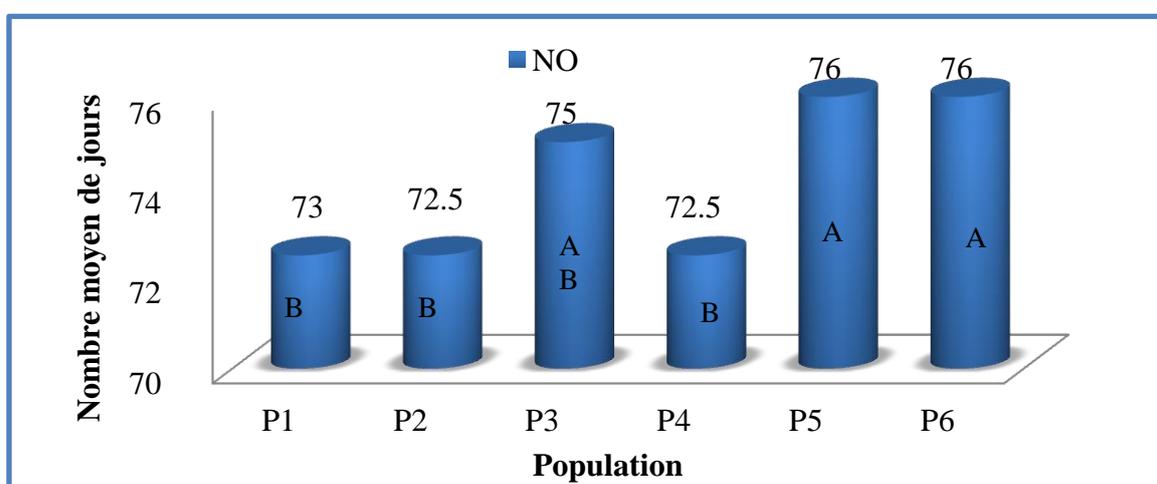


Fig. 25: Nombre moyen de jours entre le semis et la nouaison.

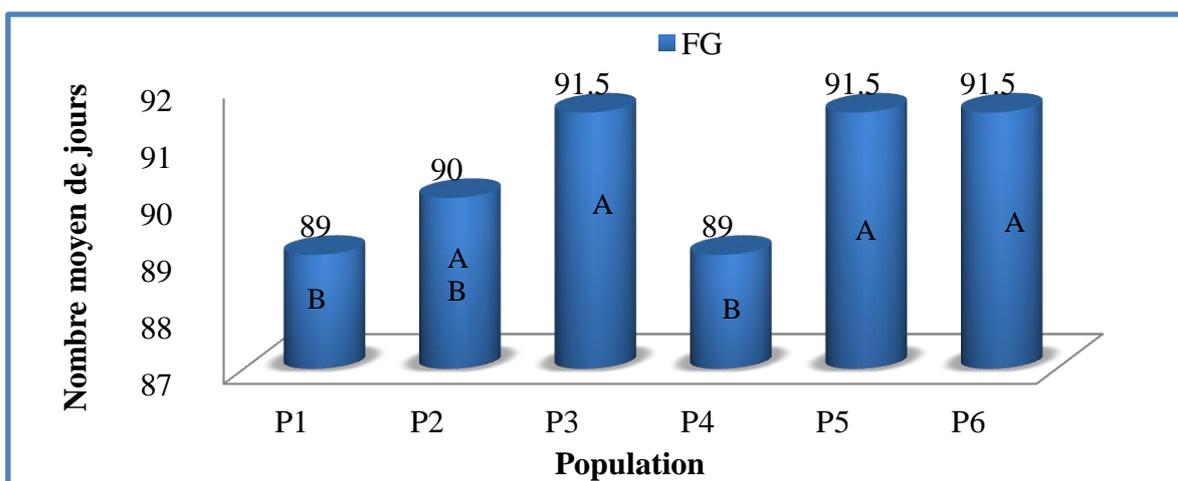


Fig. 26: Nombre moyen de jours entre le semis et la formation des gousses.

7. Maturité des gousses (M)

Concernant ce caractère, l'analyse de variance ne montre aucune différence significative avec une moyenne générale de 124 jours entre le stade semis et le stade maturité des gousses (Fig. 27; Annexe 2).

III. Caractères de développement végétatif

1. Dynamique de croissance en hauteur (DCH)

De la première date de notation jusqu'à la dernière date de notation, les populations P1, P4 et P2 présentent régulièrement les valeurs moyennes de la hauteur les plus importantes par rapports à celles des populations P6, P5 et P3 (Fig. 28).

L'analyse de variance révèle une différence très hautement significative entre les populations pour toutes les dates de notation (Annexe 2).

2. Vitesse moyenne de croissance en hauteur (VCH)

La meilleure vitesse moyenne de croissance est enregistrée par les populations P1 et P4 avec respectivement avec 0,91 et 0,88 cm/j, suivies par la population P2 avec 0,84 cm/j puis par les populations P5, P6 et P3 avec respectivement 0,76. 0,63 et 0,61 cm/j (Fig. 29).

L'analyse de la variance permet de déceler une différence très hautement significative. La comparaison des moyennes a fait apparaître deux groupes homogènes et trois groupes chevauchants (Annexe 2).

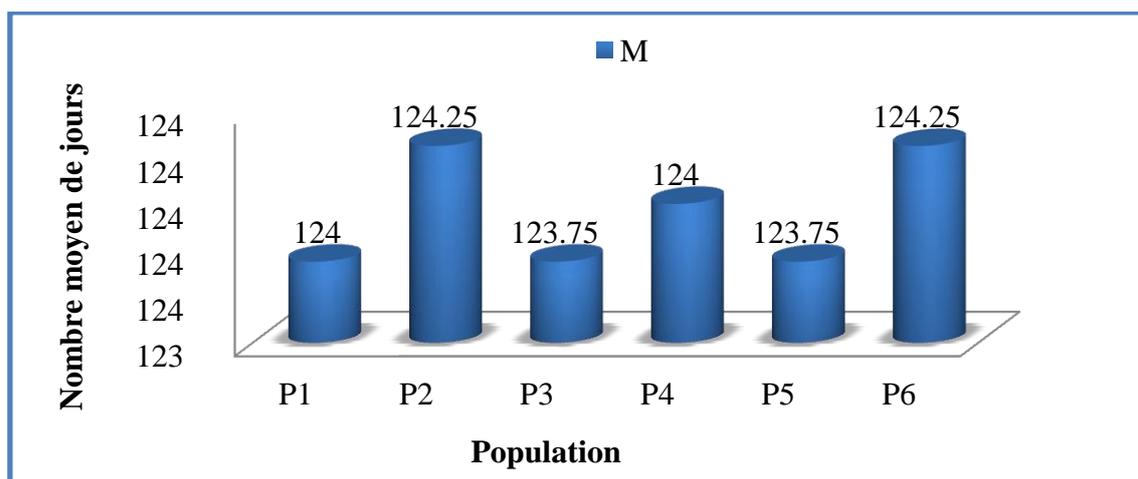


Fig. 27: Nombre moyen de jours entre le semis et la maturité des gousses.

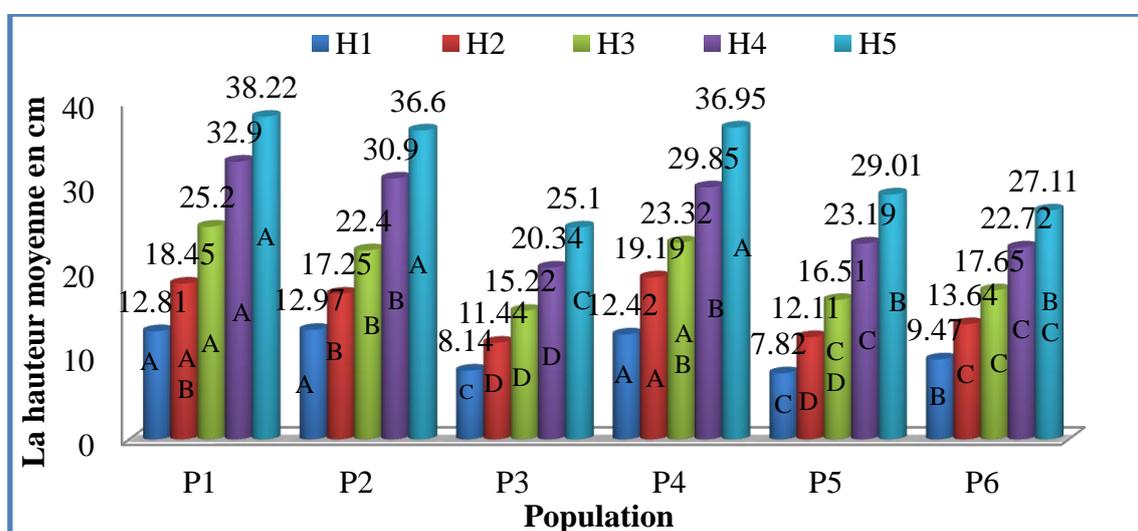


Fig. 28: Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).

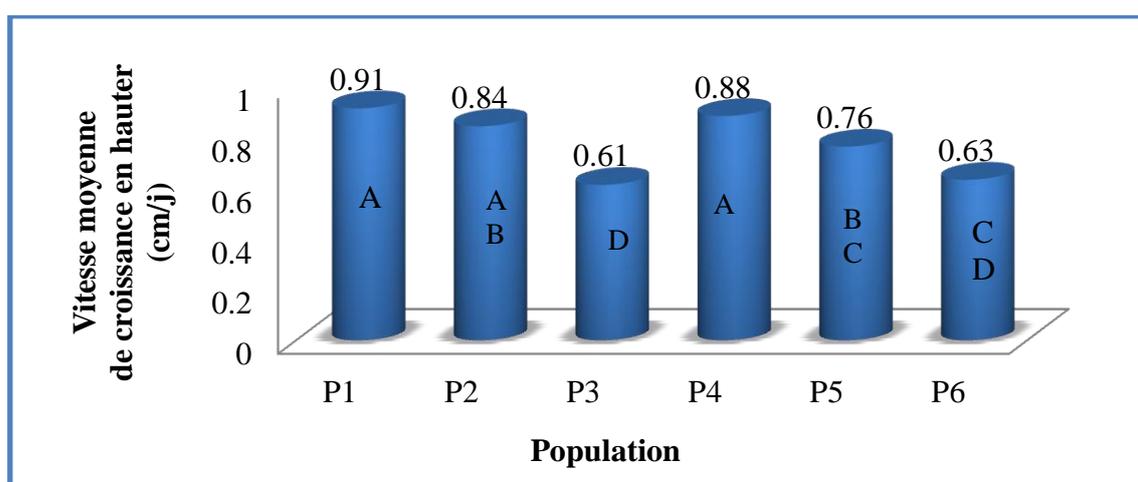


Fig. 29: Vitesse moyenne de croissance (en cm/j).

IV. Etude biométrique

La récolte a été effectuée le 8 juin, après la maturation complète des plants.

1. Nombre moyen de ramifications primaires (NR1)

Les valeurs de ce caractère varient entre 3,35 chez la population P4 et 1,63 pour la population P6.

L'analyse de variance permet de montrer une différence très hautement significative entre les populations (Annexe 2). Après la comparaison des moyennes a mise en évidence divers groupe ; le groupe A qui est représenté par la population P4, le groupe C qui est représenté par les populations P5 et P6 ; les populations P1, P2 et P3 sont représentées respectivement par les groupes chevauchants ABC, AB et BC (Fig. 30).

2. Nombre moyen de ramifications secondaires (NR2)

La moyenne générale des populations de ce caractère est de 0,2 ramifications. L'analyse de variance décèle une différence significative entre les populations (Fig. 30 ; Annexe 2).

3. Nombre moyen total de ramifications (NTR)

Le nombre moyen total de ramification le plus élevé est observé chez la population P4 avec 3,93 ramifications. La moyenne la plus faible est représentée par la population P5 avec 1,95 ramification (Fig. 30).

L'analyse de la variance indique une différence très hautement significative entre les populations avec l'apparition de trois groupes homogènes qui se chevauchent. Le groupe A représente la population P4, le groupe C représente la population P5. Les groupes chevauchants AB et ABC représentent les populations P2 et P1 ; le groupe BC représente les populations P3 et P6 (Fig. 30 ; Annexe 2).

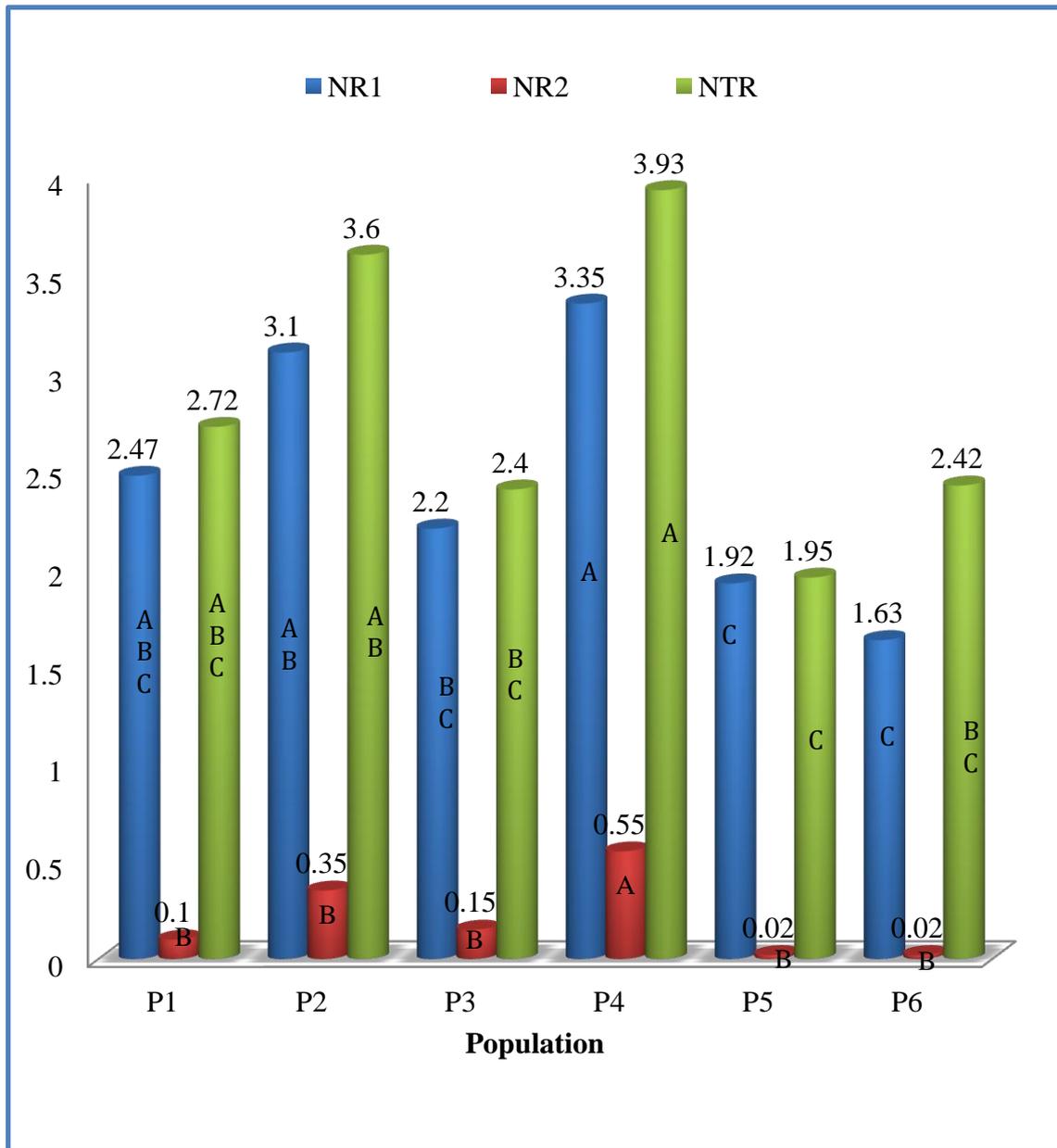


Fig. 30: Nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales.

4. Nombre moyen de gousse sur l'axe principal (NGAP)

La valeur moyenne la plus élevée du nombre de gousse sur l'axe principal est notée chez les populations P5, P2 et P1 avec respectivement 8,6. 8,4 et 8,35. Par contre, la valeur la plus faible est rencontrée chez la population P4, P6 et P3 avec respectivement 6,82. 7,7 et 7,78 (Fig. 31).

L'analyse de variance indique une différence hautement significative entre les populations (Annexe 2). La comparaison des moyennes a permis de distinguer deux groupes homogènes. Le groupe A qui représente les populations P5, P2 et P1. Le groupe B qui est constitué par la population P4 et le groupe chevauchant AB qui représente les populations P3 et P6.

5. Nombre moyen de gousses sur les ramifications primaires (NGR1)

La moyenne générale du nombre de gousses sur les ramifications primaires chez les six populations est de 6,39. L'analyse de variance ne décèle aucune différence significative entre les populations (Fig. 31 ; Annexe 2).

6. Nombre moyen de gousses sur les ramifications secondaires (NGR2)

La moyenne générale de ce caractère est de 0,92. L'analyse de variance n'a indiqué aucune différence significative entre les populations (Fig. 31 ; Annexe 2).

7. Nombre moyen total de gousses (NTG)

Le nombre moyen total de gousses le plus élevée est rencontré chez la population P5 avec une valeur de 16,47, et la valeur la plus faible est rencontrée chez la population P6 avec une valeur de 12,75 (Fig. 31). L'analyse de variance n'a révélé aucune différence significative entre les populations (Fig. 31 ; Annexe 2).

8. Poids moyen de gousses par plants (PGP)

Nous observons que le meilleur poids est enregistré chez la population P1 avec 5,36 g. Alors que le plus faible poids représente la population P3 avec 3,75 g (Fig. 32).

Concernant ce caractère, l'analyse de variance n'a montré aucune différence significative entre les populations (Annexe 2).

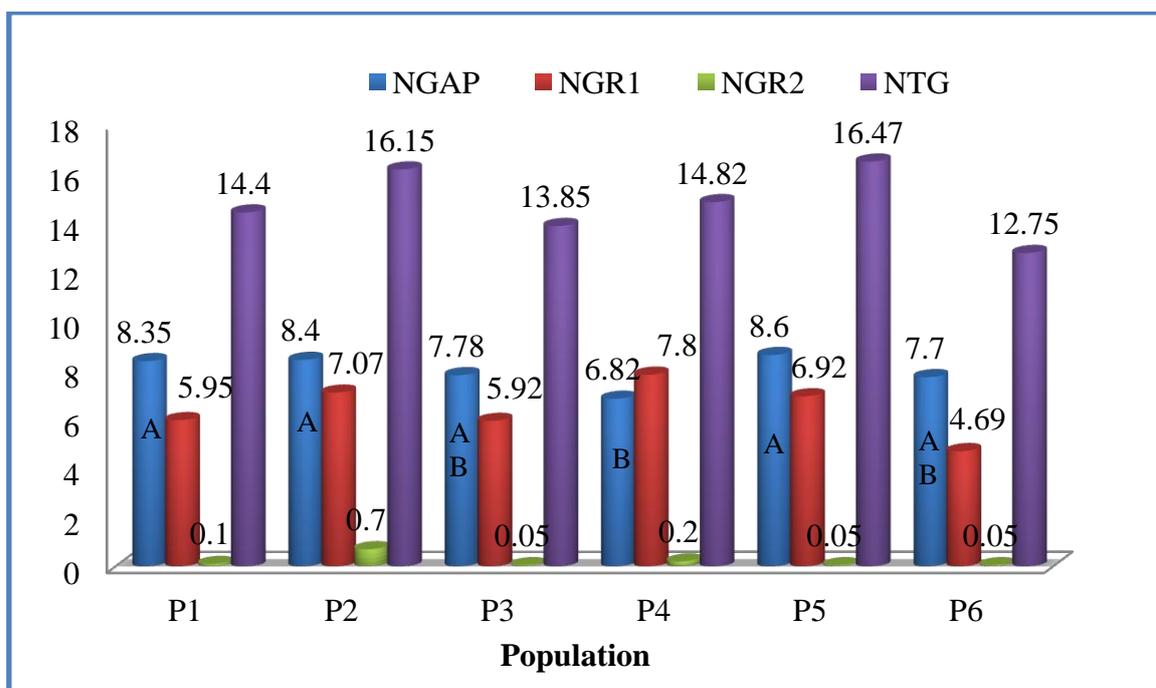


Fig. 31: Nombre moyen total des gousses sur l'axe principale (NGAP), les ramifications primaires (NGR1), les ramifications secondaires (NGR2) et le nombre total par plant (NGT).

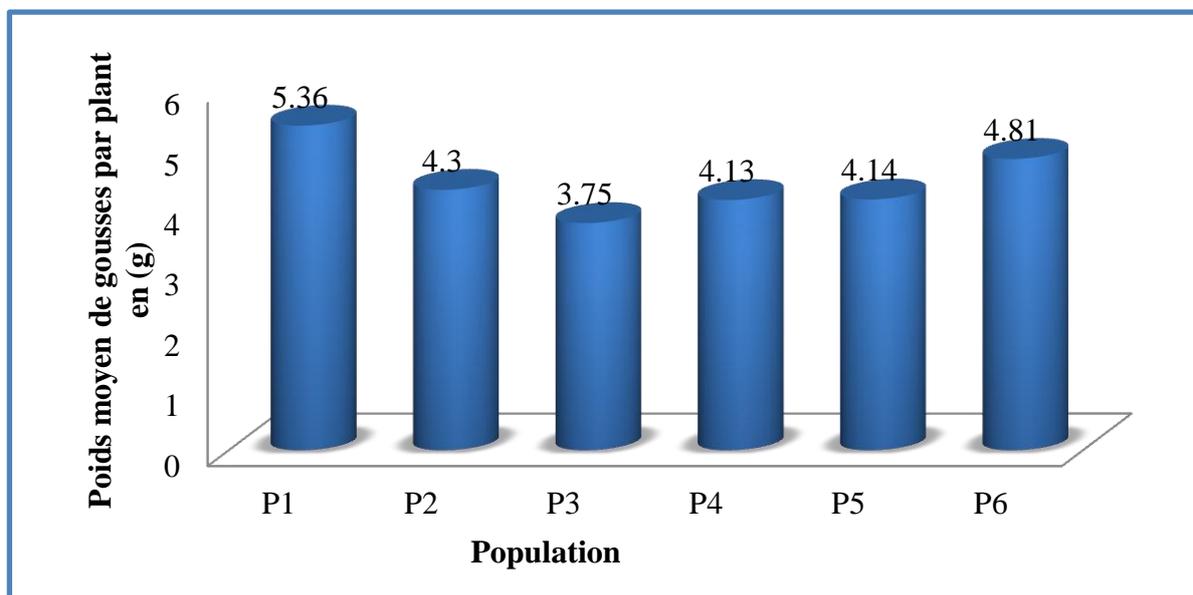


Fig. 32: Poids moyen de gousses par plant en (g).

9. Poids moyen d'une gousse (PG)

L'analyse de variance permet de déceler une différence très hautement significative entre les populations et permet de dégager deux groupes homogènes. Le groupe A est constitué par les populations P6 et P2 avec respectivement 0,46 et 0,42 g. Le groupe B est représenté par les populations P1, P3, P4 et P5 avec respectivement 0,36, 0,36, 0,37 et 0,33 g (Fig. 33; Annexe 2).

10. Poids moyen des graines saines par gousse (PGRSG)

La valeur la plus importante de ce caractère est enregistrée par la population P6 avec 0,3 g et la valeur la plus faible est celle de la population P5 avec 0,17 g (Fig. 33).

L'analyse de variance permet de déceler une différence très hautement significative. La comparaison des moyennes a fait apparaître trois groupes homogènes (Annexe 2).

11. Longueur moyenne de la gousse (LG)

La population P6 présente la longueur moyenne de la gousse la plus importante avec 10,85 cm ; par contre, la population P3 montre la valeur la plus faible de la longueur de la gousse avec 9,08 cm (Fig. 34).

L'analyse de variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les populations. Aussi la comparaison des moyennes réalisée permet de déterminer trois groupes qui se chevauchent (Annexe 2).

12. Diamètre moyen de la gousse (DG)

L'analyse de variance de ce caractère indique une différence significative entre les populations et permet de faire ressortir deux groupes homogènes. Le groupe A est constitué par les populations P6 et P2, et le groupe B est représenté par la population P3. Les populations P1, P4 et P5 sont regroupées dans le groupe chevauchant AB (Fig. 35 ; Annexe 2).

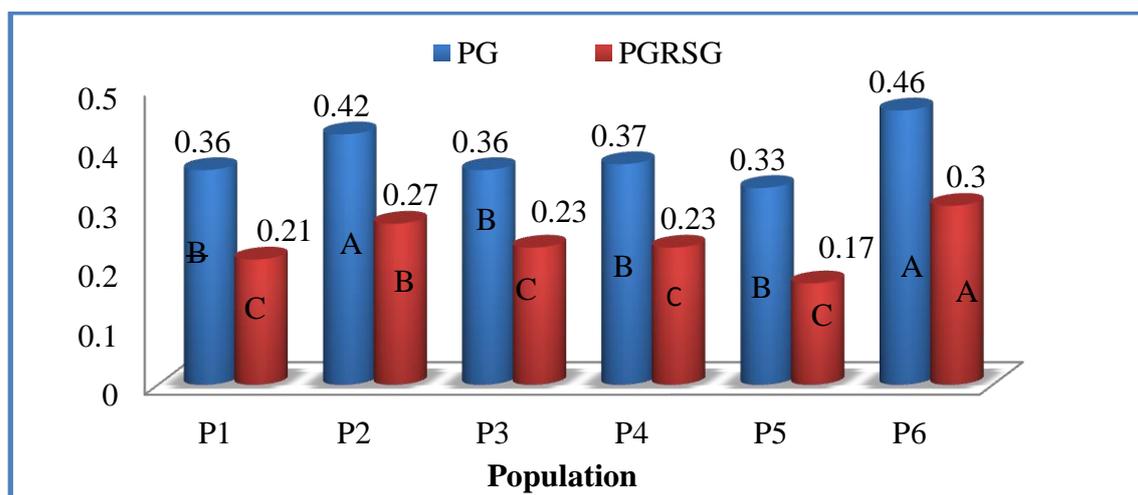


Fig. 33: Poids moyen d'une gousse (PG) et de graines saines par gousse (PGRSG) en (g).

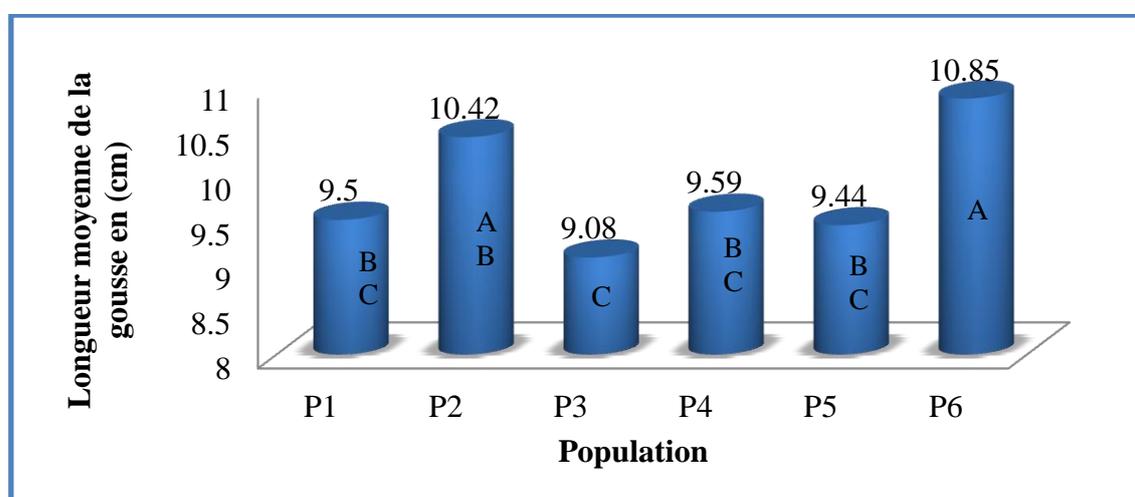


Fig. 34: Longueur moyenne de la gousse en cm.

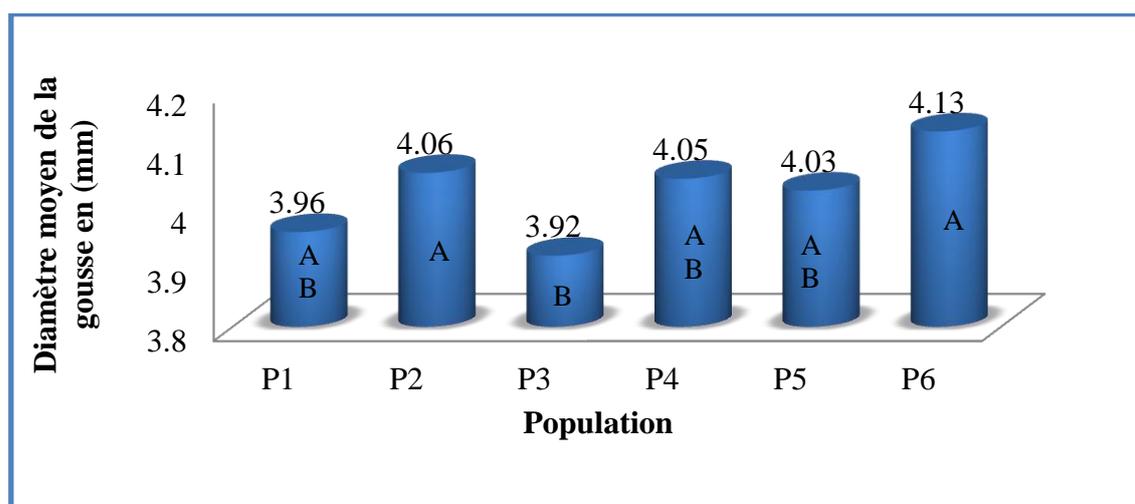


Fig. 35: Diamètre moyen de la gousse en (mm).

13. Nombre moyen total de graines par gousse (NTGR)

La moyenne de ce caractère varie de 16,9 pour la population P2 à 13,86 pour la population P5.

L'analyse de variance montre une différence très hautement significative entre les populations (Annexe 2). La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes homogènes. Le groupe A qui est représenté par la population P2 ; le groupe B qui est représenté par les populations P1, P3, P4, P5 et P6 (Fig. 36).

14. Nombre moyen de graines saines par gousse (NGRS)

Les résultats sont présentés dans la figure 36 ; l'analyse de variance montre une différence très hautement significative entre les populations étudiées (Annexe 2). Le test Newman et Keuls a décelé quatre groupes homogènes. Les groupes B et C se chevauchent. La population P2 est caractérisée par la valeur moyenne la plus élevée soit 15,57 graines. Par contre La population P5 est caractérisée par la valeur moyenne la plus faible soit 9,58 graines.

15. Nombre moyen de graines avortées et échaudées par gousse (NGRAE)

L'analyse de variance permet de déceler une différence très hautement significative entre les populations et permet de dégager deux groupes homogènes. Le groupe A est constitué par la population P5 avec 4,1. Le groupe B est représenté par les populations P1, P2, P3, P4 et P6 avec respectivement 2,05. 1,33. 1,63. 2,4 et 1,13 graines avortées et échaudées (Fig. 36 ; Annexe 2).

16. Poids moyen de 1000 graines (P1000)

La valeur moyenne générale du poids de mille graines est de 18,25 g, avec la population P6 qui présente le meilleur poids (22,32 g). Par contre la population P3 a donné le poids moyen le plus faible (16,4 g) (Fig. 37).

L'analyse de variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les populations Aussi la comparaison des moyennes réalisée permet de déterminer trois groupes homogènes (Fig. 37 ; Annexe 2).

17. Rendement moyen en graines estimé par parcelle (RGP)

Le rendement moyen en graines estimé par parcelle est un caractère non variable entre les populations étudiées.

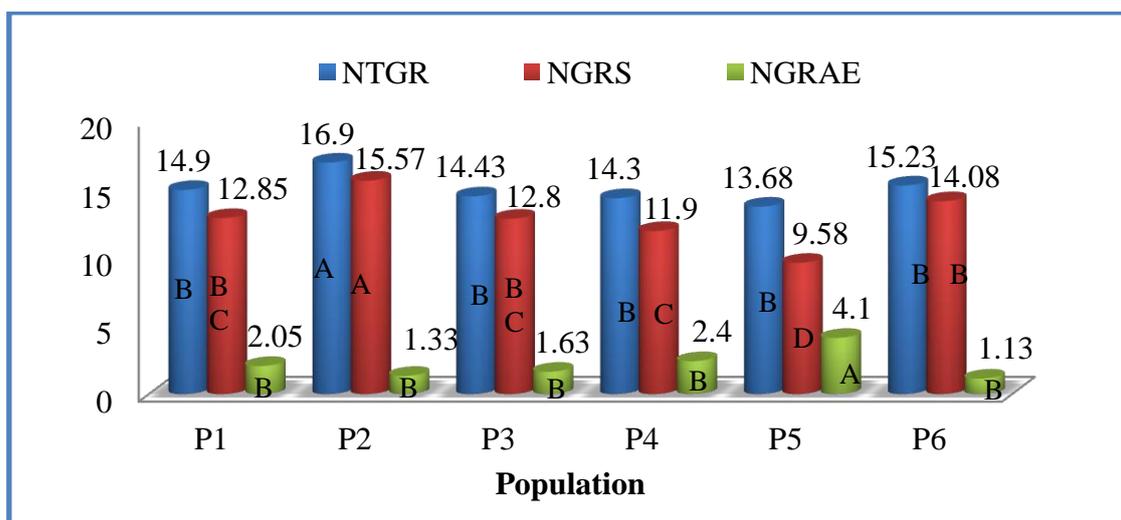


Fig. 36: Nombre moyen de graines (total, saines, avortées et échaudées) par gousse.

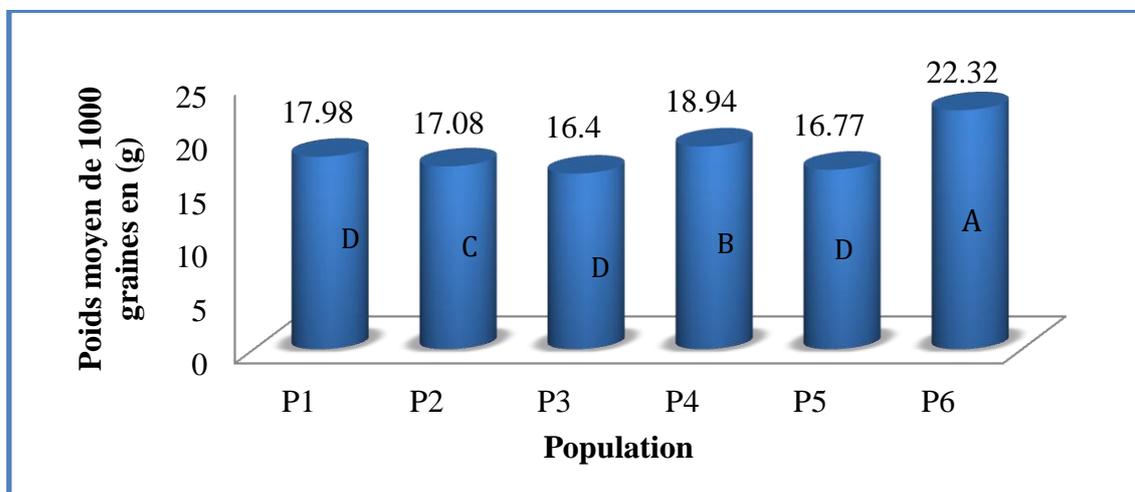


Fig. 37: Poids moyen de 1000 graines en (g).

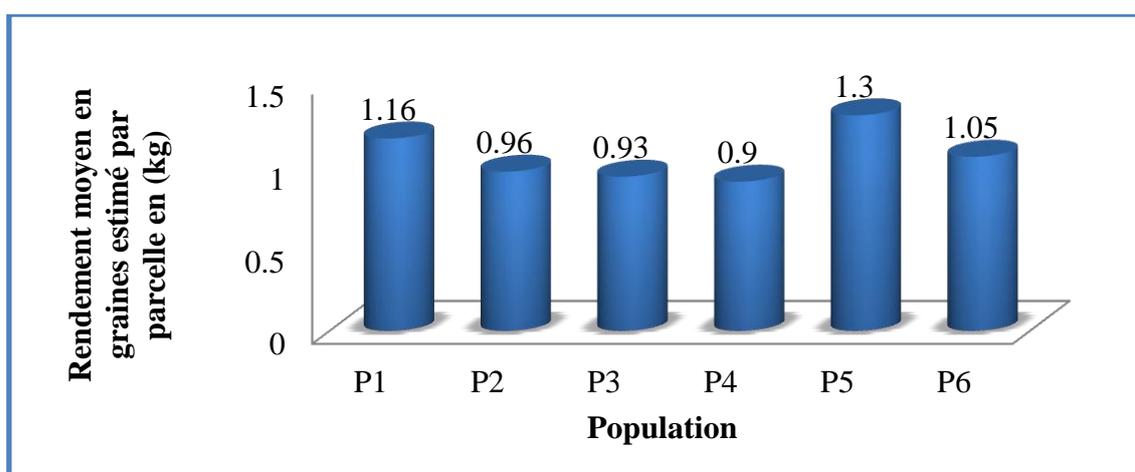


Fig. 38: Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).

L'analyse de variance de ce caractère indique une différence non significative entre les populations (Fig. 38 ; Annexe 2).

V. Matrice des corrélations

D'après la matrice de corrélation entre les variables (Annexe 3), on remarque :

- Des corrélations positives entre les caractères : vitesse moyenne de germination, capacité moyenne de germination, valeur germinative moyenne, pourcentage moyen de levée, mais ces caractères sont corrélés négativement au stade levé ;
- La valeur germinative moyenne est corrélée positivement avec le pourcentage moyen de levé, le stade fin floraison et négativement au nombre moyen de graines sur l'axe principal ;
- La capacité moyenne de germination est corrélée positivement avec le stade fin floraison, nombre moyen de gousses sur l'axe principal et de graines saines, et négativement au nombre moyen de ramifications secondaires et le nombre de gousses sur ces ramifications ;
- Le stade pleine levée est corrélé positivement avec le pourcentage moyen de levée, début floraison, nouaison, formation des gousses, nombre moyen de graines sur l'axe principal, rendement moyen estimé en graines et négativement au nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, avec le nombre moyen de graines sur les ramifications primaires ;
- Les populations tardives à la floraison, à la nouaison, à la formation de gousses, présentent un nombre moyen de gousses sur l'axe principale, des graines avortées et échaudées et le rendement moyen parcellaire estimé en graines élevés ; mais elles ont un nombre moyen de jours entre le stade semis et le stade maturité, une durée de floraison, un nombre moyen de ramifications primaires, secondaires, totales, le total de graines et de graines saines, un poids moyen de la gousse, de graines saines et de 1000 graines et la longueur d'une gousse faibles ;
- Le pourcentage de levée est corrélé positivement avec le stade début floraison, nombre moyen de gousses sur l'axe principal et négativement au nombre de ramifications primaires, secondaires et totales et le nombre moyen de gousses sur les ramifications primaires ;

- Le stade fin floraison est corrélé positivement avec le stade formation de gousses et négativement à la vitesse moyenne de croissance en hauteur, nombre moyen de ramifications primaires, nombre moyen de gousses par plant et sur les ramifications primaires ; il est corrélé aussi avec le nombre de graines avortées et échaudées et le rendement moyen estimé en graines ;
- Des corrélations positives entre les caractères, nombre moyen de ramifications primaires, totales, de gousses sur les ramifications primaires et secondaires ; mais ces caractères sont corrélés négativement au nombre moyen de gousses sur l'axe principal ;
- Le poids moyen d'une gousse chez les populations étudiées est corrélé positivement avec le poids moyen des graines saines par gousse, longueur et diamètre moyens de la gousse, le nombre moyen totale de graines, le nombre moyen de graines saines, poids de 1000 graines et négativement au nombre de graines avortée et échaudées.

Des corrélations significatives de signe négatif entre :

- Le stade nouaison, formation des gousses et la vitesse de croissance en hauteur, nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, le nombre moyen de gousses sur les ramifications primaires ;
- La durée de floraison, le nombre moyen de gousses sur l'axe principal et le nombre moyen total de gousses.

Des corrélations significatives de signe positif entre :

- Le stade pleine floraison et le stade formation de gousses, maturité, longueur de la gousse, rendement moyen estimé en graines ;
- Le nombre moyen de graines avortées et échaudées et le rendement parcellaire moyen estimé en graines ;
- Le stade maturité, la durée de floraison et le nombre moyen de graines sur les ramifications secondaires ;
- La vitesse de croissance en hauteur et le nombre moyen de ramifications primaires, secondaires, totales, nombre moyen de graines sur les ramifications secondaires et nombre moyen total de graines ;
- Le rendement moyen parcellaire estimé en graines et le poids moyen de 1000 graines.

VI. Analyse en composantes principales

Les variations expliquées par les axes principaux sont respectivement de 30,69% de l'information par le premier axe, 28,68% par le deuxième axe, 18,09% par le troisième, 15,15% par le quatrième et enfin 7,12% par le cinquième axe. Le plant 1-2 fournit le maximum d'information (30,69% plus 28,68%) environ 60%.

L'observation de la figure 39, nous fait remarquer que l'axe 1 est déterminé positivement par un ensemble de variables qui sont respectivement :

- Début floraison ;
- Pourcentage de levée ;
- Le stade pleine levée ;
- Le stade nouaison ;
- Le stade formation des gousses ;
- Nombre de gousses sur l'axe principal ;
- Le rendement parcellaire estimé en graines.

Et négativement par les variables :

- Nombre moyen total de ramifications ;
- Nombre moyen de ramifications secondaires et primaires ;
- Le stade maturité ;
- Etalement de la floraison ;
- Poids moyen de graines saines par gousse ;
- Nombre moyen de graines sur les ramifications secondaires ;
- Diamètre moyen de la gousse et le poids moyen d'une gousse ;
- Nombre moyen de graines saines et le nombre moyen total de graines ;

- La longueur moyenne d'une gousse.

L'axe 2 est déterminé positivement par :

- Nombre moyen de graines sur les ramifications primaires ;
- Nombre moyen de graines avortées et échaudées ;
- Nombre moyen total des gousses ;
- Vitesse moyenne de croissance en hauteur et le nombre moyen de ramifications primaires.

Et négativement par :

- La capacité de germination ;
- Le poids moyen de graines saines par gousse et le poids d'une gousse ;
- Le stade fin floraison et étalement de floraison ;
- Longueur moyenne de la gousse, valeur germinative, et le pourcentage de levée ;
- Poids moyen de 1000 graines.

Selon le nuage des individus projetés le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2, nous remarquons la dispersion des six populations selon quatre groupes (Fig. 40).

Le groupe 1, formé par la population P5, s'étire vers le coté positive de l'axe 1 et de l'axe 2, s'oppose à la population P4 (groupe 2) qui développe un nombre moyen important de ramifications primaires, secondaires et totales ; mais P5 est plus précoce à la floraison, elle est plus sensible à l'avortement et l'échaudage et donne un rendement moyen parcellaire plus élevé que la population P4.

La population P6 est caractérisée par des valeurs élevées de durée de floraison, de poids moyen des gousses par plant et de graines saines, du nombre moyen de graines saines, de la longueur d'une gousse ; mais elle se caractérise par un nombre moyen faible de ramifications primaires, secondaires et totales plus faibles que la population P4.

Le groupe 4 qui est formé par les populations P1, P2 et P3 prend une position centrale et peut être considéré comme représentatif des populations intermédiaires.

Ces résultats confirment ceux obtenus par l'analyse de variance.

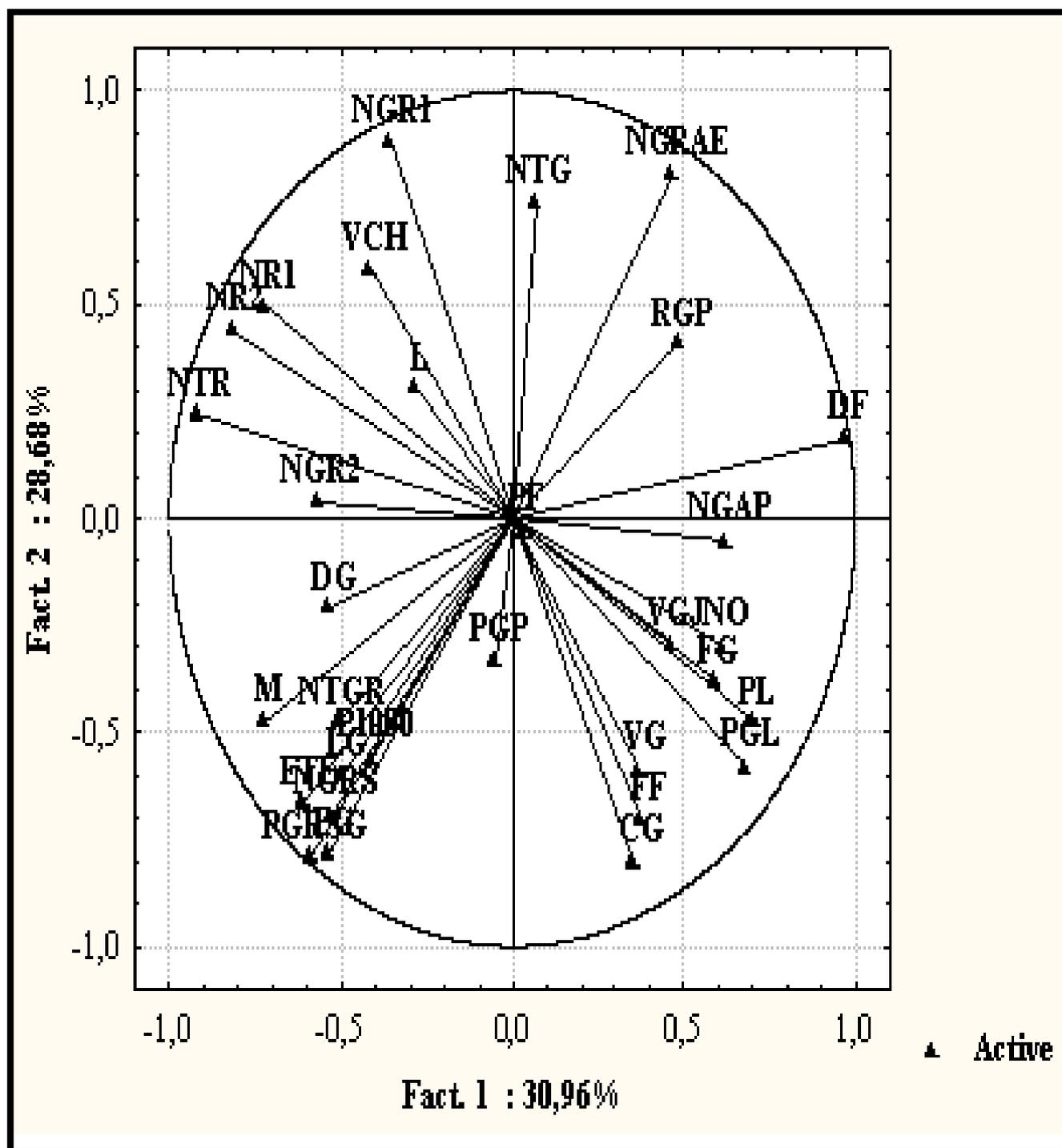


Fig. 39:Analyse en composante principale : projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (*Trigonella foenum graecum* L.).

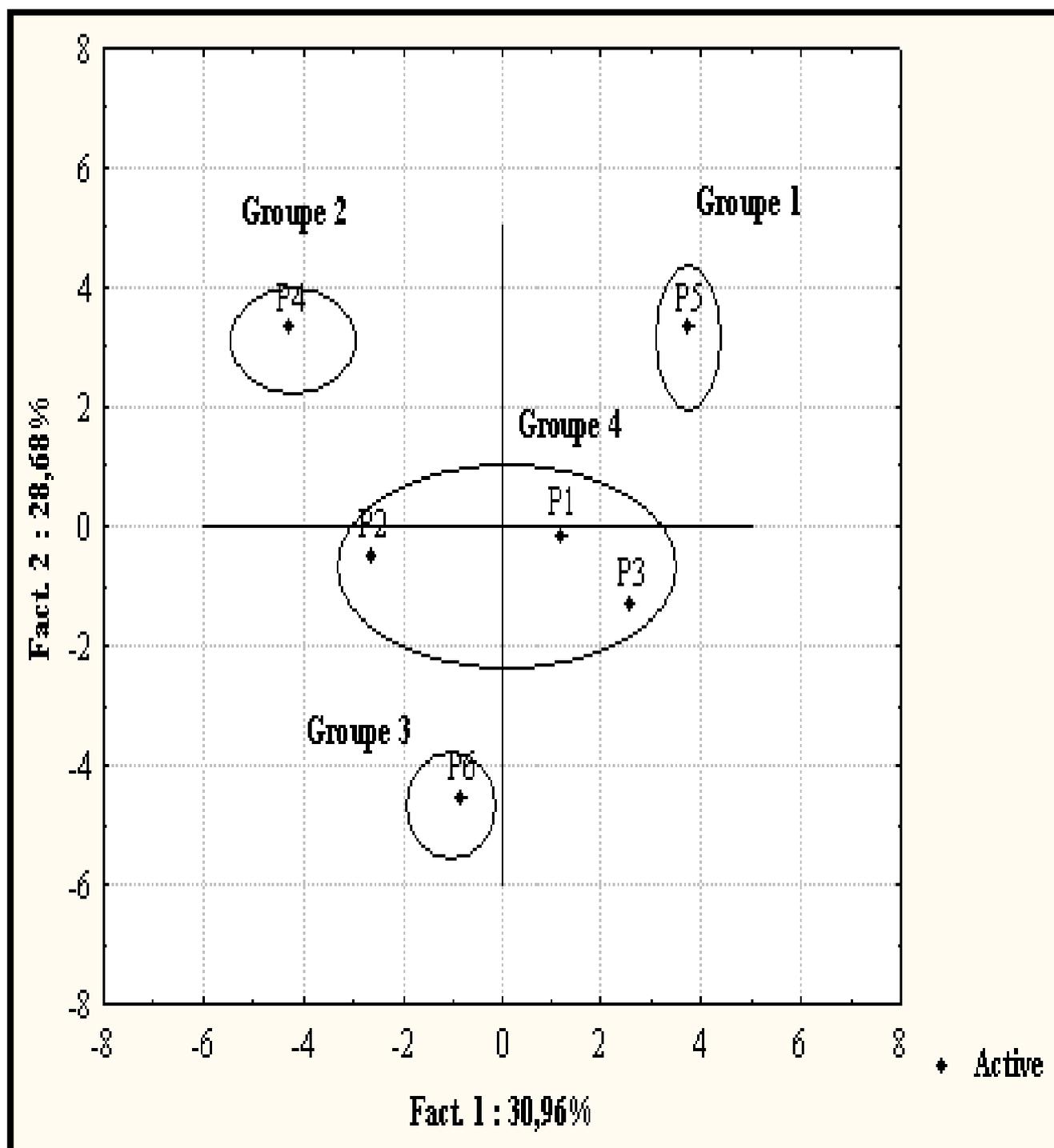


Fig. 40:Analyse en composante principale : projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (*Trigonella foenum graecum* L.).

CARTHAME (*Carthamus tinctorius* L.)

I. Germination

1. Vitesse moyenne de germination journalière (VGJ)

La germination des graines a duré 5 jours chez toutes les populations (Annexe 5). La population P'3 présente une vitesse moyenne de germination plus élevée avec 18,14 graines/jours. Par contre, la population P'4 a enregistré une vitesse moyenne très réduite avec 4,6 graines/jours (Fig. 41).

L'analyse de variance indique une différence très hautement significative entre les populations. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes distincts ; le groupe A qui renferme la population P'3 et le groupe B qui représente les populations P'1, P'2 et P'4 (Annexe 6).

2. Capacité moyenne de germination en (%) (CG)

La capacité moyenne de germination la plus élevée est enregistrée par la population P'3 avec 92%. Par contre, la population P'4 présente la capacité moyenne la plus faible (46%) (Fig. 42).

L'analyse de variance confirme l'existence d'un effet inter populations hautement significatif. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes distincts ; le groupe A qui renferme les populations P'3 et P'1 et le groupe B qui représente les populations P'2 et P'4 (Annexe 6).

3. Valeur germinative moyenne (VG)

La population P'3 possède la valeur germinative moyenne la plus élevée avec une moyenne de 536,29. Alors que celle ayant la plus faible valeur germinative correspond à la P'4 avec une moyenne de 84,37 (Fig. 43).

L'analyse de variance montre une différence hautement significative entre les populations étudiées. La comparaison des moyennes permet de donner deux groupes homogènes. Le groupe A représente la population P'3 et le groupe B regroupe les populations P'1, P'2 et P'4 (Annexe 6).

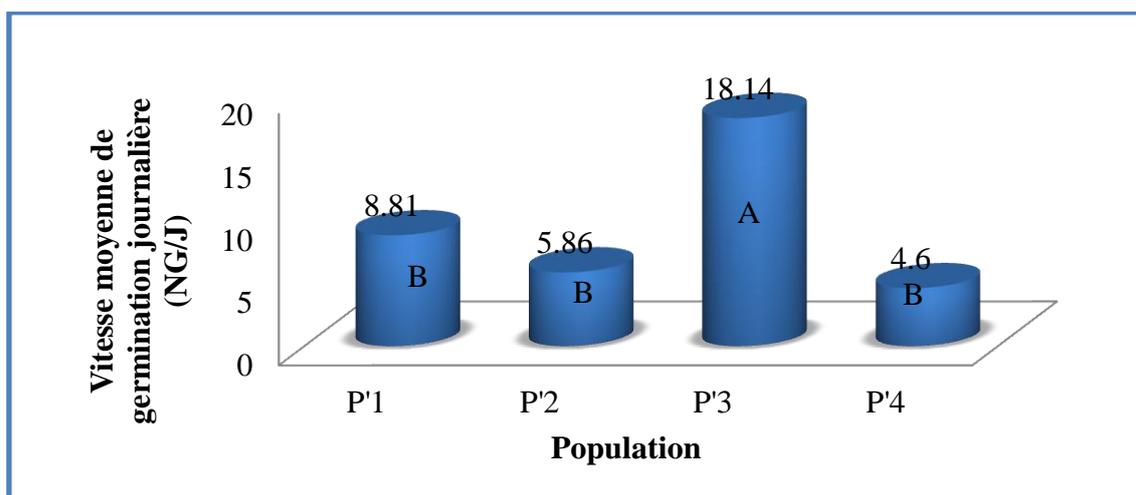


Fig. 41: Vitesse moyenne de germination journalière (Nombre de graines germées/jours).

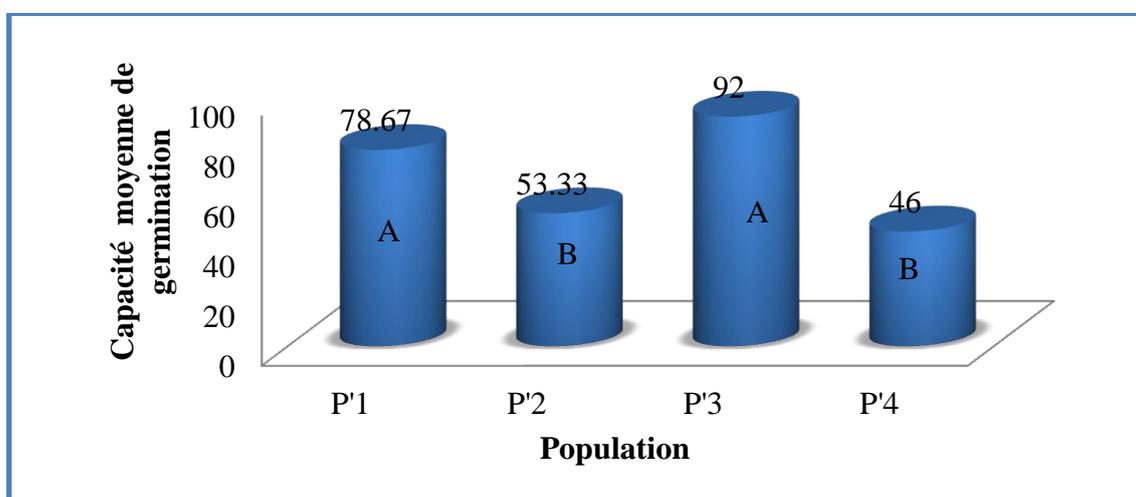


Fig. 42: Capacité moyenne de germination en (%).

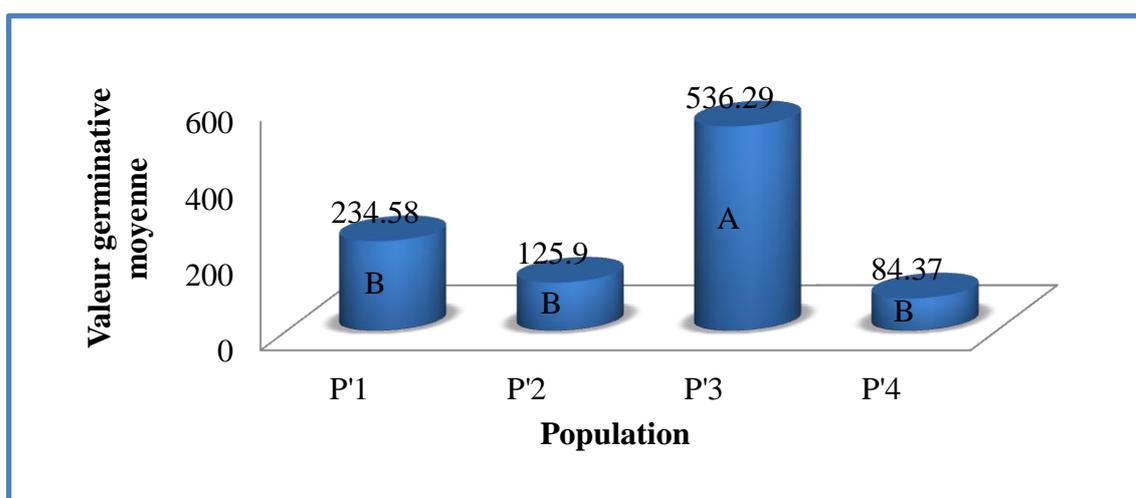


Fig. 43: Valeur germinative moyenne.

II. Caractères phénologiques

1. Levée (L, PL)

Le nombre moyen de jours entre le semis et la levée chez le carthame varie de 11,75 jours à 17 jours ; la population P'4 présente le nombre de jours le plus élevé avec 17 jours, suivie par la population P'1 avec 13,75 jours, puis les populations P'3 et P'2 avec respectivement (12,75 et 11,75 jours) (Fig. 44).

Concernant le caractère pleine levée, la population P'4 présente le nombre moyen de jours le plus élevé entre le semis et la pleine levée avec 22,5 jours ; alors que les populations P'3e présente le nombre moyen de jours le plus faible entre le semis et la pleine levée avec 14,25 jours. Par contre la population P'2 n'atteint pas le stade pleine levée (Fig. 44).

L'analyse de variance du caractère levée et pleine levée n'a indiqué aucune différence significative entre les populations (Annexe 6).

2. Pourcentage moyen de levée (PGL)

L'analyse de variance de caractère n'a montré aucune différence significative entre les populations (Fig. 45 ; Annexe 6).

3. Rosette (R)

La moyenne générale est de 33,62 jours entre le semis et le stade rosette. L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les populations (Fig. 46 ; Annexe 6).

4. Formation de branches (FB)

La moyenne générale est de 58,87 jours entre le semis et le stade formation de branches. L'analyse de variance n'a révélé aucune différence significative entre les populations (Fig. 46; Annexe 6).

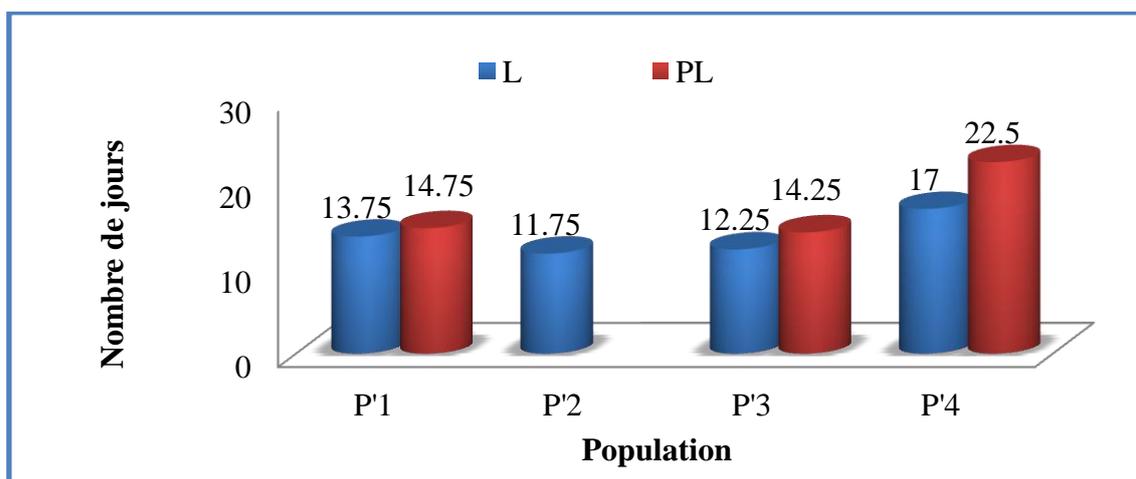


Fig. 44: Nombre moyen de jours entre le semis et la levée (L) et la pleine levée (PL).

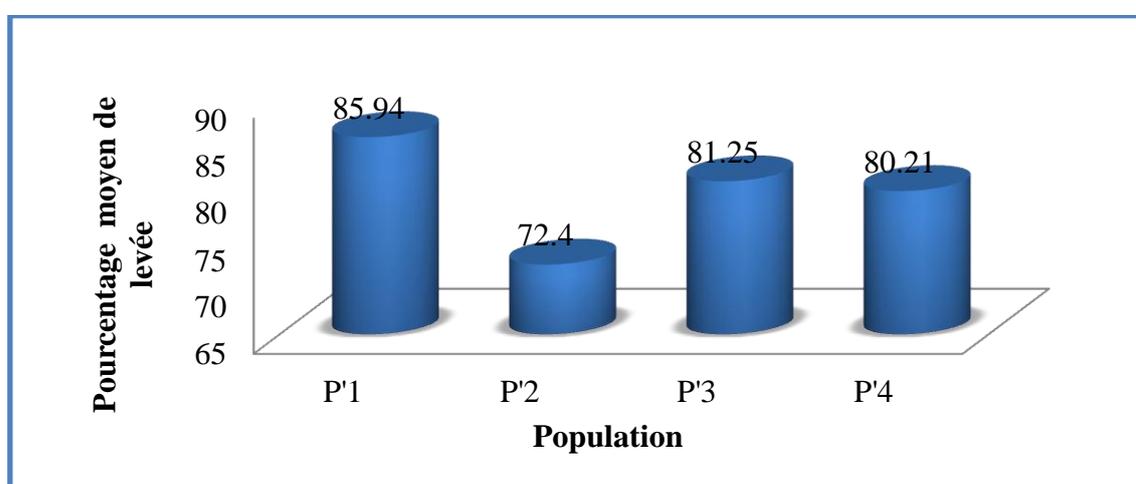


Fig. 45: Pourcentage moyen de levée en (%).

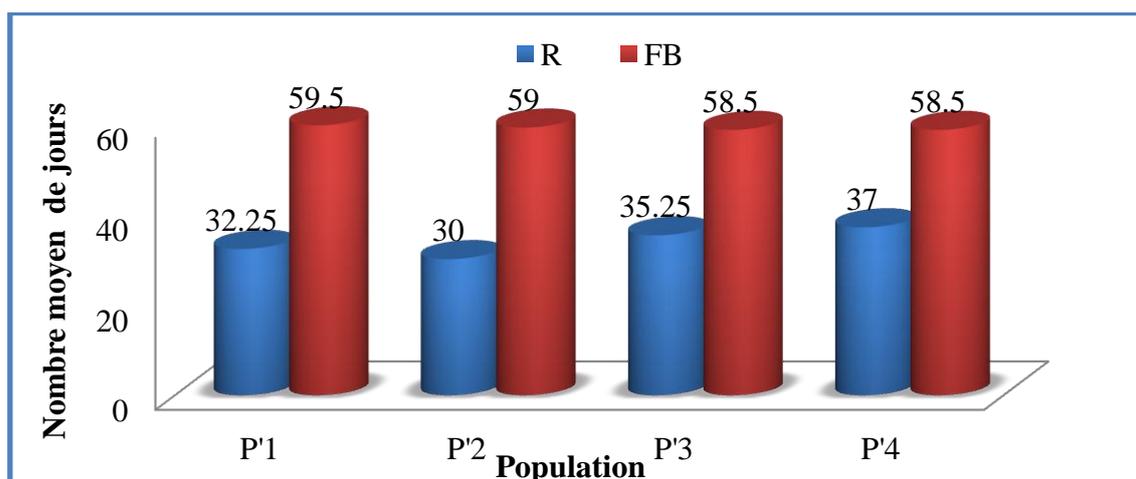


Fig. 46: Nombre moyen de jours entre le semis, le stade rosette (R) et le stade formation de branches (FB).

5. Bouton floral (BF)

L'analyse de variance ne montre aucune différence significative entre les populations concernant ce caractère. Le moyen générale entre le semis et le stade bouton floral est de 76,87 jours (Fig. 47 ; Annexe 6).

6. Floraison : Début floraison (DF), Plein floraison (PF) et fin floraison (FF)

Le nombre moyen de jours entre le semis et le stade début floraison varie d'un maximum de 94 jours pour les deux populations P'2 et P'4 à un minimum de 90 jours pour les populations P'1 et P'3.

Le nombre moyen de jours entre le semis et le stade pleine floraison oscille de 101 jours pour les populations P'1, P'2 et P'4 et 98 jours pour la population P'3.

Le nombre moyen de jours entre le semis et le stade fin floraison est assez homogène pour toutes les populations (Fig. 47).

L'analyse de variance ne montre aucune différence significative entre les populations pour les caractères, début floraison, pleine floraison et fin floraison (Annexe 6).

7. Étalement de la floraison (ETF)

L'analyse de variance décèle une différence significative entre les populations. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes homogènes (Fig. 48 ; Annexe 6).

8. Maturité des capitules (M)

L'analyse de variance ne décèle aucune différence significative entre les populations concernant ce caractère ; ce qui suggère une égalité entre les moyennes obtenues (Fig. 49 ; Annexe 6).

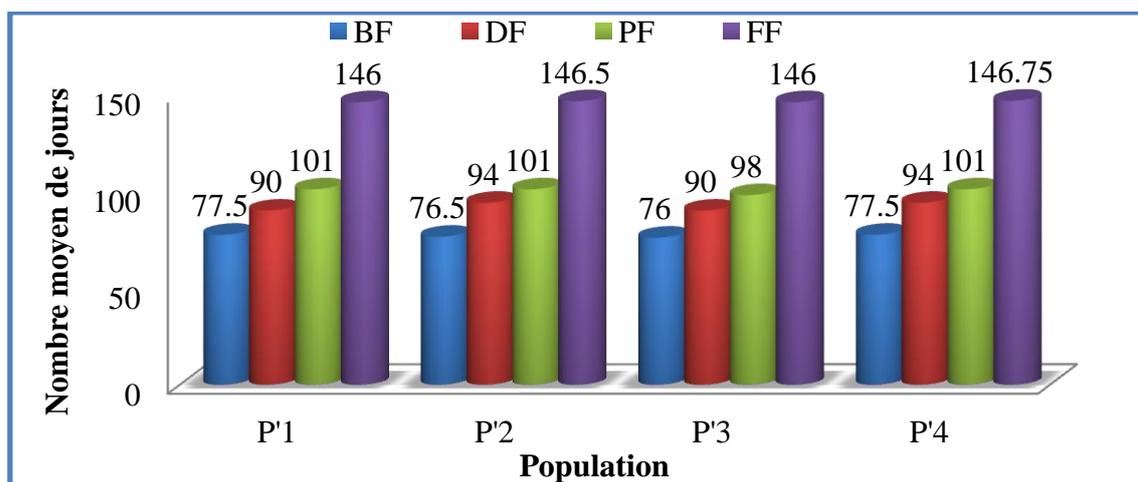


Fig. 47: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade bouton floral (BF), début floraison (DF), pleine floraison (PF) et fin floraison (FF).

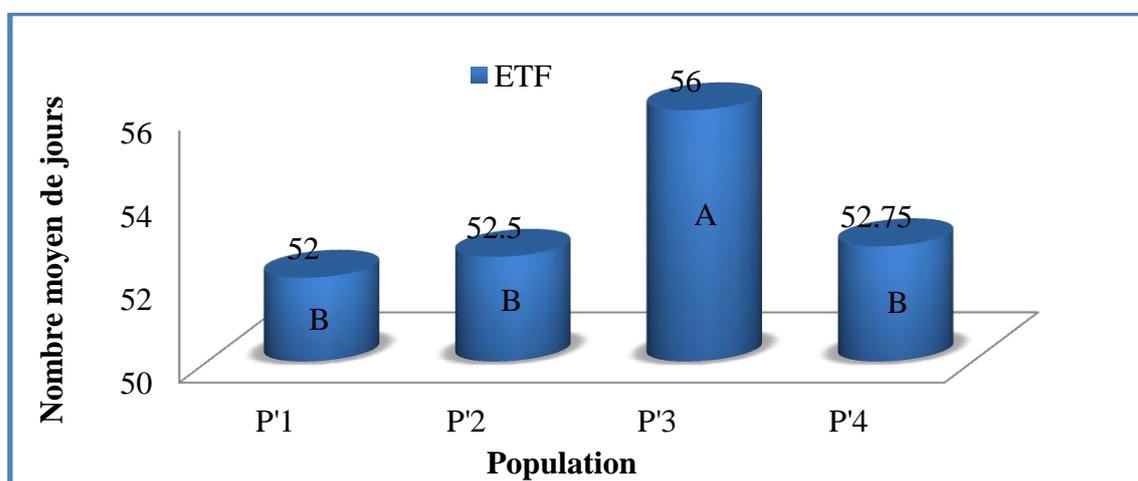


Fig. 48: La durée moyenne de floraison (étalement).

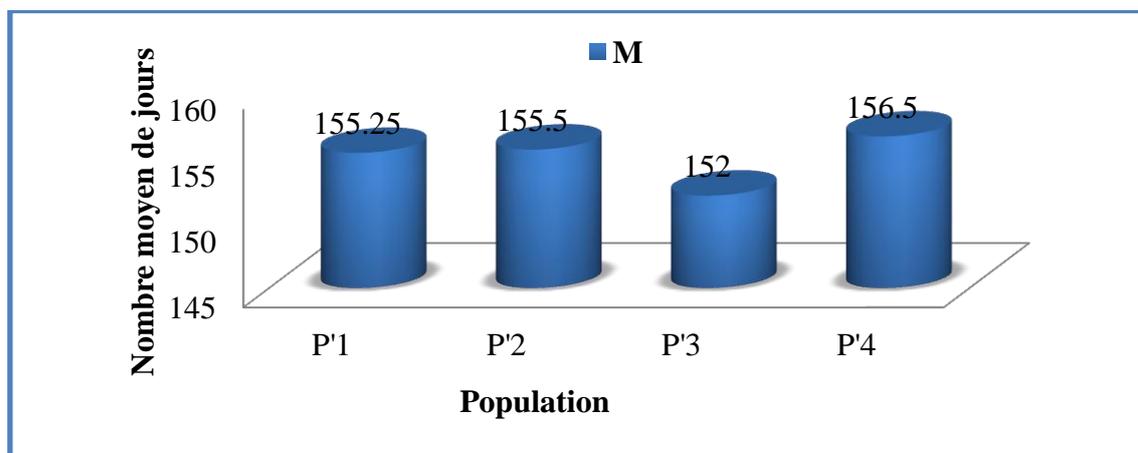


Fig. 49: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade maturité des capitules.

III. Caractères de développement végétatif

1. dynamique de croissance en hauteur (DCH)

A la première date de notation et jusqu'à la troisième date de notation, les populations P'3, P'4, P'1 et P'2 présentent un développement régulier.

A partir de la quatrième date de notation et jusqu'à la dernière date de notation, les populations P'4, P'2 présentent les valeurs de croissance les plus importantes par rapport à celles des populations P'1 et P'3 (Fig. 50).

L'analyse de variance a donné une différence très hautement significative entre les populations pour la première date de notation, hautement significative pour la deuxième date et non significative pour la quatrième et la cinquième date de notation (Annexe 6). La comparaison des moyennes permet d'y déceler deux groupes homogènes A et B qui se chevauchent pour la première et la deuxième date de notation (Fig. 50 ; Annexe 6).

2. Vitesse moyenne de croissance en hauteur (VCH)

L'analyse de variance met en évidence des différences très hautement significatives entre les populations (Annexe 6). La comparaison des moyennes permet de déceler deux groupes homogènes. Le groupe A qui renferme les populations P'1, P'2, P'4 avec respectivement 2,49, 2,47 et 2,46 cm/j. Le groupe B qui renferme la population P'3 avec 2,22 cm/j (Fig. 51).

IV. Etude biométrique

La récolte a été effectuée le 1 juillet, après la maturation complète des plants.

1. Nombre moyen de branches par plant (NBP)

L'analyse de variance indique des différences hautement significatives entre les populations (Annexe 6). La comparaison des moyennes à partir de test Newman et keuls permet de déceler deux groupes qui se chevauchent. Le groupe A qui renferme la population P'3, avec 19,17 branches. Le groupe B qui représente la population P'4 avec 15,47 branches et le groupe AB qui renferme les populations P'1, P'2, avec respectivement 16,95 et 17,52 branches (Fig. 52).

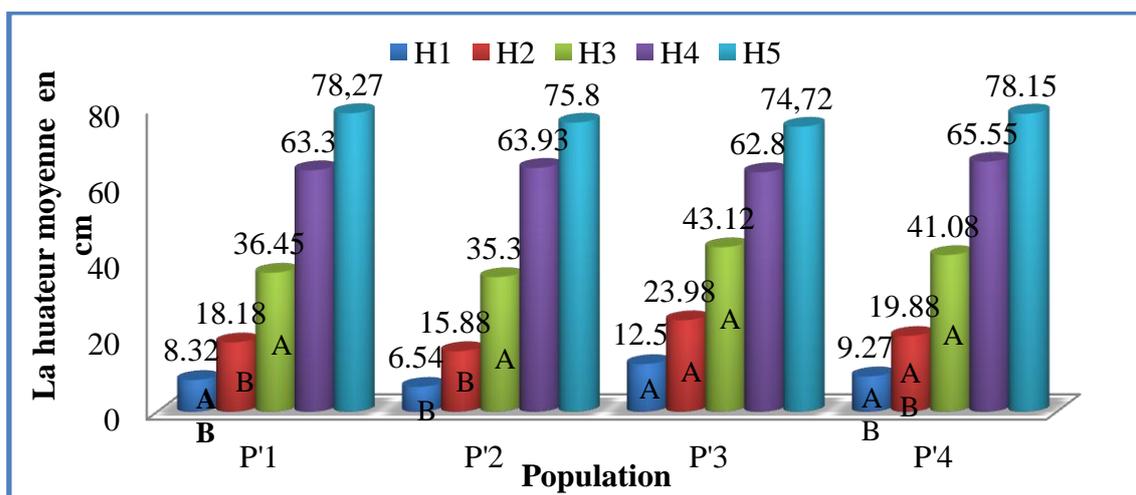


Fig. 50: Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).

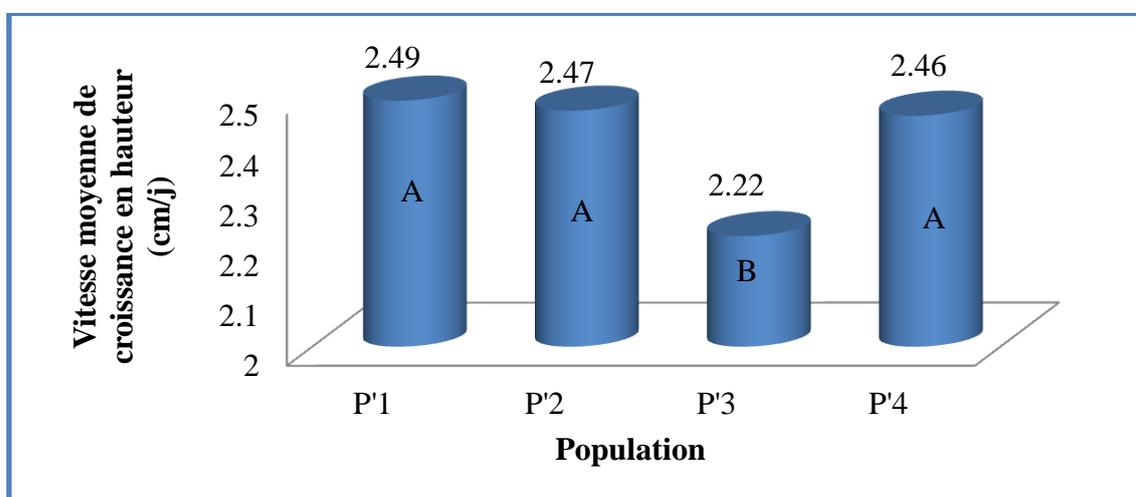


Fig. 51: Vitesse moyenne de croissance en (cm/j).

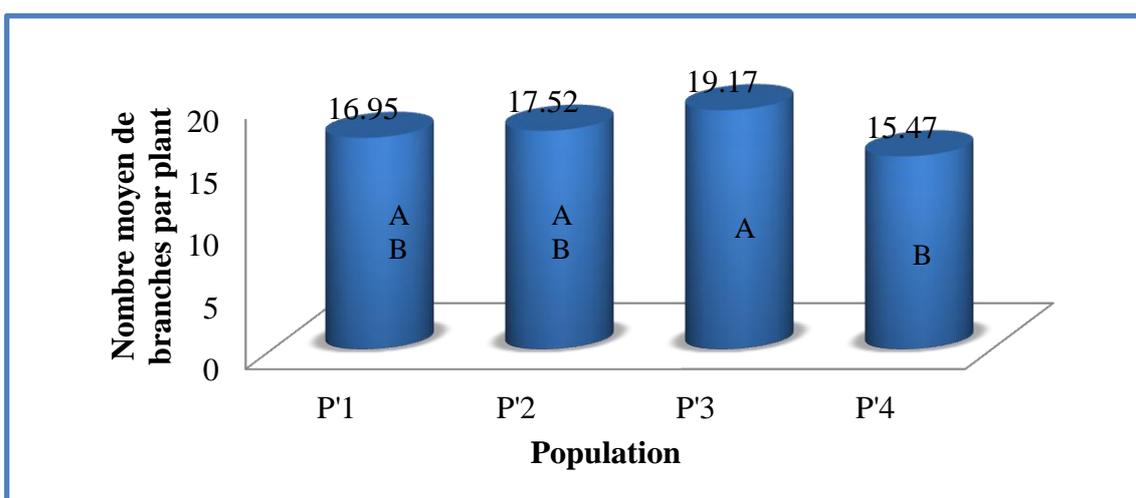


Fig. 52: Nombre moyen de branches par plant.

2. Nombre moyen de capitules par plant (NCP)

La production moyenne de capitules par plant varie entre un maximum de 83,13 pour la population P'3 et un minimum de 45,5 capitules pour la population P'1 (Fig. 53).

L'analyse de variance décèle une différence très hautement significative entre les populations (Annexe 6). La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes homogènes. Le groupe A qui renferme la population P'3 et le groupe B qui renferme les populations P'1, P'2 et P'4 (Fig. 53).

3. Nombre moyen de capitules par branche (NCB)

L'analyse de variance montre des différences très hautement significatives entre les populations (Annexe 6). La comparaison des moyennes permet de faire ressortir deux groupes homogènes. Le groupe A qui renferme la population P'3 et le groupe B qui renferme les populations P'1, P'2 et P'4 (Fig. 54).

4. Poids moyen de capitules par plant (PCP)

La valeur la plus élevée est observée chez la population P'3 avec 156,83 g. Alors que la valeur la plus faible est enregistrée chez la population P'1 avec 133,53 g (Fig. 55).

L'analyse de variance indique des différences non significatives entre les populations ce qui suggère une homogénéité entre les moyennes obtenues (Annexe 6).

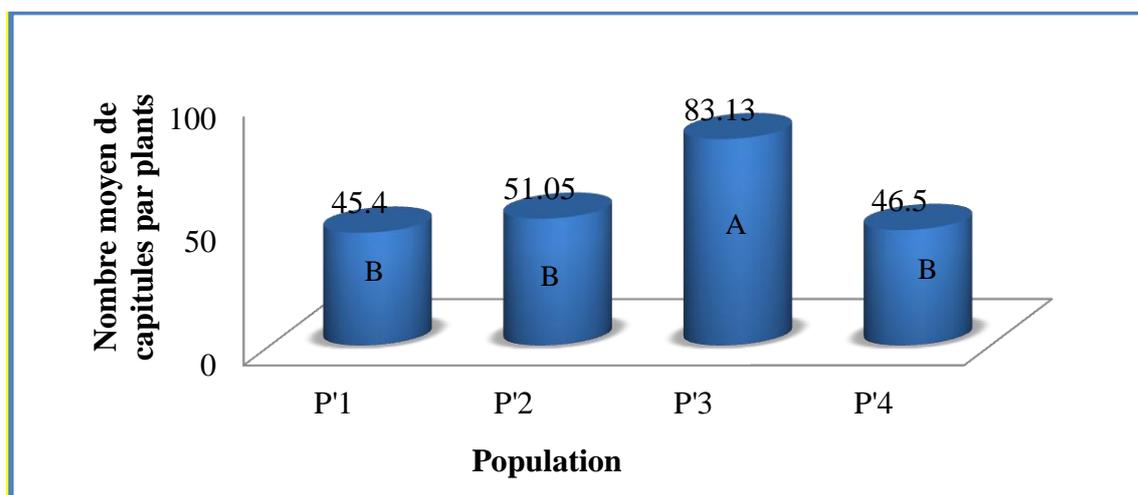


Fig. 53:Nombre moyen de capitules par plant.

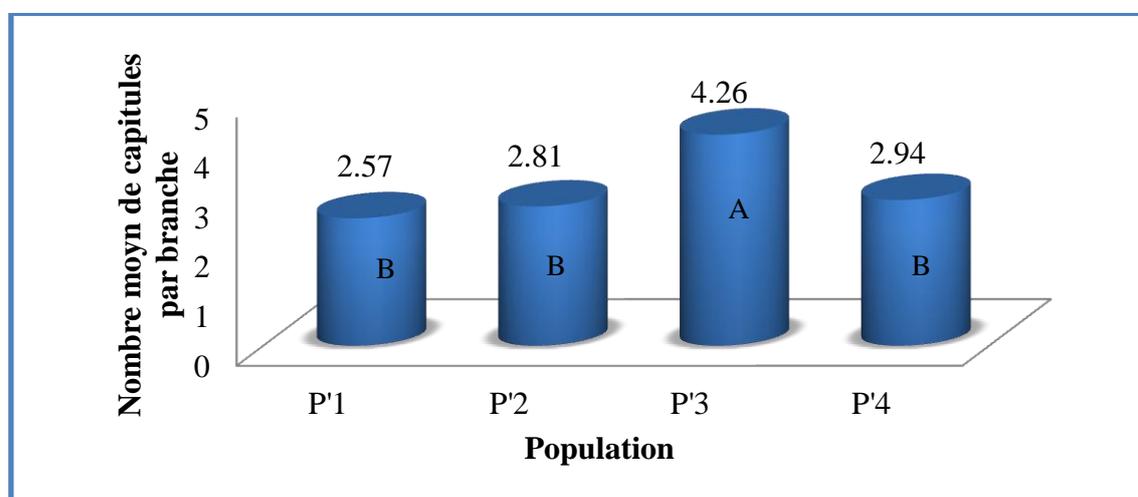


Fig. 54:Nombre moyen de capitules par branche.

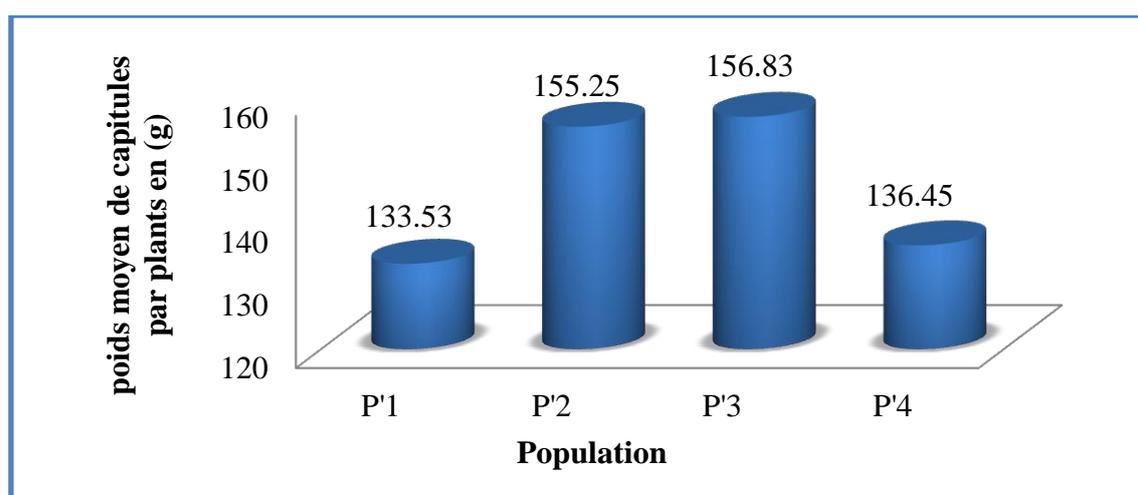


Fig. 55:Poids moyen de capitules par plant en (g).

5. Poids moyen de fleurs par plant (PFP)

L'analyse de variance a donné des différences non significatives entre les populations ce qui suggère une homogénéité entre les moyennes obtenues (Fig. 56; Annexe 6). Le poids moyen général est de 7,38 g.

6. La longueur moyenne du capitule (LC)

La meilleure longueur moyenne du capitule est enregistrée par la population P'3 avec 23,05 mm. Par contre la population P'4 se distingue par de petits capitules dont la longueur est 21,51mm (Fig. 57).

L'analyse de variance met en évidence un effet inter population hautement significatif (Annexe 6). La comparaison des moyennes permet de faire ressortir deux groupes qui se chevauchent (Fig. 57).

7. Le diamètre moyen du capitule (DC)

Le diamètre moyen des capitules oscille entre 32,48 mm pour la population P'1 et 24,49 mm pour la population P'3 (Fig. 57).

L'analyse de variance a donné un effet inter population très hautement significatif. La comparaison des moyennes permet de faire ressortir trois groupes homogènes (Fig. 57 ; Annexe 6).

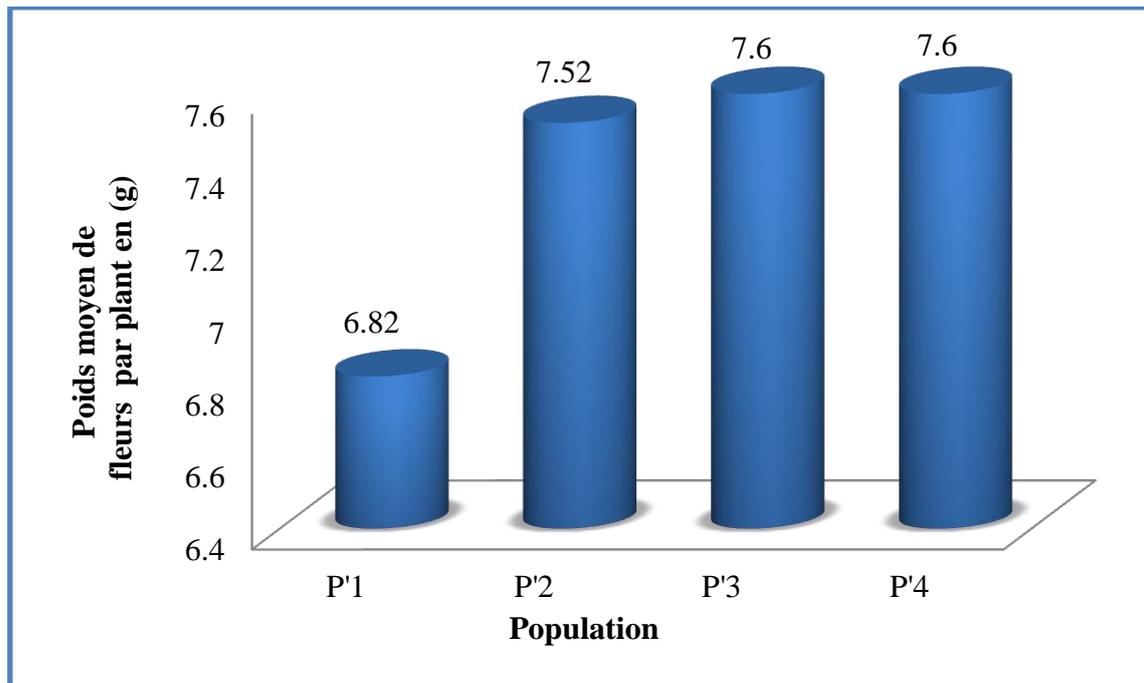


Fig. 56:Poids moyen de fleurs par plant en (g).

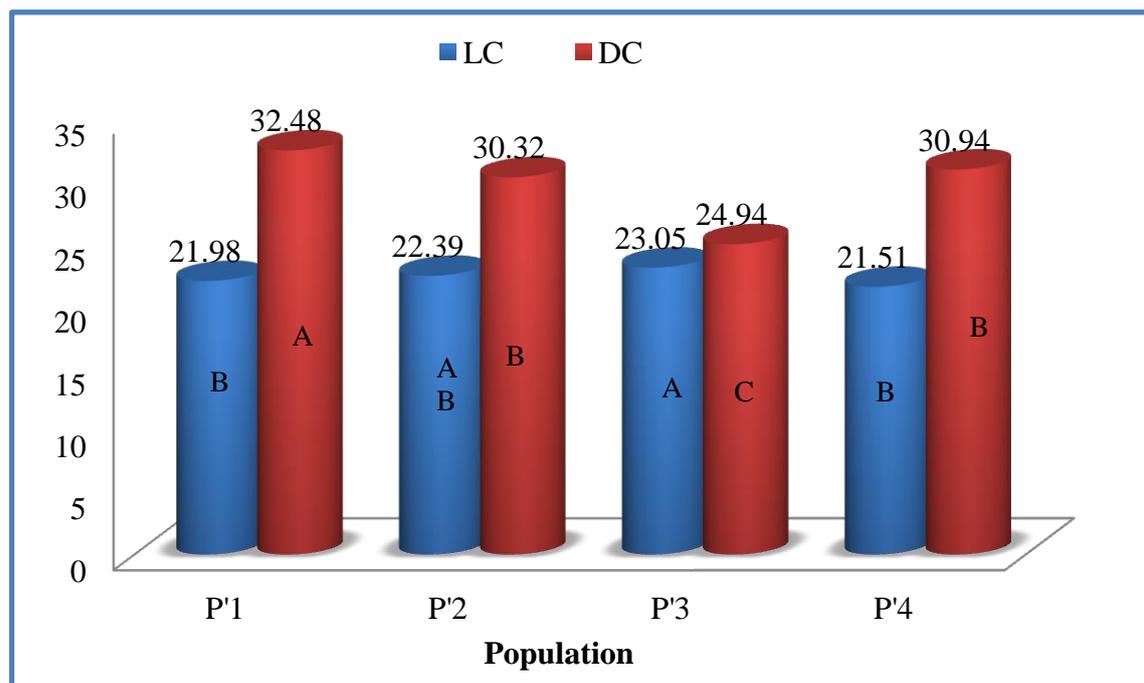


Fig. 57:Longueur (LC) et diamètre (DC) moyens d'un capitule en (mm).

8. Nombre moyen de graines saines par capitule (NGRSC)

Les populations P'2 et P'1 présente le nombre moyen de graines saines le plus élevé avec respectivement 56,95 et 51,48 graines. Le nombre moyen le plus faible est enregistré pour la population P'3 avec 33,9 (Fig. 58).

L'analyse de variance a donné une différence très hautement significative. La comparaison des moyennes permet de faire ressortir deux groupes homogènes (Fig. 58 ; Annexe 6).

9. Nombre moyen de graines infectées par capitule (NGRIC)

Les populations P'2 et P'1 sont les plus sensibles à l'attaque du Cutworm occidental pâle (*Agrotis orthogonia*) et l'infection par (*Alternaria carthami* Chowdury).

L'analyse de variance a donné une différence très hautement significative entre les populations. La comparaison des moyennes permet de distinguer trois groupes homogènes (Fig. 58 ; Annexe 6).

10. Nombre moyen de graines échaudées par capitule (NGREC)

La valeur d'échaudage la plus élevée est observée chez les populations P'4, P'1et P'2 avec respectivement 15,38. 15,25 et 14,03. Par contre P'3 présente la valeur la plus faible avec 7,45 graines échaudées (Fig. 58).

L'analyse de variance a révélé une différence très hautement significative ; la comparaison des moyennes permet de distinguer trois groupes homogènes (Fig. 58 ; Annexe 6).

11. Nombre moyen total de graines par capitule (NTGRC)

La production totale de graines la plus importante est enregistrée par la population P'2 avec 75,37 et la production la plus faible est observée chez la population P'3 avec 42,28 graines (Fig. 58).

L'analyse de variance a décèle une différence très hautement significative ; la comparaison des moyennes permet de distinguer deux groupes homogènes (Fig. 58 ; Annexe 6).

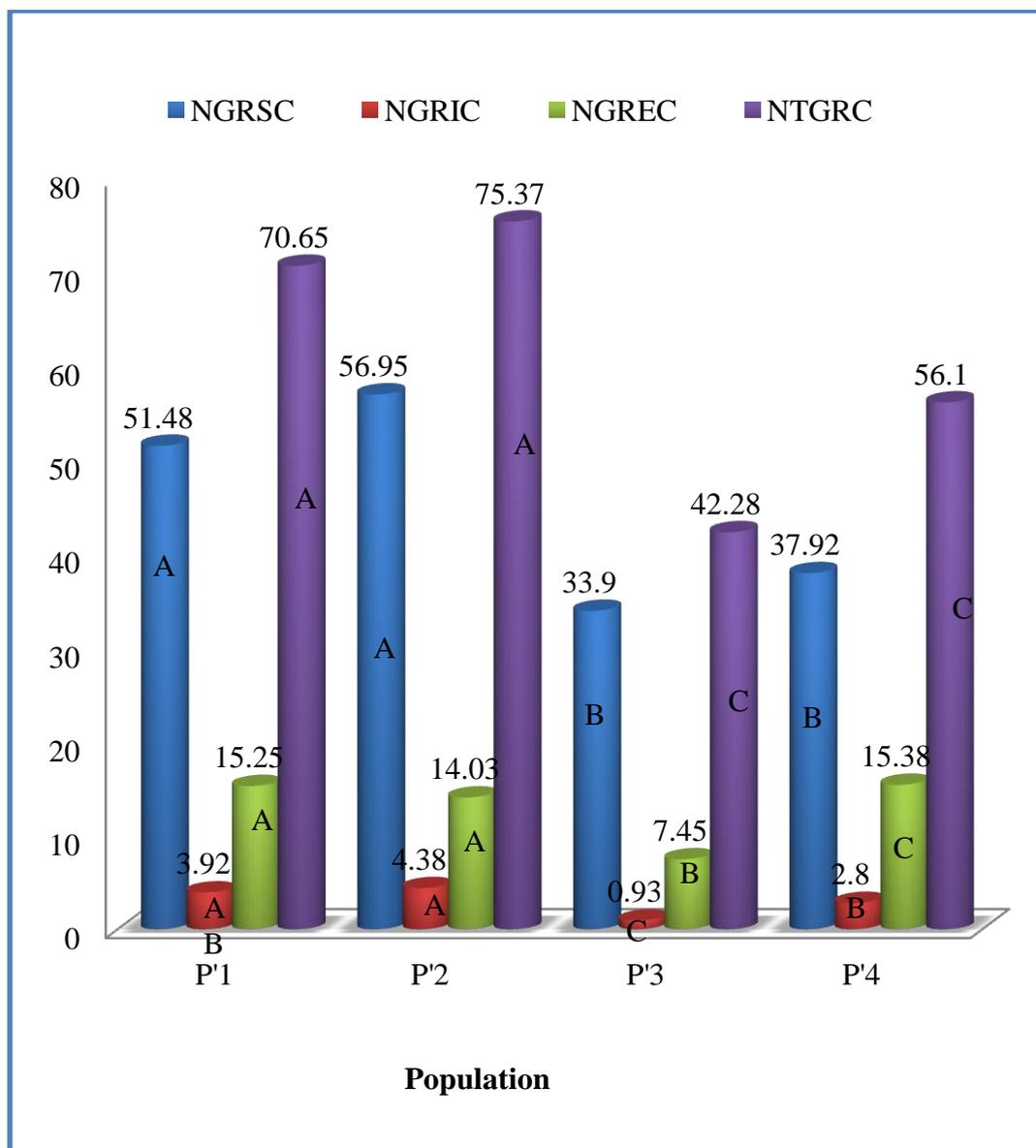


Fig. 58: Nombre moyen de graines saines (NGRSC), malades (NGRIC), échaudées (NGREC) et totales (NTGRC) par capitule.

1. Poids moyen d'un capitule (PC)

Le meilleur poids moyen du capitule est observé avec la population P'1 avec 4,11 g ; par contre la population P'3 présente un poids moyen minimal de 2,81 g (Fig. 59).

L'analyse de variance met en évidence une différence très hautement significative entre les populations. La comparaison des moyennes permet de distinguer deux groupes homogènes. Le groupe A qui renferme les populations P'1, P'2 et P'4 et le groupe B qui renferme la population P'3 (Fig. 59 ; Annexe 6).

2. Poids moyen de graines saines par capitule (PGRSC)

La valeur moyenne du poids de graines saines la plus importante est observée chez la population P'2 avec 2,12 g. Par contre la population P'4 présente un poids moyen minimal avec 1,58 g (Fig. 60).

L'analyse de variance n'a donné aucune différence significative entre les populations (Fig. 59 ; Annexe 6).

3. Poids moyen de 1000 graines (P1000)

La population P'3 est celle qui présente le meilleur poids (49,89 g), alors que la population P'2 a le poids le plus réduit (46,47 g) (Fig. 60).

L'analyse de variance a décèle une différence très hautement significative entre les populations. La comparaison des moyennes permet de donner deux groupes homogènes (Fig. 60 ; Annexe 6).

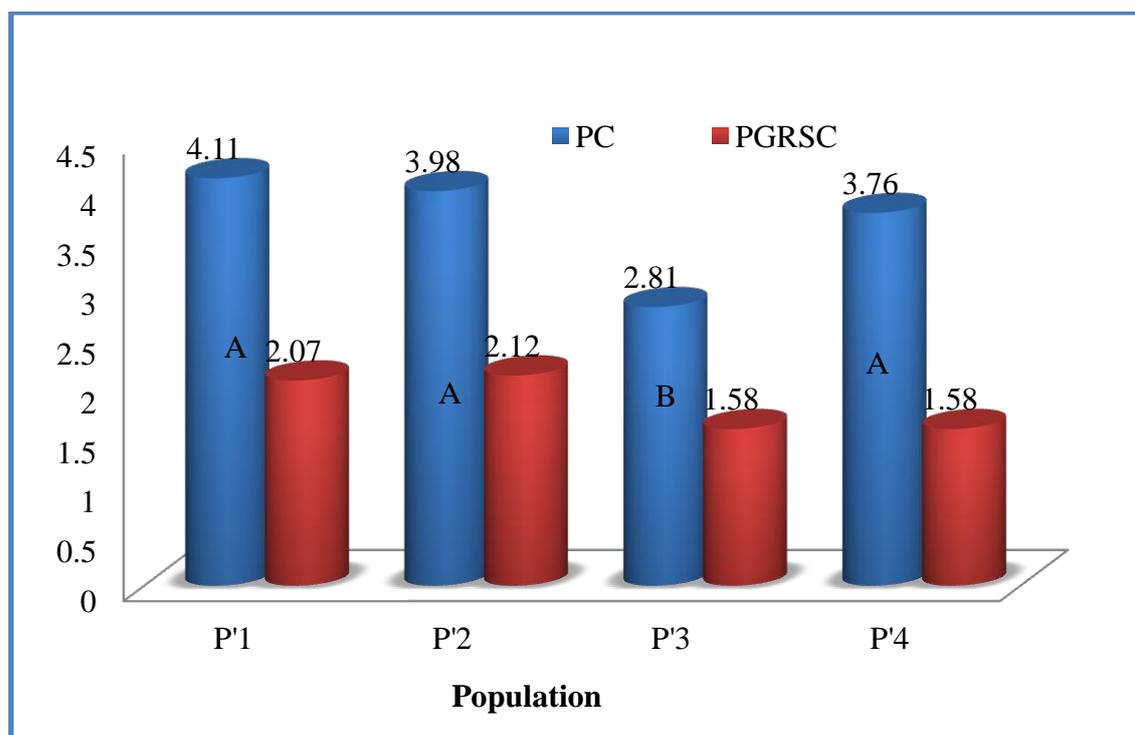


Fig. 59:Poids moyen d'un capitule (PC) et de graines saines (PGRSC) en (g).

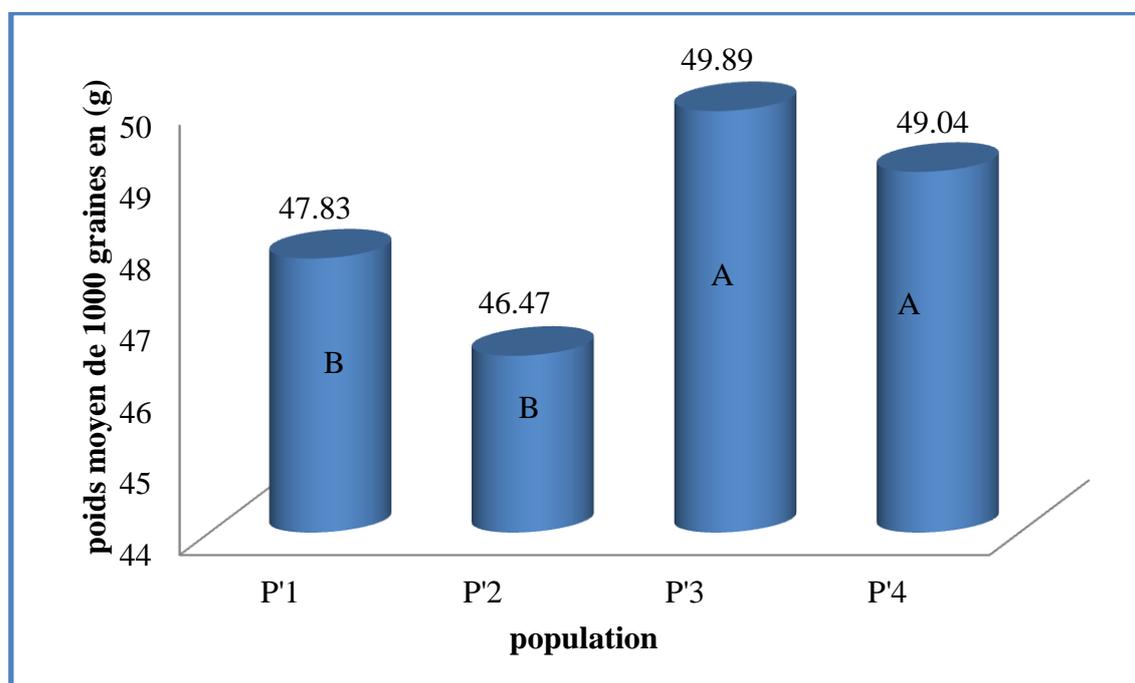


Fig. 60:Poids moyen de 1000 graines en (g).

4. Rendement moyen en fleurs estimé par parcelle (RFP)

Nous observons que le rendement moyen estimé en fleurs est homogène pour les quatre populations étudiées.

L'analyse de variance ne décèle aucune différence significative entre les populations (Fig. 61 ; Annexe 6).

5. Rendement moyen en graines estimé par parcelle (RGP)

Les valeurs moyennes du rendement estimé en graines présentent une relative homogénéité entre les populations étudiées (Fig. 62).

L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les populations (Fig. 63; Annexe 6).

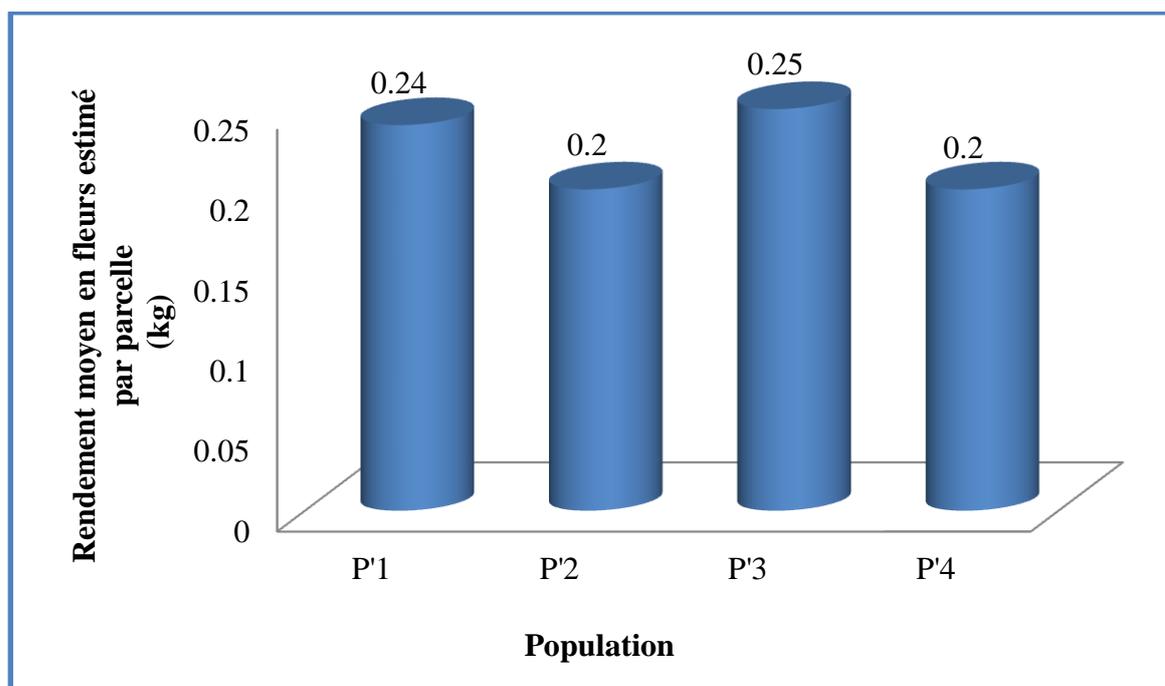


Fig. 61: Rendement moyen en fleurs estimé par parcelle en (kg).

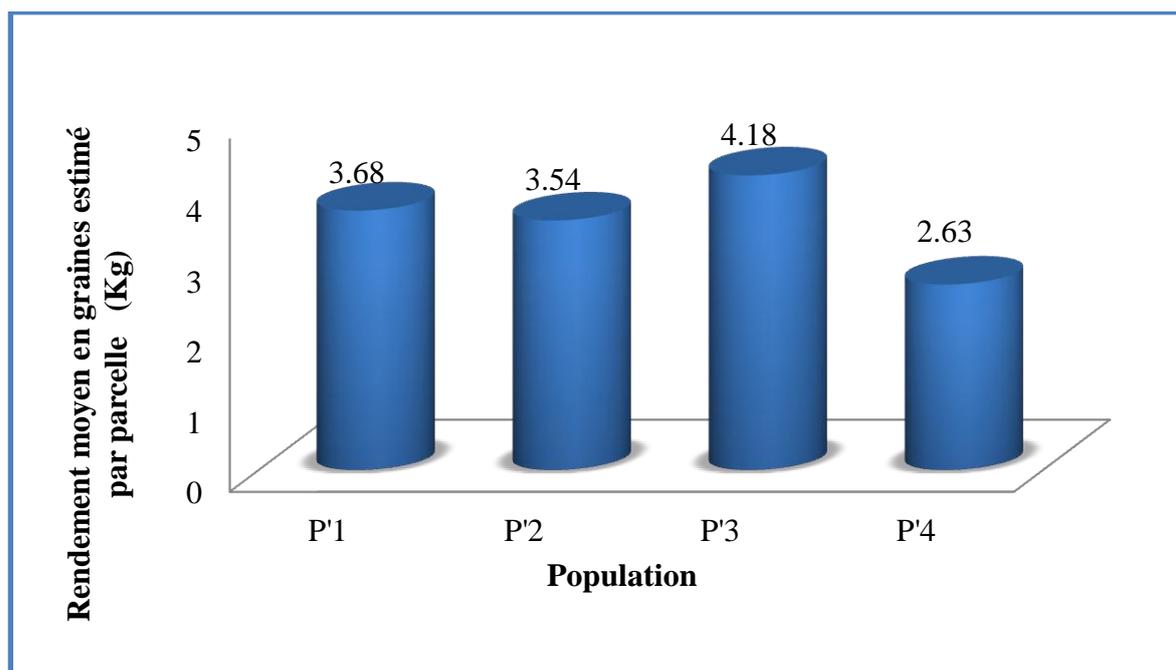


Fig. 62: Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).

V. Matrice des corrélations

La corrélation entre les variables montrée dans l'Annexe 7 indique que :

- La vitesse moyenne de germination journalière est corrélée positivement avec la capacité moyenne de germination, la valeur germinative moyenne, la durée de la floraison, le nombre moyen de branches par plant, le nombre moyen des capitules par plant et par branche, le poids moyen des capitules, de 1000 graines, de rendement moyen parcellaire estimé en graines, en fleurs et négativement à la vitesse moyenne de croissance en hauteur, les stades : bouton floral, début floraison, pleine floraison, fin floraison et maturité et le nombre moyen de graines saines, malades, échaudées, total ainsi que le poids moyen du capitule.
- La capacité moyenne de germination est corrèle positivement avec la valeur germinative moyenne, la vitesse moyenne de germination journalière le pourcentage moyen de levée, la durée moyenne de floraison, le nombre moyen de branches et de capitules par plant, le poids moyen de 1000 graines, le rendement moyen estimé en fleurs et en graines. Par contre, la capacité moyenne de germination est corrélée négativement à la vitesse moyenne de croissance en hauteur, les stades : début floraison, pleine floraison, fin floraison et maturité et le nombre moyen de graines échaudées par capitule.
- La valeur germinative moyenne est corrélée positivement avec la durée de floraison, le nombre moyen de branches et de capitules par plant, le poids moyen de capitules et de fleurs, la longueur moyenne d'un capitule, le poids moyen de 1000 graines, le rendement moyen parcellaire estimé en fleurs et en graine ; mais elle est corrélée négativement à la vitesse moyenne de croissance en hauteur, les stades : bouton floral, début floraison, pleine floraison, fin floraison et maturité et le diamètre et poids moyens d'un capitule, le nombre moyen de graines totales, saines, infectées et échaudées.
- Les populations tardives à la levée, à la pleine levée, sont tardives au stade rosette et présentent un nombre moyen de branches par plant, poids moyen des capitules, longueur moyenne d'un capitule, nombre moyen de graines saines, poids moyen de graines saines, rendement moyen parcellaire estimé en graines faibles.
- Le pourcentage moyen de levée est corrélé positivement avec le poids moyen de 1000 graines et négativement au stade début floraison, fin floraison, poids moyen de capitules et de fleurs par plant.

- La vitesse moyenne de croissance en hauteur est corrélée positivement avec le stade formation de branches, de bouton floral, de début floraison, de pleine floraison, de maturité, le diamètre moyen d'un capitule, le nombre moyen de graines totales, saines, infectées, échaudées, le poids moyen d'un capitule, de graines saines et négativement au nombre moyen de branches par plant, de capitules par plant et par branche, au poids moyen des capitules, à la longueur moyenne du capitule, au poids moyen de 1000 graines, au rendement moyenne estimé en fleurs et en graines.
- Le stade rosette est corrélé positivement avec le poids moyen de 1000 graines et négativement au stade formation de branche, au nombre moyen total de graines, de graines saines et infectées, au poids moyen d'un capitule et de graines saines.
- Le stade formation de branches est corrélé positivement avec le stade pleine levée, le diamètre moyen d'un capitule, le nombre moyen de graines saines, infectées, échaudées et totales, le poids moyen d'un capitule, de graines saines et négativement à la durée de floraison, au nombre moyen de capitules par plant et par branche, à la longueur moyenne du capitule, au poids moyen de fleurs par plant et au poids moyen de 1000 graines.
- Le stade bouton floral est corrélé positivement avec le stade pleine floraison, le diamètre moyen d'un capitule, le nombre moyen de graines infectées, échaudées et négativement à la durée de floraison, au nombre moyen des capitules par plant et par branche, à la longueur moyenne du capitule, au poids moyen des capitules, de fleurs par plant et de 1000 graines.
- Le stade début floraison est corrélé positivement avec le stade pleine floraison, fin floraison et maturité, le poids moyen de fleurs par plant, le nombre moyen de graines échaudées et négativement au nombre moyen de branches, des capitules par plant et le diamètre moyen d'un capitule.
- Le stade pleine floraison est corrélé positivement avec le stade fin floraison, maturité, et négativement à la durée de floraison, le nombre moyen de branches, de capitules par plant, et la longueur moyenne d'un capitule.
- Le stade fin floraison est corrélé positivement avec le stade maturité, le poids moyen de fleurs par plant et négativement au nombre moyen de branches et de capitules par plant et la longueur moyenne du capitule.

- Le diamètre moyen du capitule est corrélé positivement avec le stade fin floraison, maturité et négativement à la durée moyenne de floraison, le nombre moyen de branches et de capitules par plant et de capitules par branche, le poids moyen des capitules et des fleurs par plant, et la longueur moyenne d'un capitule.
- Des corrélations positives entre le nombre moyen de graines totales, saines, infectées, échaudées, le poids moyen d'un capitule et de graines saines. Par contre, ces caractères sont corrélés négativement au poids moyen de 1000 graines.
- Le rendement moyen parcellaire estimé en fleurs par plant est corrélé positivement avec le rendement moyen parcellaire estimé en graines, le poids moyen de 1000 graines et négativement au nombre moyen de graines infectées, échaudées et le poids moyen d'un capitule.
- Le rendement moyen parcellaire estimé en graines est corrélé négativement avec le nombre moyen de graines échaudées et le poids moyen d'un capitule.

VI. Analyse en composantes principales

Les variations expliquées par les axes principaux sont respectivement de 59% de l'information par le premier axe, 24,28% par le deuxième axe et 16,71% par le troisième. Le plant 1-2 fournit le maximum d'information (59,01% plus 24,28%) suivi de l'axe 1-3 (59% plus 16,71%). Nous retiendrons le plan 1-2 qui permet d'expliquer (83,29%) de l'information totale (Fig. 63).

L'axe 1 est déterminé positivement par :

- Le stade plein floraison ;
- La vitesse moyenne de croissance en hauteur ;
- Le nombre moyen de graines échaudées par capitule ;
- Le poids moyen du capitule;
- Le stade maturité;
- Le nombre moyen de graines infectées ;
- Le nombre moyen total de graines par capitule ;

- Le nombre moyen de graines saines par capitule ;
- Diamètre du capitule;
- Le stade bouton floral début floraison, fin floraison et formation de branches ;
- Le poids moyen de graines saines par capitule.

Et négativement par les variables

- La durée moyenne de floraison ;
- Le nombre moyen de capitules par branche et par plant;
- La vitesse de germination journalière et la valeur germinative;
- Le Nombre moyen de branches par capitule ;
- La capacité de germination, le rendement parcellaire estimé en graines et le poids de capitules par plant ;

L'axe 2 est déterminé positivement par

- Le poids moyen de graines saines par graines;
- Le nombre moyen de graines saines par capitule et le rendement parcellaire estimé en graines ;
- Le stade formation de branches ;
- Le nombre moyen de branches par plant et le nombre moyen total de graines par capitule.

Et négativement par

- Le stade rosette, levée, pleine levée et fin floraison;
- La longueur moyenne du capitule.

Le plan 1-2 met en évidence 2 groupes de population (Fig. 64).

Le groupe 1 (P'1, P'2, P'4) est caractérisé essentiellement par un nombre moyen de graines et poids moyen de graines saines élevés, une longue durée entre le semis et la formation de branches, de bouton

floral, de début floraison, de fin floraison et le stade maturité ; la vitesse de croissance en hauteur est rapide et le poids moyen de capitules élevé ; mais la production de branches, le rendement parcellaire estimé en graines et en fleurs, de poids moyen de capitules et de 1000 graines, longueur moyenne du capitule, capacité de germination sont faibles et la période de floraison est courte.

Ce groupe s'oppose à la population P'3 (groupe 2) qui donne une capacité de germination, une production moyenne de branches élevée, une longue durée de floraison, une vitesse de croissance en hauteur faible, un poids moyen de 1000 graines, un rendement moyen parcellaire estimé en fleurs et en graines, et une longueur du capitule élevés.

Ces résultats confirment ceux obtenus par l'analyse de variance.

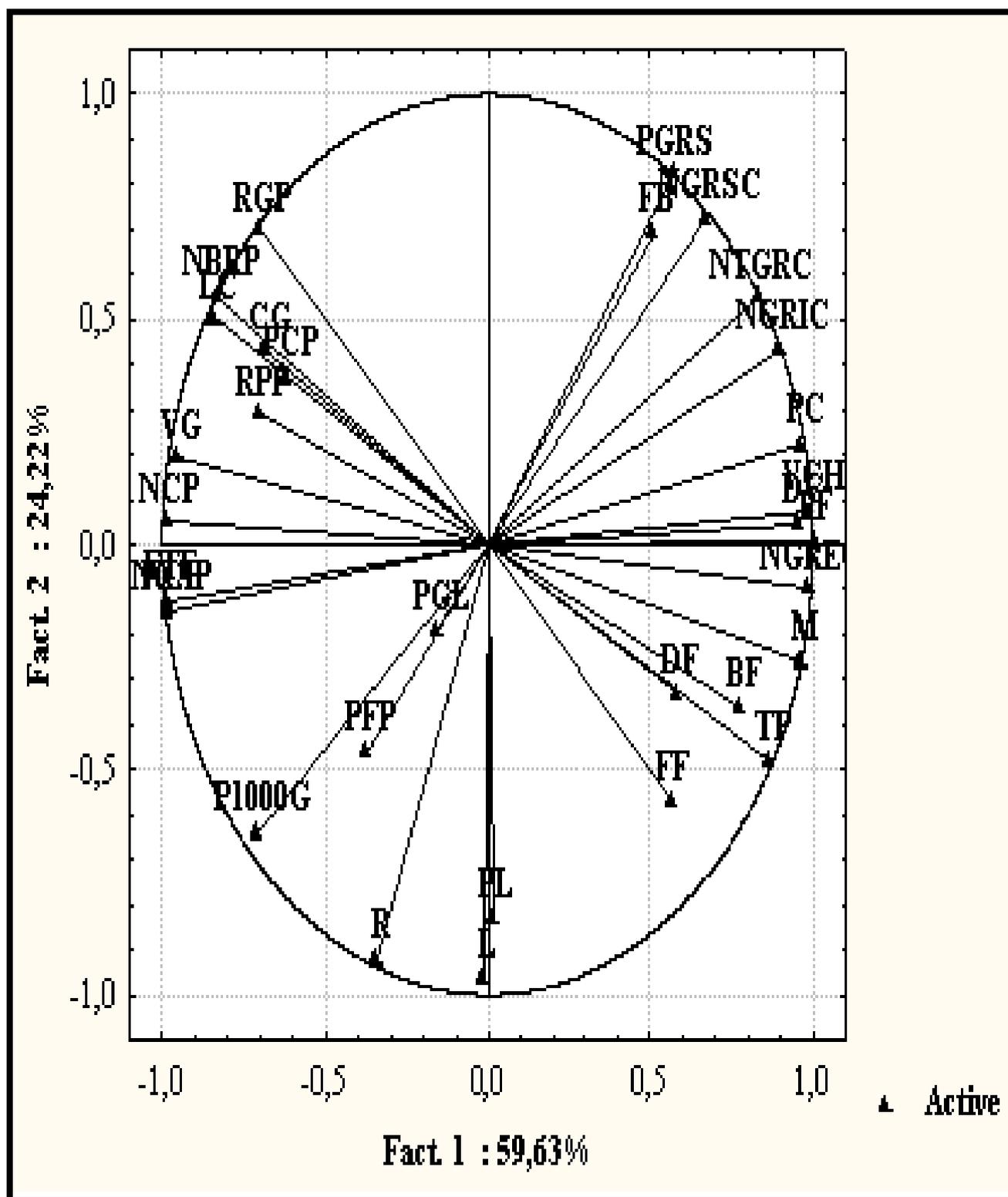


Fig. 63: Analyse en composante principale projection des variables sur le plan factoriel (1*2)
(*Carthamus tinctorius* L.).

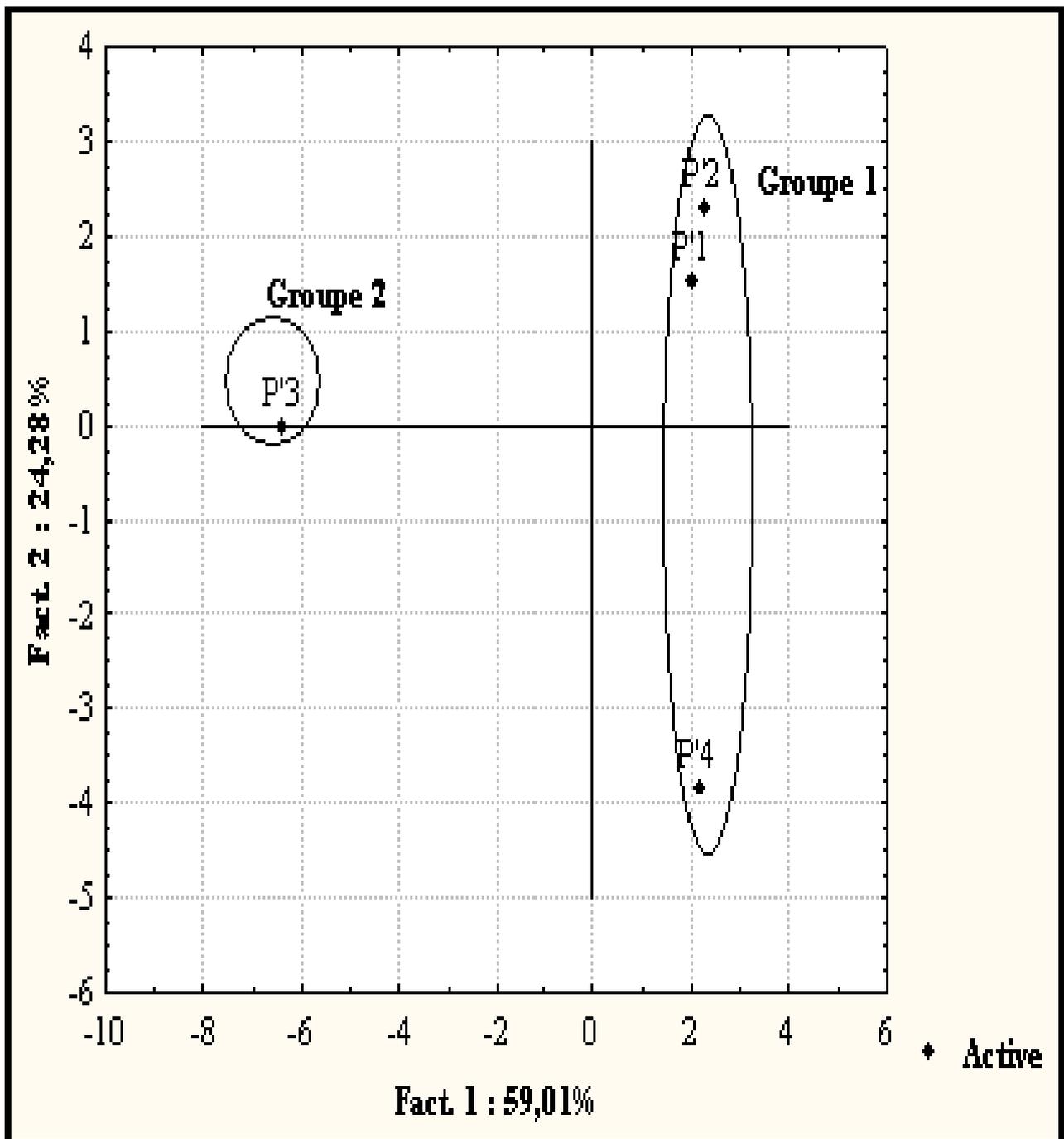


Fig. 64: Analyse en composante principales projection des individus sur le plan factoriel (1*2)
(*Carthamus tinctorius* L.).

NEGELLE (*Nigella sativa* L.)

I. Germination

1. Vitesse moyenne de germination journalière (VGJ)

Les graines de la population P"2 sont celles qui ont germé au bout de 12 jours (Annexe 9) avec une vitesse moyenne de germination la plus élevée (7,28 G/J). Par contre, la population P"4, qui a une longue durée de germination (20 jours) (Annexe 9), présente une vitesse moyenne de germination faible (0,04 G/ jours). (Fig. 65 ; Annexe 10).

L'analyse de variance indique une différence très hautement significative entre les populations (Annexe 10). La comparaison des moyennes permet de déterminer quatre groupes distincts (Fig. 65).

2. Capacité moyenne de germination en (%) (CG)

La meilleure valeur moyenne de la capacité de germination (90,67%) est enregistrée par la population P"2 ; alors que la population P"4 présente la valeur moyenne la plus faible, 6% (Fig. 66).

L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes distincts ; le groupe A qui renferme les populations P"2 et P"3 et le groupe B qui représente les populations P"1 et P"4 (Annexe 10).

3. Valeur germinative moyenne (VG)

La valeur germinative moyenne varie d'un maximum de 93,94 pour la population P"2 à un minimum de 0,1 pour la population P"4 (Fig. 67).

L'analyse de variance met en évidence une différence très hautement significative entre les populations étudiées. La comparaison des moyennes permet de déceler trois groupes homogènes. Le groupe A qui renferme la population P"2, le groupe B qui représente la population P"3 et le groupe C qui regroupe les populations P"1 et P"4 (Annexe 10).

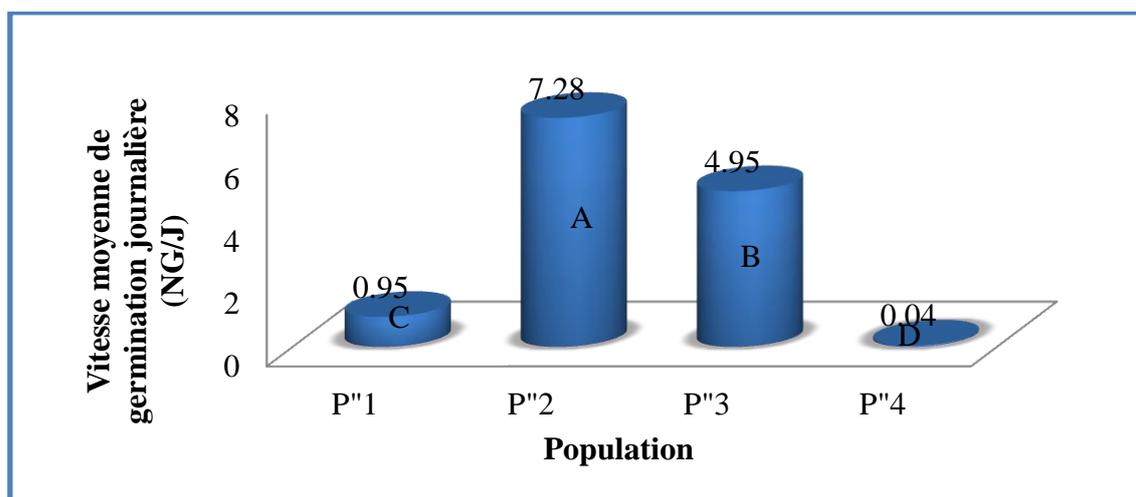


Fig. 65: Vitesse moyenne de germination journalière (nombre de graines germées / jours).

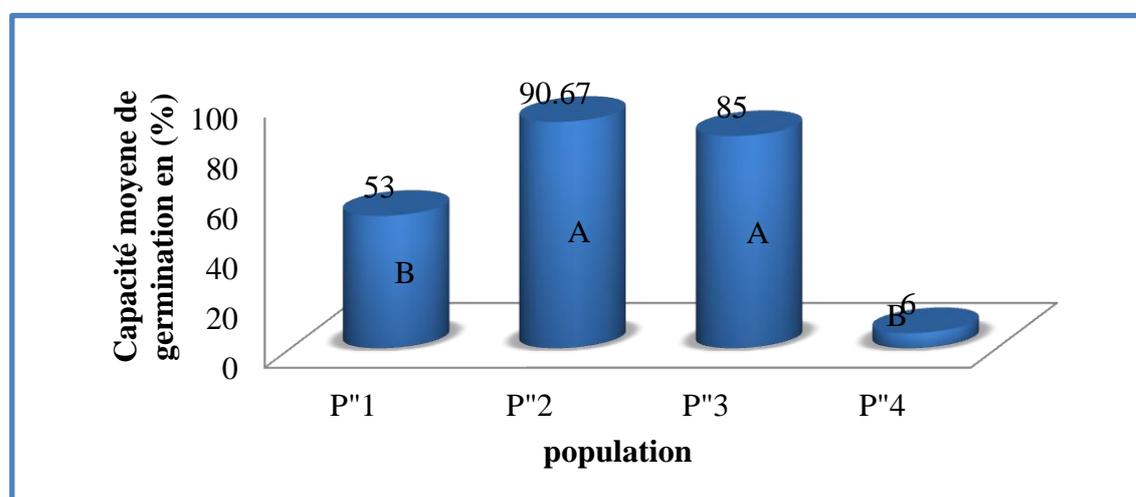


Fig. 66: Capacité moyenne de germination en (%).

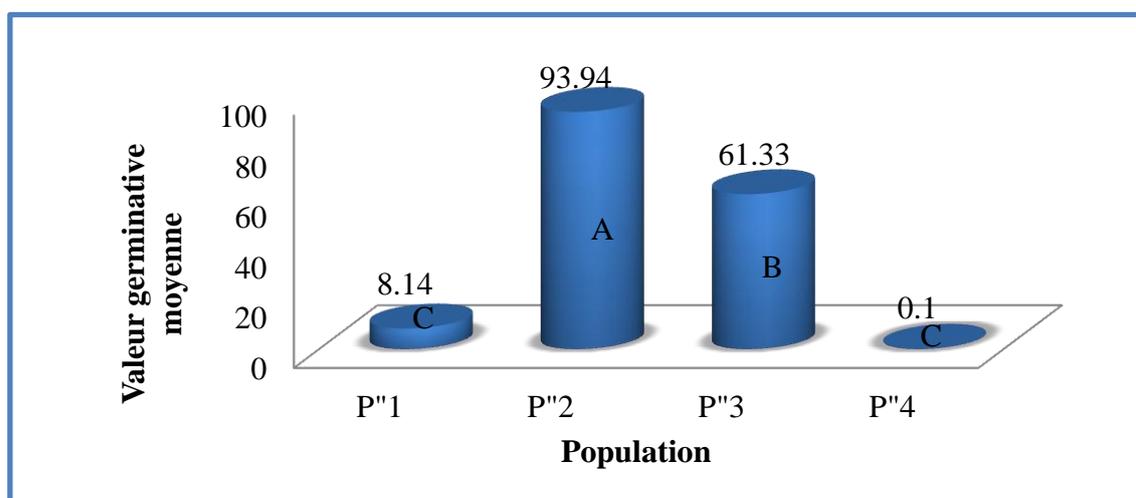


Fig. 67: Valeur germinative moyenne.

II. Caractères phénologiques

1. Levée (L)

Chez la nigelle la levée est observée après un mois du semis ; les premiers plants levés sont enregistrés chez la population P"1 et P"4.

2. Pourcentage moyen de levée (PL)

Le pourcentage moyen de levée le plus important est celui de la population P"2 (16 %), par contre le plus faible pourcentage est celui de la population P"3 (7,62 %) (Fig. 68).

L'analyse de variance montre une homogénéité de ce paramètre dans l'ensemble des populations (Annexe 10).

3. Bouton floral (BF)

L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les populations. Ceci suggère une homogénéité de comportement, en ce qui concerne ce caractère (Annexe 10).

4. Floraison : Début floraison (DF), Pleine Floraison (PF) et Fin Floraison (FF)

L'analyse de variance met en évidence des différences non significatives entre les populations. Ce qui suggère une égalité entre les moyennes des caractères début floraison, pleine floraison, fin floraison (Fig. 69 ; Annexe 10).

5. Étalement de la floraison (ETF)

La durée entre le début floraison et la fin floraison varie entre 19,5 jours pour la population P"3 et 13 jours pour la population P"4 (Fig. 70).

L'analyse de variance a donné des différences significatives entre les populations (Annexe 10).

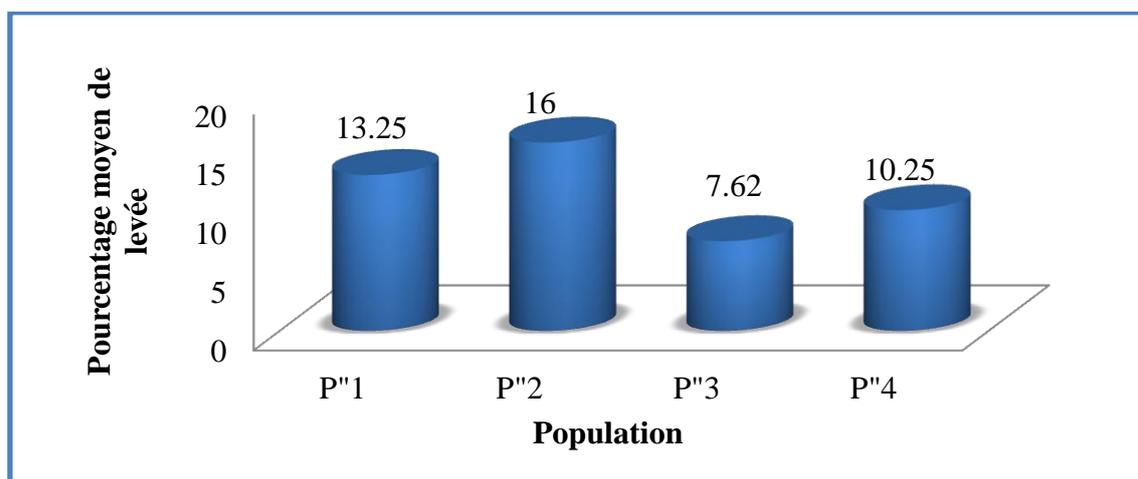


Fig. 68: Pourcentage moyen de levée.

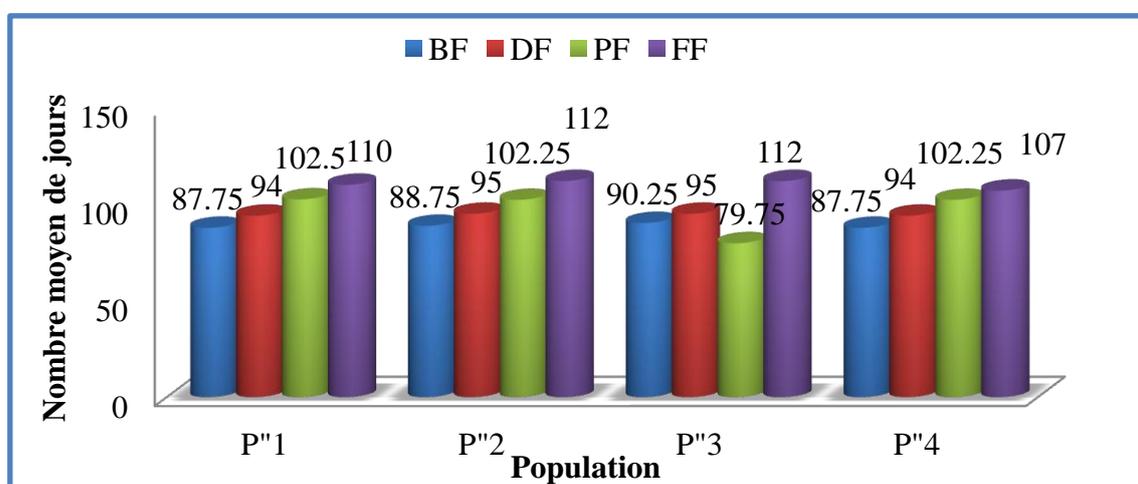


Fig. 69: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade : bouton floral (BF), début floraison (DF), pleine floraison (PF) et fin floraison (FF).

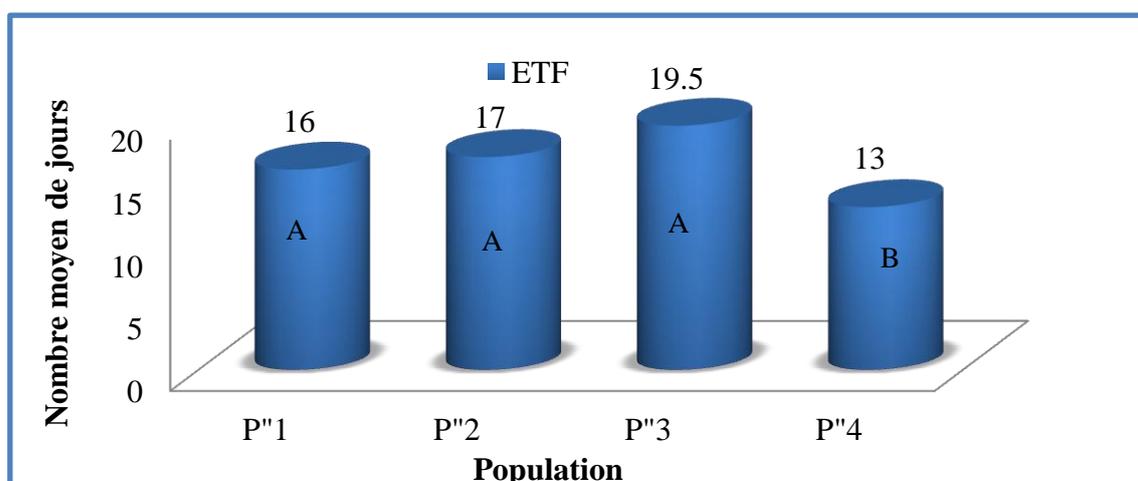


Fig. 70: La durée moyenne de floraison (étalement).

6. Formation des capsules (FCs)

Le nombre moyen de jours entre le semis et la formation de capsules oscille entre 110 jours pour les populations P"1, P"2 et P"3 et 107 jours pour la population P"4 (Fig. 71).

L'analyse de variance n'a donnée aucune différence significative entre les populations. Ce qui suggère une homogénéité de comportement de caractère formation de capsules (Annexe 10).

7. Maturité des capsules (M)

Les populations P"2 et P"3 ont enregistré un développement rapide entre le stade semis et le stade maturité. Elles présentent le nombre moyen de jours le plus faible soit respectivement 126 et 124 jours. Le nombre moyen de jours le plus élevé est enregistré pour les populations P"4 et P"1 soit 133 jours (Fig. 71).

L'analyse de variance a donné une différence très hautement significative. La comparaison des moyennes permet de faire ressortir deux groupes homogènes. Le groupe A qui représente les populations P"1 et P"4. Le groupe B qui est constitué par les populations P"2 et P"3 (Fig. 71; Annexe 10).

III. Caractères de développement végétatif

1. Dynamique de croissance en hauteur (DCH)

Les populations P"4 et P"2 présentent un développement rapide entre la première et la deuxième date de notation, suivies par les populations P"1 et P"3.

A partir de la troisième date de notation et jusqu'à la dernière date de notation, les populations P"2 et P"3 ont enregistré un développement régulier et plus important que ceux des populations P"4 et P"1 (Fig. 72).

L'analyse de variance a donné des différences non significatives entre les populations pour la première date de notation et très hautement significative pour la deuxième, la troisième, la quatrième et la cinquième date de notation (Annexe 10).

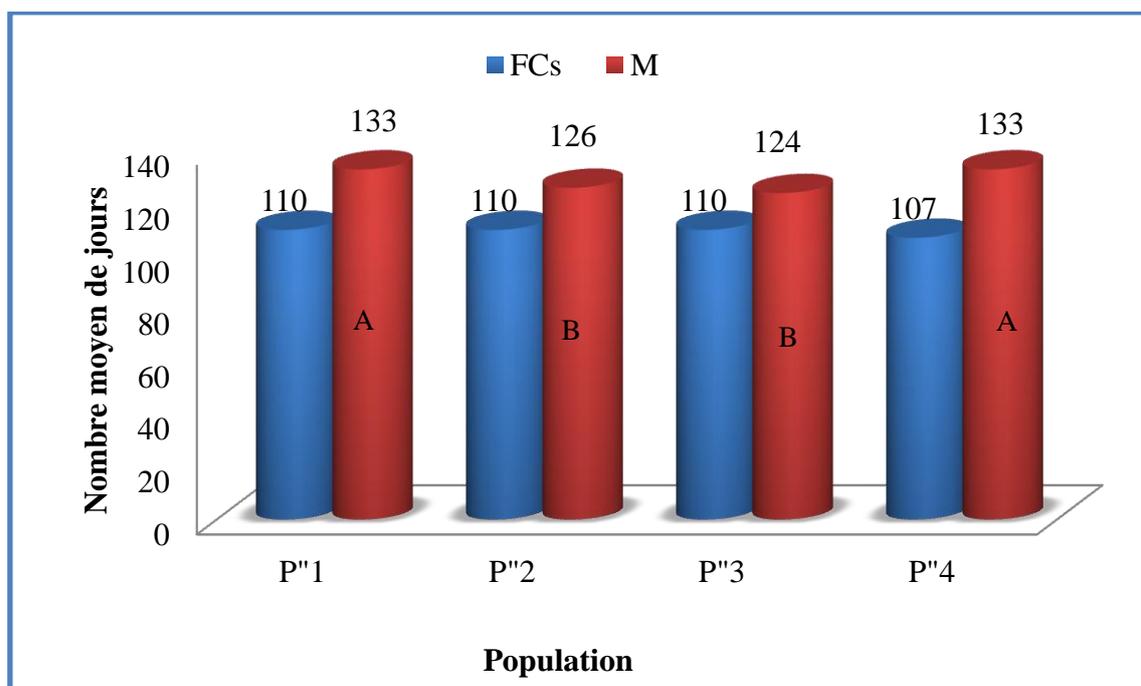


Fig. 71: Nombre moyen de jours entre le semis et le stade formation (FCs) et maturité des capsules (M).

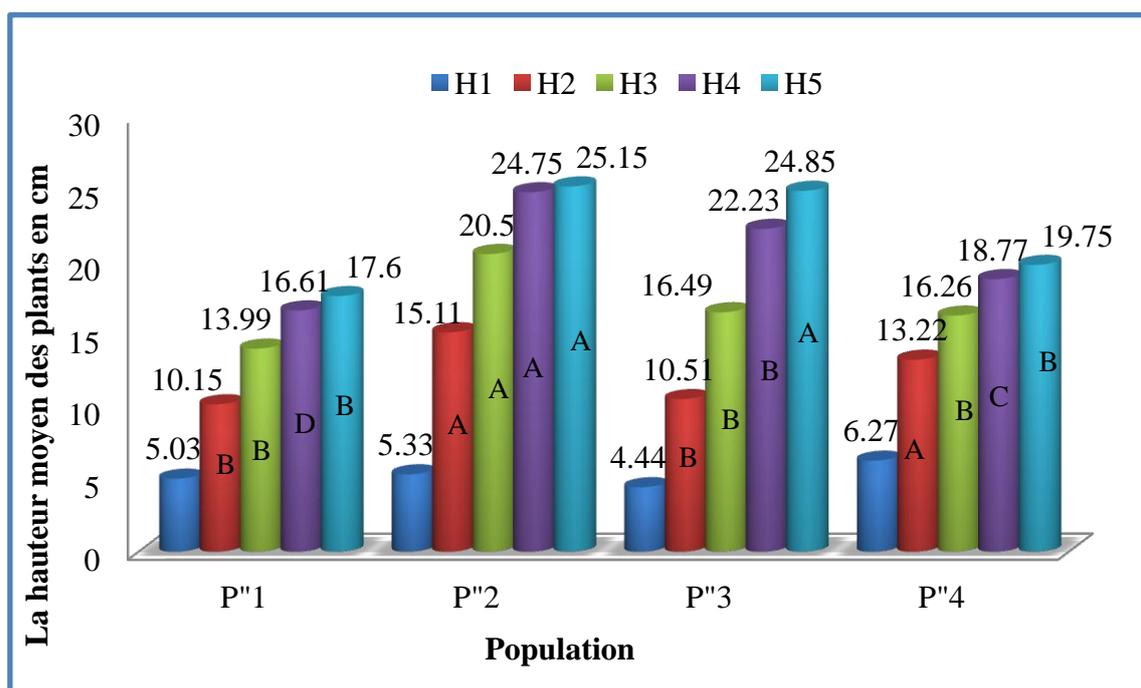


Fig. 72: Les cinq hauteurs moyennes des plants en (cm).

2. Vitesse moyenne de croissance en hauteur (VCH)

La vitesse moyenne de croissance en hauteur varie de 0,7 cm/jours chez la population P"3 et 0,42 cm/jours pour la population P"1 (Fig. 73).

L'analyse de variance montre une différence très hautement significative entre les populations, on distingue deux groupes homogènes (Annexe 10).

IV. Etude biométrique

La récolte a été effectuée le 9 juin, après la maturation complète des plants.

1. Nombre moyen de ramifications primaires (NR1)

La population P"2 présente le nombre moyen de ramifications le plus élevé avec 5,17. Alors que les populations P"1 et P"4 constituent un deuxième groupe avec respectivement un nombre moyen de 3,75 et 4,4 ramifications (Fig. 74).

En effet, l'analyse de variance décèle un effet inter population hautement significative. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes homogènes qui se chevauchent. (Figure 74; Annexe ,10).

2. Nombre moyen de ramifications secondaires (NR2)

Le nombre moyen de ramifications secondaires oscille entre 5,77 pour la population P"3 et 2 pour la population P"1 (Fig. 74).

L'analyse de variance décèle un effet inter population très hautement significative. La comparaison des moyennes permet de déterminer deux groupes qui se chevauchent (Fig. 74; Annexe 10).

3. Nombre moyen de ramifications tertiaires (NR3)

L'analyse de variance indique des différences significatives entre les populations (Fig. 74 ; Annexe 10).

4. Nombre moyen total de ramifications (NTR)

Le nombre moyen le plus élevé est enregistré par la population P"3 avec 12,87 ramifications, alors que la plus faible valeur moyenne de ce caractère est représentée par la population P"1 avec 7,47 ramifications (Fig. 74).

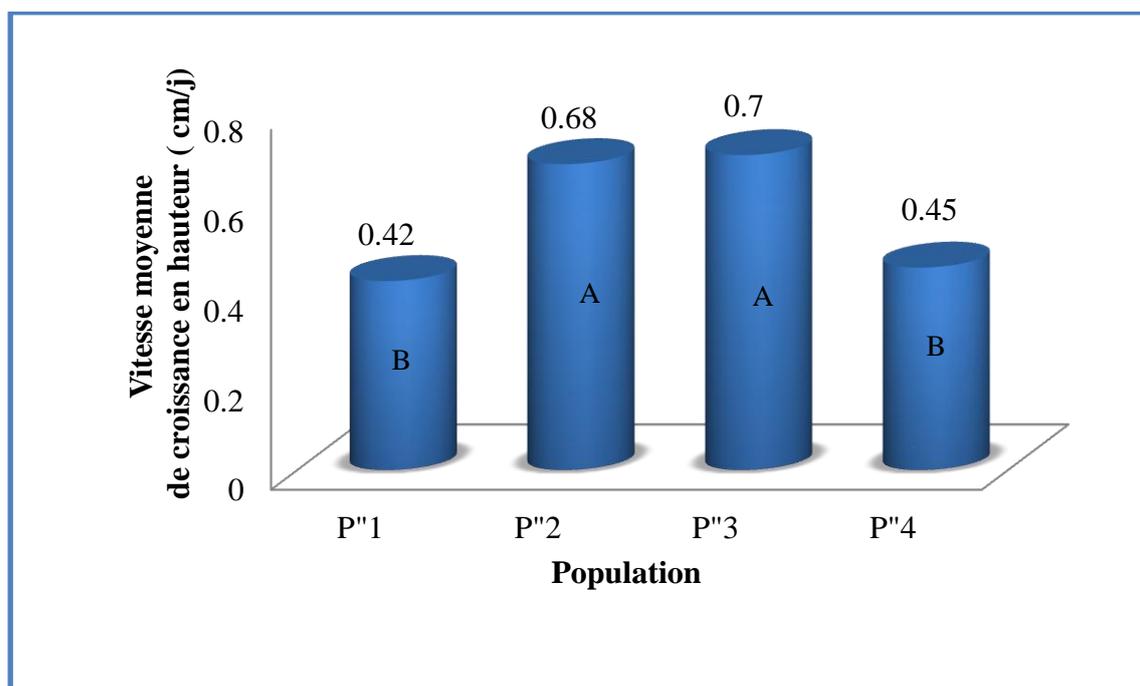


Fig. 73: Vitesse moyenne de croissance en hauteur (cm/j).

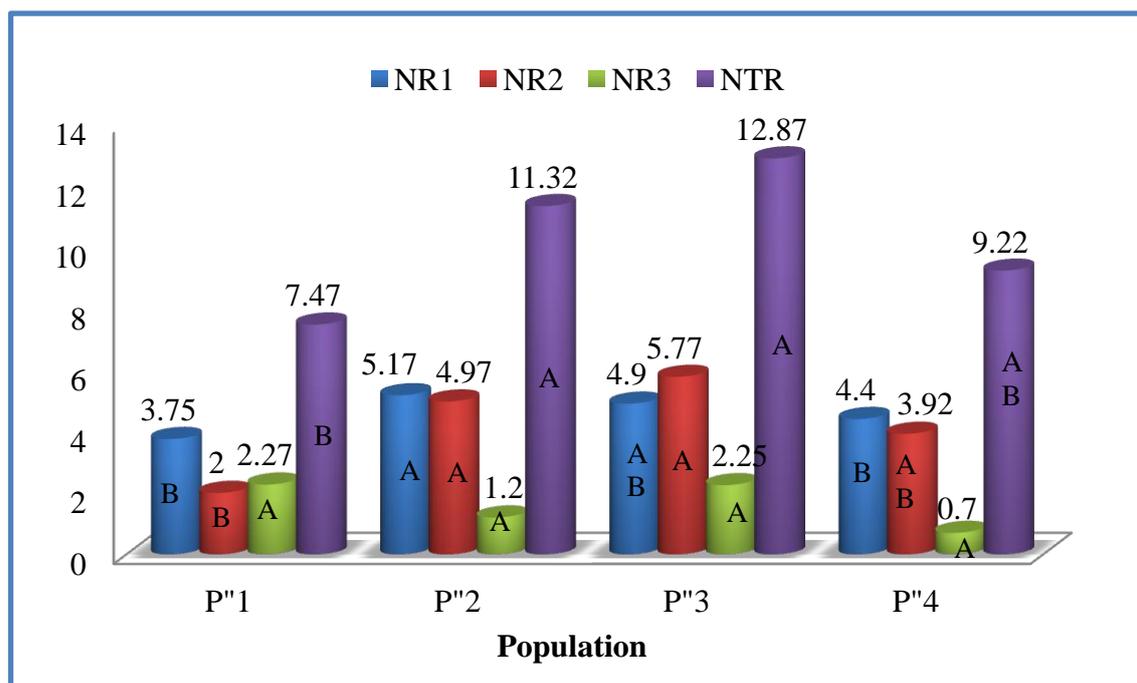


Fig. 74: Nombre moyen de ramifications primaires (NR1), secondaires (NR2), tertiaires (NR3) et total (NTR) par plant.

L'analyse de variance a montré des différences hautement significatives entre les populations (Annexe 10). La comparaison des moyennes permet de faire ressortir deux groupes qui se chevauchent (Fig. 74).

5. Nombre moyen de capsules par plant (NCsP)

La population P"3 est caractérisée par le plus grand nombre moyen de capsules par plants (13,82), par rapport à la population P"1 qui présente la valeur la plus faible avec 8 capsules (Fig. 75).

L'analyse de variance a donné des différences hautement significatives entre les populations (Annexe 10). La comparaison des moyennes permet d'y déceler deux groupes qui se chevauchent (Fig. 75).

6. Poids moyen de capsules par plant (PCsP)

L'analyse de variance indique des différences non significatives entre les populations (Fig. 76, Annexe 10).

7. Longueur moyenne de la capsule (LCs)

La population P"1 a donné les fruits les plus longs, avec une moyenne de 12,83 mm, par contre la population P"3 est caractérisée par les fruits les plus courts avec 11,17 mm. Les populations P"2 et P"4 ont présentées des valeurs intermédiaires avec respectivement 12,02 et 11,55 mm (Fig. 76).

L'analyse de variance indique des différences hautement significatives entre les populations (Annexe 10). On distingue deux groupes qui se chevauchent (Fig. 76).

8. Diamètre moyen de la capsule (DCs)

L'analyse de variance n'indique aucunes différences significatives entre les populations (Annexe 10). La moyenne générale de ce caractère est de 10,31 mm (Fig. 77).

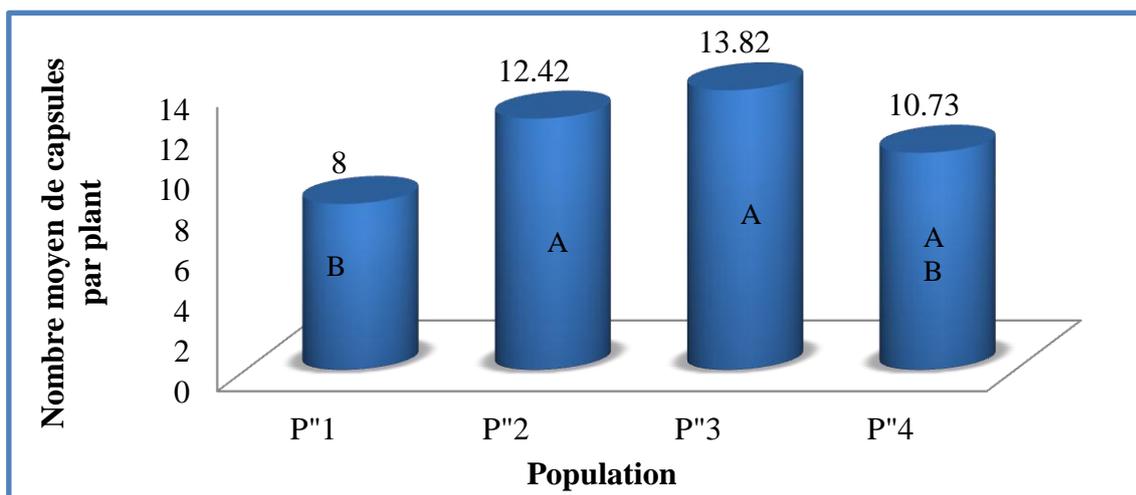


Fig. 75: Nombre moyen de capsules par plant.

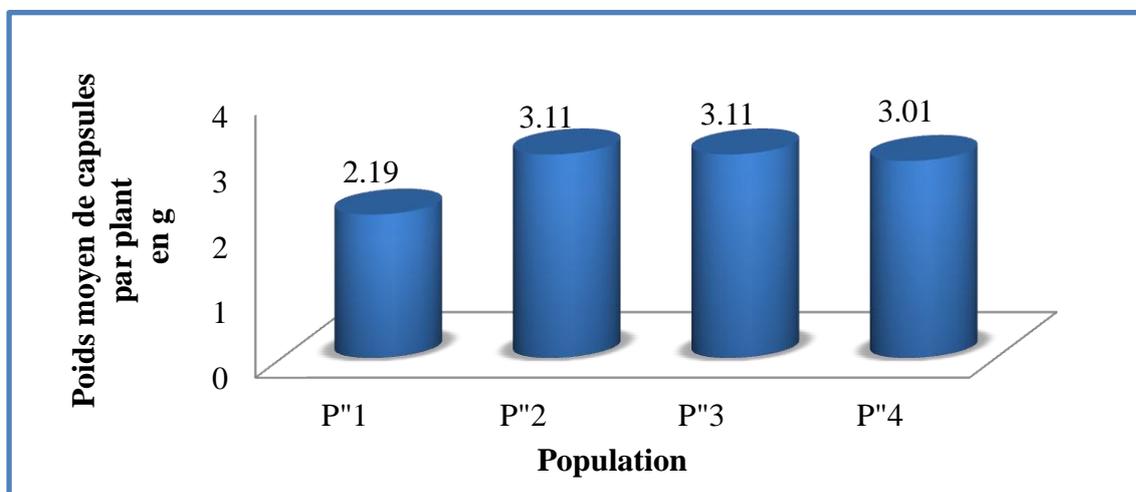


Fig. 76: Poids moyen de capsules par plant en (g).

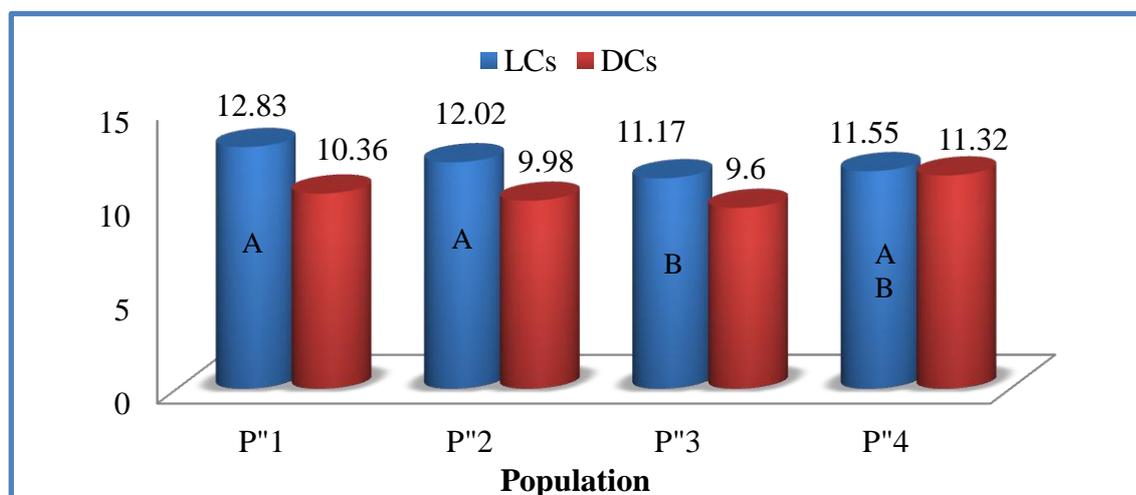


Fig. 77: Longueur (LCs) et diamètre (DCs) moyens d'une capsule en (mm).

9. Nombre moyen de valves par capsules (NVC)

L'analyse de variance révèle une différence hautement significative entre les populations (Annexe 10). La moyenne la plus élevée est notée chez la population P"4 (5,62 valves) représentant le groupe homogène A. Alors que la faible moyenne (5,23 valves) est enregistrée par la population P"1 (groupe C) (Fig. 78 ; Annexe 10).

10. Nombre moyen de graines saines (NGRS)

La population P"2 est celle qui se distingue par une production importante de graine saines (76,82 graines), alors que la population P"1 produit un nombre moyen faible de graines saines avec 66,8 graines (Fig. 79).

L'analyse de variance n'indique aucunes différences significatives entre les populations (Annexe 10).

11. Nombre moyen de graines avortées et échaudées (NGRAE)

L'analyse de variance révèle une différence très hautement significative entre les populations (Annexe 10).

La population P"1 représente le groupe A avec une moyenne de 12,3 graines avortées et échaudées. La population P"4 appartient au groupe B avec 8,7 graines avortées et échaudées. La population P"2 représente le groupe C avec 4,27 graines avortées et échaudées et la population P"3 a une valeur intermédiaire entre P"4 et P"2 (groupe BC avec 7,07 graines avortées et échaudées) (Fig. 79).

12. Nombre moyen total de graines (NTGR)

La meilleure production totale de graines est enregistrée par la population P"4 (83,1 graines). Alors que la population P"3 produit un nombre moyen de graines minimal qui est 77,27 graines (Fig. 79).

L'analyse de variance ne révèle aucune différence significative entre les populations (Annexe 10).

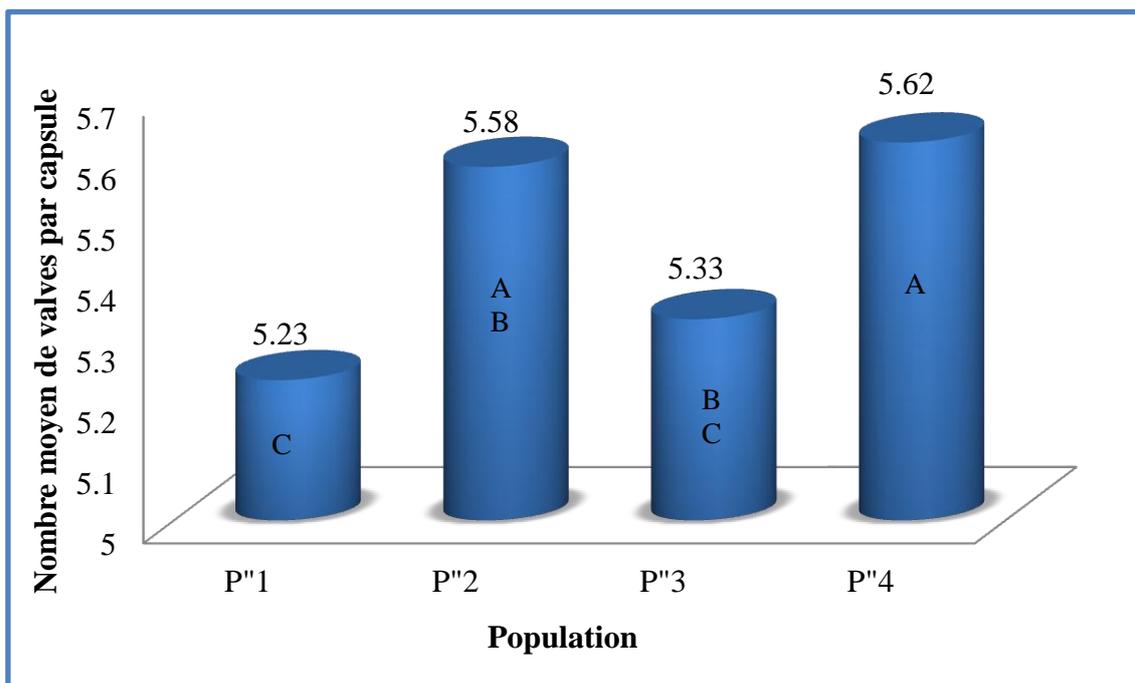


Fig. 78: Nombre moyen de valves par capsule.

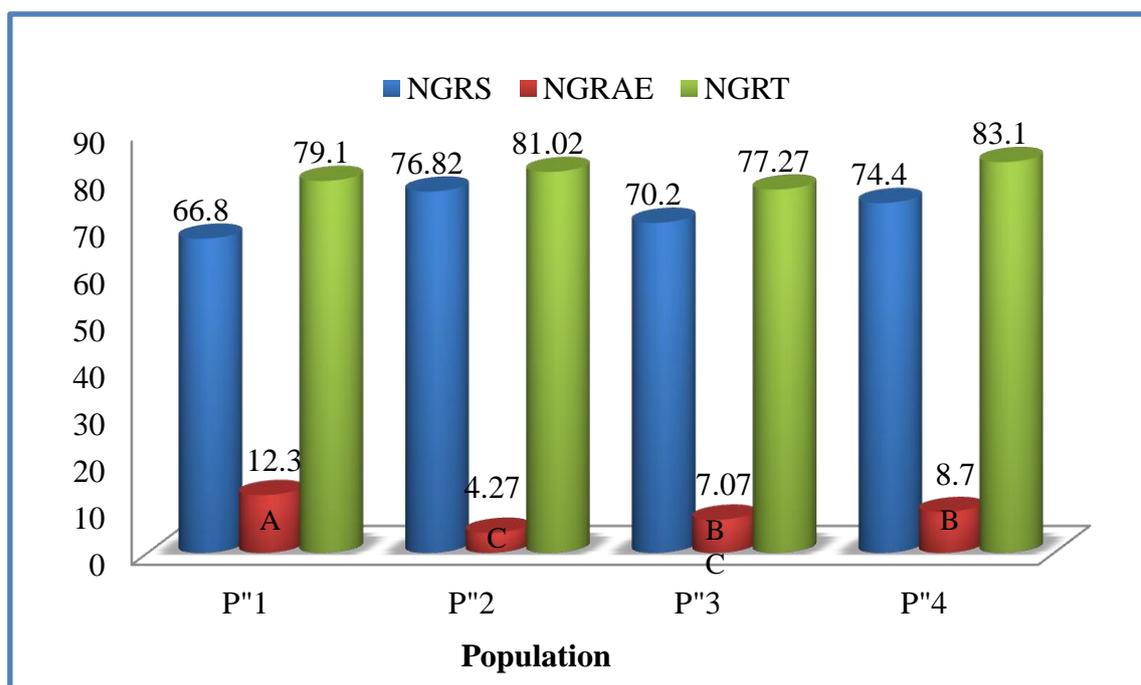


Fig. 79: Nombre moyen de graines saines (NGRS), avortées-échaudées (NGRAE) et totales (NGRT) par capsule.

13. Poids moyen d'une capsule (PCs)

Les populations présentent des moyennes semblables variant entre 0,28 et 0,31 g (Fig. 80).

L'analyse de variance n'a donné aucune différence significative entre les populations (Annexe 10).

14. Poids moyen de graines saines par capsule (PGRSCs)

L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les populations. Ceci suggère une homogénéité des moyennes, en ce qui concerne ce caractère (Fig. 80 ; Annexe 10).

15. Poids moyen de 1000 graines (P1000)

Les résultats de ce caractère semblent homogènes pour les populations étudiées (Fig. 81).

En effet, l'analyse de la variance ne révèle aucune différence significative entre les populations (Annexe 10).

16. Rendement moyen en graines estimé par parcelle (RGP)

Le rendement moyen général parcellaire est de 0,12 kg (Fig. 82).

L'analyse de la variance a donné des différences non significatives entre les populations. Ceci suggère une homogénéité concernant ce caractère (Annexe 10).

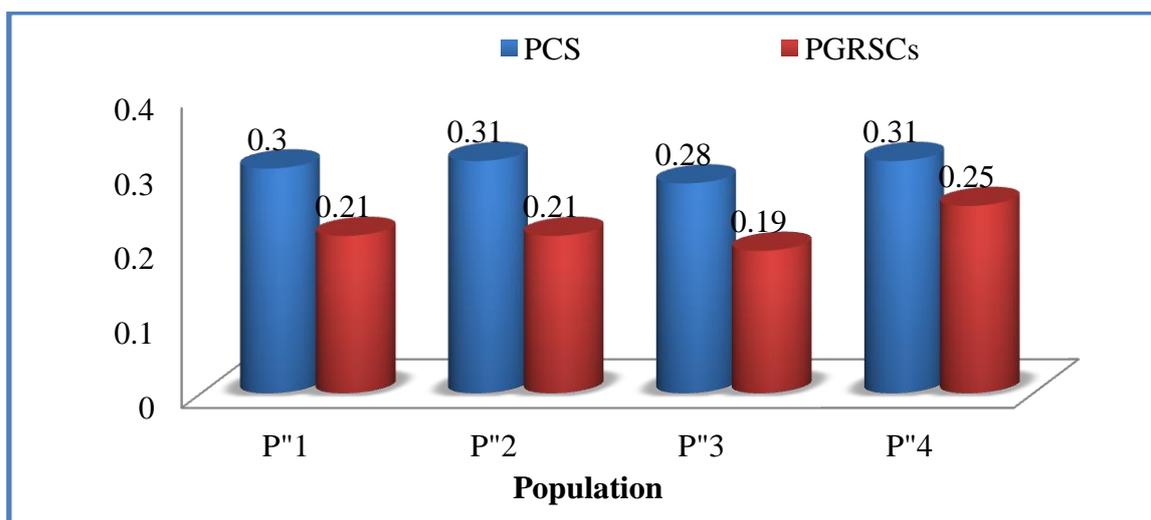


Fig. 80: Poids moyen d'une capsule (PCs) et des graines saines (PGRSCs) par capsules en (g).

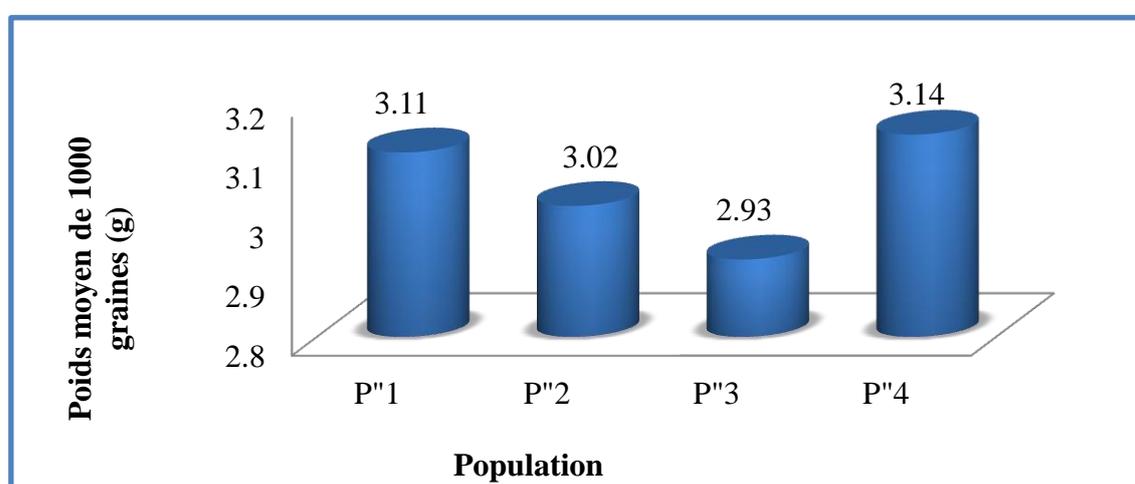


Fig. 81: Poids moyen de 1000 graines en (g)

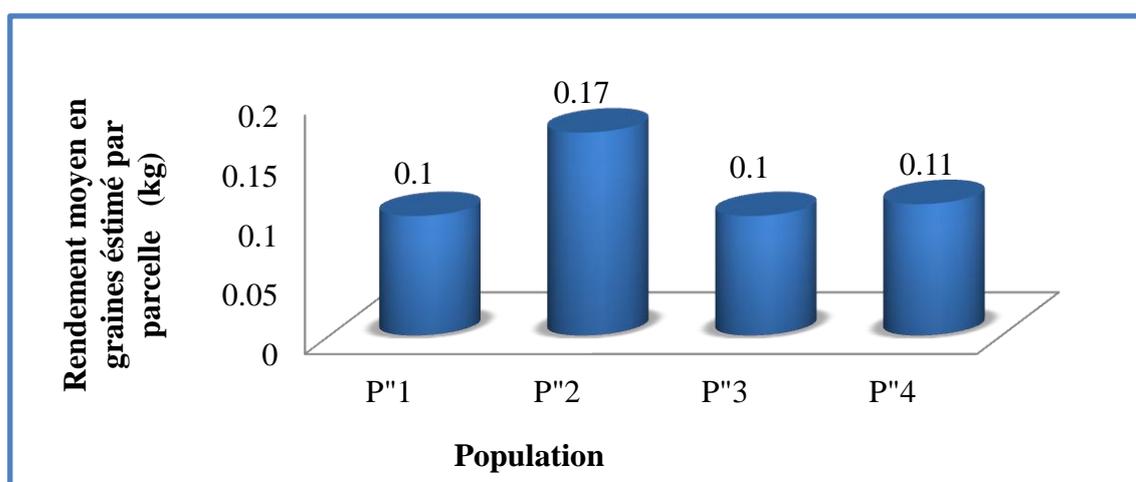


Fig. 82: Rendement moyen en graines estimé par parcelle en (kg).

V. Matrice des corrélations

D'après la matrice de corrélation (Annexe 11), on a remarqué que :

- La vitesse moyenne de germination journalière et la valeur germinative moyenne sont corrélées positivement avec le stade bouton florale, le début floraison, la fin floraison, la formation des capsules et la vitesse moyenne de croissance en hauteur, ainsi que la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications primaires, secondaires totales, de capsules par plant, le poids moyen des capsules, le rendement moyen parcellaire estimé en graines, et négativement au stade maturité, diamètre d'une capsule, nombre moyen de graines avortées et échaudées, poids moyen de graines saines et de 1000 graines.
- La capacité moyenne de germination est corrélée positivement avec la vitesse moyenne de germination journalière, la valeur germinative moyenne, le stade bouton florale, le début floraison, la fin floraison, la formation des capsules, la vitesse moyenne de croissance en hauteur, la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications primaires, tertiaires, totales, de capsules par plant et négativement au stade maturité, diamètre d'une capsule, nombre moyen total de graines, de graines avortées et échaudées et le poids moyen de graines saines.
- Le pourcentage moyen de levée est corrélé positivement avec le stade pleine floraison, la longueur et le poids moyen d'une capsule, le rendement moyen parcellaire estimé en graines et négativement au poids moyen de 1000 graines.
- Les populations tardives au stade bouton floral et début floraison présentent une longue durée entre le stade semis et le stade fin floraison et formation des capsules ; la vitesse moyenne de croissance en hauteur, la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, et de capsules par plant, le poids moyen des capsules sont élevés. Par contre, ces populations sont caractérisées par un stade précoce à la pleine floraison et à la maturité, des petites capsules avec un nombre moyen de graines avortées et échaudées faibles.
- Le stade pleine floraison et le stade maturité sont corrélés positivement avec la longueur et le diamètre moyens d'une capsule, le nombre moyen total de graines, le poids moyen de la capsule, des graines saines et négativement à la vitesse moyenne de croissance en hauteur, la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications totales, secondaires et des capsules par plant.

- La vitesse moyenne de croissance en hauteur est corrélée positivement avec la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications totales, primaires et secondaires, le nombre et le poids moyens des capsules, et négativement à la longueur, le diamètre moyen de la capsule, le nombre moyen de graines avortées et échaudées et le poids moyen de graines saines.
- Les populations tardives au stade fin floraison et à la formation des capsules présentent une vitesse moyenne de croissance en hauteur, une durée de floraison, un nombre moyen de ramifications tertiaires importants, mais elles sont caractérisées par une précocité à la maturité, le diamètre de la capsule, le nombre moyen total de graines et le poids moyen de graines saines faibles.
- Les populations qui présentent une longue durée de floraison ont un nombre moyen de ramifications secondaires, tertiaires, totales, et de capsules par plant élevés, mais le diamètre moyen d'une capsule et le nombre moyen de valves par capsule sont faibles. Ce dernier caractère est corrélé positivement au nombre moyen de graines saines.
- Les populations qui sont caractérisées par des petites capsules ont données un nombre moyen important de ramifications totales et de capsules.
- Les capsules à faible longueur sont lourdes et présentent beaucoup de valves et de graines.
- Les populations qui produisent un nombre moyen de ramifications primaires et secondaires importants sont celles qui donnent un nombre moyen total de ramifications, de capsules, de graines saines et de poids moyen de capsules importants, mais leurs capsules sont de petite longueur.
- Des corrélations significatives de signe négatives existent entre le nombre moyen de ramifications tertiaires et le poids moyen des capsules par plant, le diamètre moyen d'une capsule, le nombre moyen de valves et de graines saines.
- Des corrélations positives existent entre le nombre moyen total de graines, le poids moyen d'une capsule et de graines saines.
- Le poids moyen de 1000 graines est corrélé positivement avec le nombre moyen de graines avortées et échaudées et négativement à la vitesse moyenne de germination, la valeur germinative moyenne, le pourcentage moyen de graines levées, le nombre moyen total de graines, le poids moyen d'une capsule et le rendement moyen estimé en graines. Par contre, ce

dernier caractère est corrélé positivement avec le poids moyen d'une capsule et négativement au nombre moyen de graines avortées et échaudées.

VI. Analyse en composantes principales

Les variations expliquées par les trois axes principaux sont respectivement de 53,99 % de l'information par le premier axe, 30,72 % par le deuxième axe et 15,29 % par le troisième. Le plant 1-2 fournit le maximum d'information (84,71%) suivi du plan 1-3 (69,28%). Nous retiendrons le plan 1-2 qui permet d'expliquer le maximum de l'information totale (Fig. 83).

L'axe 1 est déterminé positivement par :

- Vitesse de croissance en hauteur ;
- Le stade début floraison ;
- Le nombre moyen total de ramifications ;
- La vitesse de germination journalière ;
- La valeur germinative, la capacité de germination et le nombre moyen de capsules par plant ;
- La durée moyenne de floraison, le stade fin floraison ;
- Le nombre moyen de ramifications primaires et secondaire ;
- Le pois moyen de capsules par plant et le stade formation des capsules.

Et négativement par les variables :

- Le stade maturité et le diamètre de la capsule ;
- Le poids moyen de graines saines, le poids moyen de graines saines, le nombre de graines avortées et échaudées et le stade pleine levée ;
- Le poids moyen de la capsule, le nombre moyen total de graines et la longueur moyenne de la capsule.

L'axe 2 est déterminé positivement par :

- Le Nombre moyen de ramifications tertiaires, le poids moyen de 1000 graines ;

- Le nombre moyen de graines avortées et échaudées et le stade formation des capsules.

Et négativement par :

- Le nombre moyen de valves et de graines saines par capsule ;
- Le nombre moyen total de graines et le poids moyen de la capsule ;
- Le rendement moyen parcellaire estimé en graines, le poids moyen des capsules par plants ;
- Le poids moyen de graines saines et le nombre de ramifications primaires.

Le nuage des individus projetés sur le plant factoriel 1*2 permet de distinguer deux groupes opposés (Fig. 84).

Les populations P"2 et P"3, du groupe 1, ont une tardiveté au stade bouton floral, début floraison et fin floraison ; par ailleurs, la durée de floraison est longue, la capacité de germination, la vitesse de germination, la vitesse de croissance en hauteur, le poids moyen de capsules par plant sont élevés. Ces populations produisent beaucoup de ramifications primaires, secondaires, totales et de capsules.

Les populations P"2 et P"3 s'opposent aux populations P"1 et P"4. Ces deux dernières ont une longue durée entre le stade semis, le stade pleine floraison et le stade maturité. Elles se distinguent aussi par un nombre important de graines avortées et échaudées. Le diamètre moyen de la capsule, le poids moyen de 1000 graines sont élevés,

Ces résultats confirment ceux obtenus par l'analyse de variance.

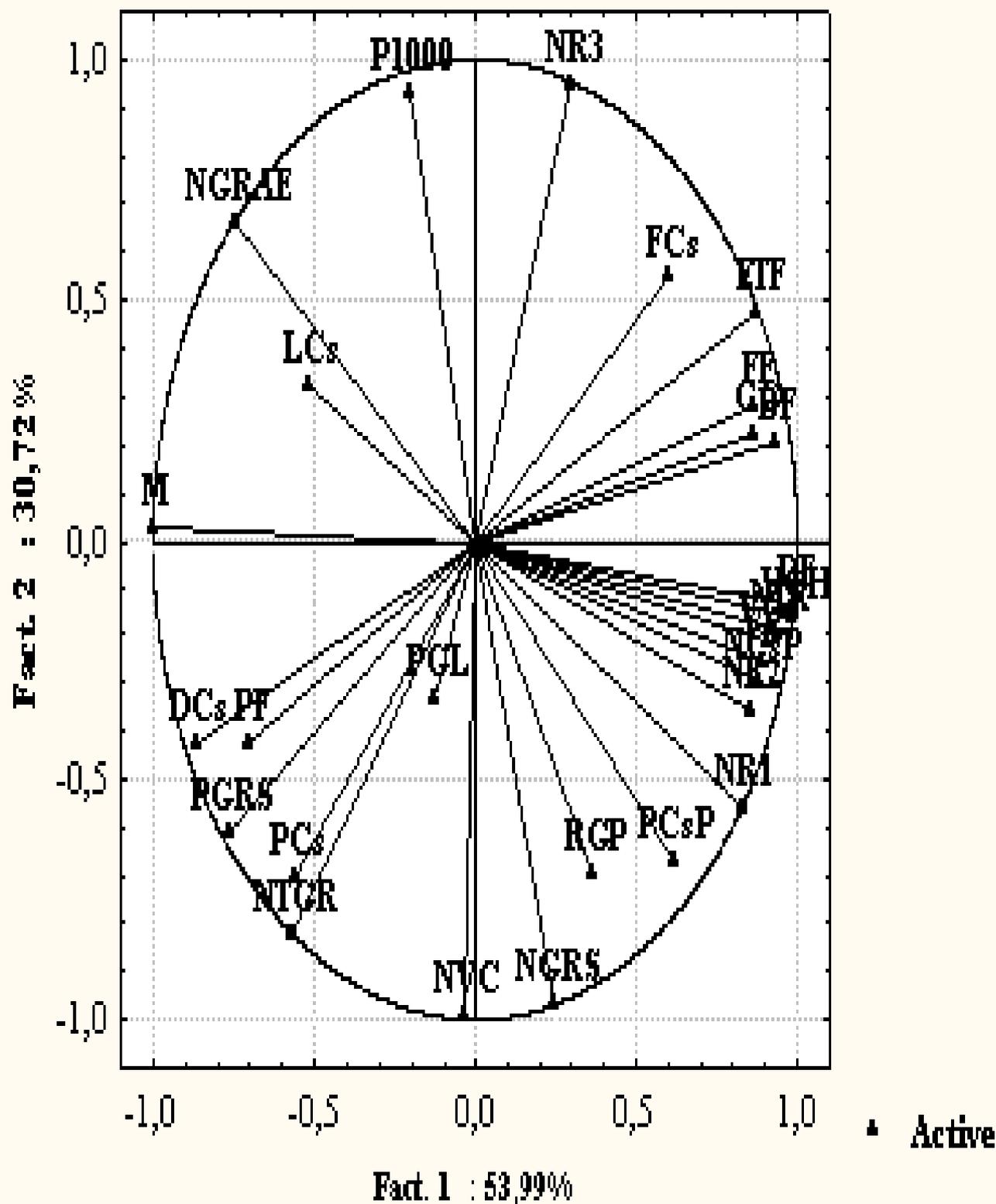


Fig. 83:Analyse en composante principale, projection des variables sur le plan factoriel (1*2) (*Nigella sativa* L.).

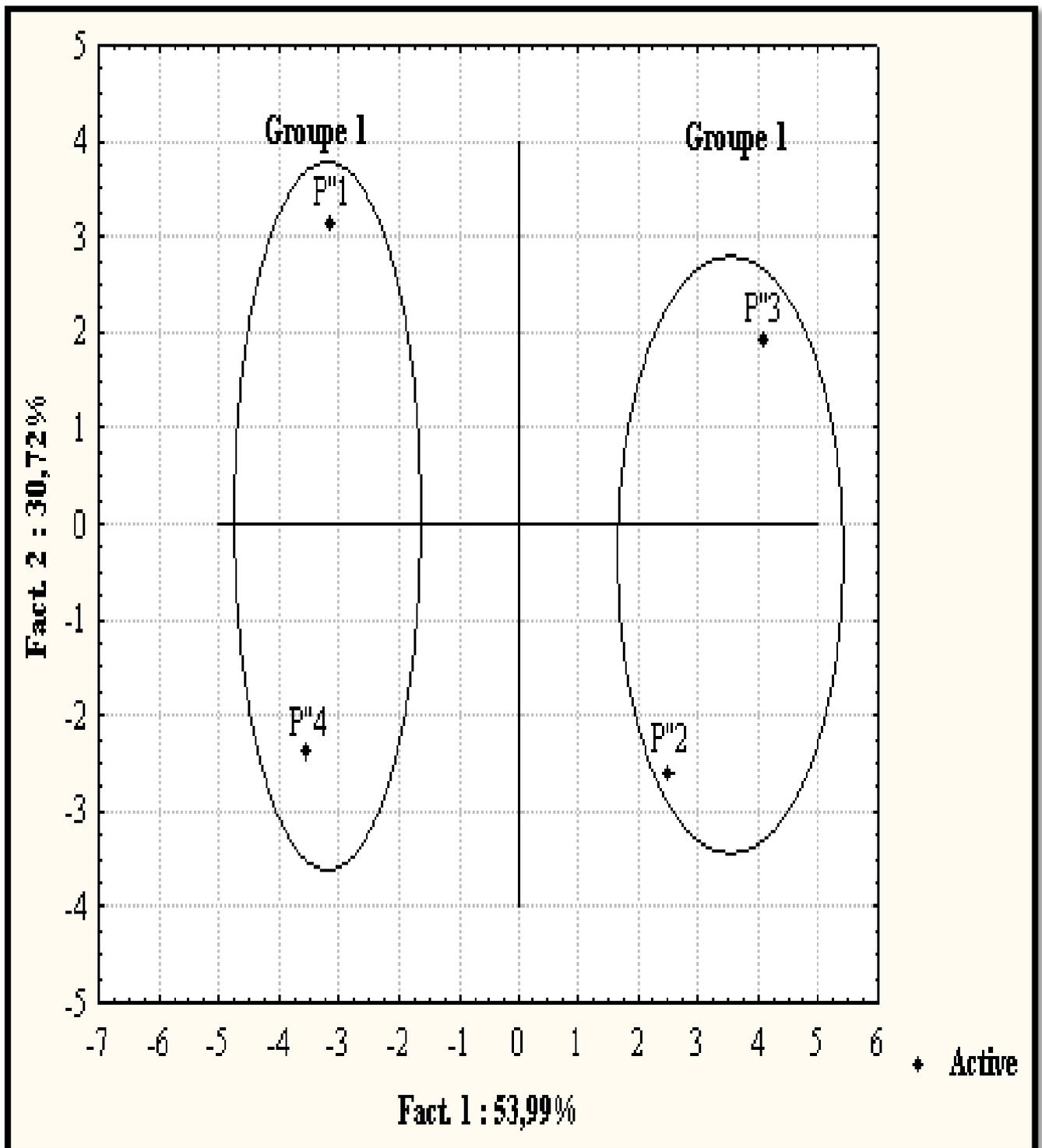


Fig. 84: Analyse en composante principales, projection des individus sur le plan factoriel (1*2)
(*Nigella sativa* L.).

Chapitre IV : Discussion

FENUGREC (*Trigonella foenum graecum* L.)

1. Germination

Les graines de fenugrec ont une capacité germinative moyenne de 96.38%. Cette valeur indique une bonne aptitude à germer.

Les valeurs moyennes de la vitesse de germination journalière, de la capacité de germination et de la valeur germinative ont montré une hétérogénéité entre les populations étudiées ; les populations P1 et P3 présentent les valeurs les plus élevées.

2. Caractères phénologiques

La variabilité entre populations pour le caractère levée et pleine levée est considérable, cette variabilité est due à la qualité de semences (DUCREUX, 2002 ; PETER *et al.*, 2003 ; REGER, 2007 ; OZENDA, 2000 ET HOPKINS, 2003).

La levée et la pleine levée chez les populations P3, P1 et P2 est plus précoce que chez les autres populations. La levée était relativement précoce en comparaison avec les résultats de TCHOKETCH-KEBIR (1987) qui indique une levée en 20 jours. BENMOUHAMED (1990) a noté la levée en 10 jours après le semis. Par contre BENMOUHAMED (1998) a enregistré la levée en 15 jours après le semis.

Le pourcentage moyen de levée atteint est souvent appréciable pour la majorité des populations, dont les populations P3 et P1 présentent la valeur la plus élevée. Ce résultat est nettement supérieur à celui de BENMOUHAMED (1990) sur les générations G0 et G1 de certaines populations de fenugrec avec respectivement 77,11% et 79,44%.

La floraison est intimement liée aux conditions climatiques. On a remarqué une homogénéité du comportement entre les populations concernant ce caractère. La période entre le semis et le début floraison, la pleine floraison et la fin floraison est plus courte en comparaison avec les résultats obtenus par BENMOUHAMED (1998) qui indique un début floraison à 73,5 jours, une pleine floraison à 97,33 jours et une fin floraison à 127,5 jours après le semis.

La floraison est étalée sur un nombre moyen de 32 jours. D'après les résultats de BENMOUHAMED (1990) la floraison s'est étalée sur 37 jours.

La nouaison et la formation de gousses montrent une variation entre les populations. La population P4 qui est la première à achever sa floraison, c'est la première aussi à débiter la nouaison et la formation de gousses. Par contre, la maturité des gousses n'indique pas une grande variation.

3. Caractères de développement végétatif

Les six populations présentent une dynamique de développement régulière et hétérogène.

En se basant sur les résultats de développement en hauteur et la vitesse moyenne de croissance en hauteur, on peut globalement scinder le matériel végétal en deux groupes :

- Groupe bien développé avec une vitesse rapide : P1, P4 et P2.
- Peu développé avec une vitesse faible : P6, P5 et P3.

4. Etude biométrique

Les résultats obtenus pour les deux caractères nombre moyen de ramifications primaires et totales montrent une grande variabilité entre les populations étudiées, et les populations P4 et P2 présentent les valeurs les plus élevées. Par contre, il y a une homogénéité concernant le nombre moyen de ramifications secondaires. La moyenne générale du nombre moyen de ramifications totales est nettement inférieure à la moyenne de 7,5 ramifications signalée par BENMOUHAMED (1990) et à la moyenne de 36 ramifications indiquée par ACHARYA (2006).

Le nombre moyen de gousses sur l'axe principal est variable d'une population à une autre. Les populations P5, P2 et P1 présentent les valeurs les plus importantes.

Le nombre moyen de gousses sur les ramifications primaires, secondaires et le nombre moyen total de gousses ne montrent pas une grande variation.

Le poids moyen de gousses par plant est homogène entre les populations.

La population P6 présente des valeurs importantes du poids moyen d'une gousse, du poids moyen des graines saines, de la longueur et du diamètre de la gousse et du poids moyen de mille graines.

La moyenne générale de la largeur, du diamètre et du nombre moyen de graines par gousse chez les six populations est nettement supérieure aux moyennes indiquées par TCHOKETCH-KEBIR (1987) avec respectivement 10,30 cm, 0,420 mm et 11,83 graines par gousse.

La population P2 a donné un nombre moyen total de graines et de graines saines le plus élevé.

Le poids moyen général de mille graines trouvé (18,25g) est inférieur à la moyenne indiquée par MOKKEDEM (2004a) (21g).

5. Matrice des corrélations

Les populations tardives à la levée présentent des valeurs moyennes importantes de la vitesse de germination, de la capacité de germination, de la valeur germinative et du pourcentage de levée.

Les populations tardives au stade pleine levée, début floraison, nouaison et formation des gousses produisent beaucoup de gousses sur l'axe principal. Elles donnent des valeurs importantes de pourcentage moyen de levée et de rendement moyen parcellaire, mais le nombre moyen de ramifications primaires, secondaires, totales et le nombre moyen de graines sur les ramifications primaires sont faibles.

Lorsque le stade début floraison est tardif chez les populations, le cycle végétatif et l'étalement de la floraison sont courts et la sensibilité à l'échaudage et l'avortement est élevée.

Chez les populations à vitesse moyenne de croissance en hauteur rapide, les caractères nombre moyen de ramifications primaires, secondaires, totales, nombre moyen de graines sur les ramifications secondaires et nombre moyen total de graines ont des valeurs élevées.

Les populations qui sont caractérisées par des gousses lourdes et grandes produisent beaucoup de graines et donnent un poids moyen important de 1000 graines. Ce dernier caractère, évolue dans le même sens que le rendement moyen parcellaire estimé en graines.

6. Analyse en composantes principales

La population P5, tardive à la floraison, sensible au phénomène d'échaudage et d'avortement et produisant un rendement moyen parcellaire estimé en graines important, s'oppose à la population P4 qui produit beaucoup de ramifications.

La population P6 présente des gousses grandes et lourdes.

CARTHAME (*Carthamus tinctorius* L.)

1. Germination

Nous avons remarqué une hétérogénéité entre les moyennes pour les caractères vitesse de germination journalière, capacité de germination et la valeur germinative ; la population P'3 a donné les valeurs les plus élevées.

2. Caractères phénologiques

La variabilité entre les populations pour les caractères phénologiques n'est pas considérable sauf pour le caractère étalement de la floraison ; la population P'3 a la durée d'étalement de la floraison la plus longue.

La moyenne générale du nombre de jours entre le semis et la pleine floraison est nettement supérieure à la moyenne de 84.16 jours mentionnée par MUÑOZ-VALENZUELA (2007) et inférieure à la moyenne de 108,39 jours indiquée par KHOSHNOUD (2005), de 121 jours indiquée par KHOSHNOUD ET AL (2000) et de 203 jours rapportée par KHAN *et al.* (2009).

3. Caractères de développement végétatif

Les résultats des mesures de la hauteur présentent une certaine fluctuation ; les populations P'1 et P'2 présentent le développement le moins important durant les trois premières dates de notation et elles ont une vitesse de croissance moyenne en hauteur la plus rapide.

4. Etude biométrique

Nous avons trouvé un nombre moyen de 17.28 branches par plant approximativement égal à celui mentionné (17,3) par de KIZIL1 *et al.* (2008) contre 23.3 et 9,40 branches indiqués, respectivement, par KHOSHNOUD (2005) et KHOSHNOUD *et al.* (2006) ; CAMAS *et al.* (2007) a noté 6,61 branches par plant chez le cultivar Yenice.

Le nombre moyen de capitules par plant et par branches est variable d'une population à une autre ; la population P'3 présente la valeur la plus importante. Par contre le poids moyen de capitules et de fleurs par plant est homogène.

Les valeurs moyennes de la longueur et du diamètre d'un capitule sont hétérogènes, et la population P'3 présente la longueur le plus élevé et le diamètre le plus faible. Mais elle a produit un nombre moyen de graines totales faible.

Le nombre moyen de graines totales, saines et infectées évoluent dans le même sens.

Concernant le caractère nombre moyen total de graines par capitule, les moyennes de 23,3 et de 29,71 graines citées, respectivement, par KHOSHNOUD (2005) et ÇAMAS *et al.* (2007) sont plus élevées que celles que nous avons trouvées.

Le poids moyen d'un capitule a une valeur élevée chez les populations P'1, P'2 et P'4, comparé à la population P'3.

Nous avons remarqué une homogénéité entre les moyennes concernant le caractère poids de graines saines par capitule, dont la population P'4 présente la valeur la plus importante.

Le poids moyen de mille graines marque une variabilité entre les populations étudiées.

Les valeurs moyennes du rendement estimé en fleurs et en graines sont homogènes. La population P' 3 présente la valeur la plus élevée du poids moyen de 1000 graines et du rendement moyen estimé en fleurs et en graines.

5. Matrice des corrélations

Les populations à capacité moyenne de germination élevée ont une valeur germinative moyenne et un pourcentage moyen de levée importants, une précocité à la floraison, un nombre moyen de branches de capitules par plant et un poids moyen de 1000 graines élevés et elles donnent un rendement moyen parcellaire estimé en graines et en fleurs élevés.

Les populations tardives à la levée et à la pleine levée produisent un nombre moyen de branches et un rendement moyen parcellaire estimé en graines faibles.

Les populations à vitesse moyenne de croissance en hauteur rapide sont tardives au stade formation de branches, bouton florale, début floraison, pleine floraison, maturité et donnent un nombre moyen important de graines totales, saines, infectées, échaudées.

Le stade formation de branches est corrélé positivement avec le stade pleine levée et négativement au stade rosette.

Le stade bouton floral est corrélé positivement avec le stade pleine floraison et négativement à la durée de floraison.

Le stade début floraison est corrélé positivement avec le stade pleine floraison, fin floraison, maturité et le nombre moyen de graines échaudées

Le nombre moyen de graines totales, saines, infectées, échaudées, poids moyen d'un capitule et de graines saines évoluent dans le sens inverse du caractère poids moyen de 1000 graines.

6. Analyse en composantes principales

La population P'3 s'oppose aux populations P'1, P'2, P'4 qui sont caractérisées par une faible capacité de germination, présentent un cycle végétatif et une vitesse moyenne de croissance en hauteur importants, mais elles assurent une faible productivité en branches, en fleurs et en graines.

NEGELLE (*Nigella sativa* L.)

1. Germination

Concernant la vitesse moyenne de germination journalière, la capacité moyenne de germination et la valeur germinative moyenne, les valeurs moyennes les plus élevées sont enregistrées chez les populations P"2 et P"3. Alors que la valeur moyenne la plus faible est présentée par la population P"4, compte tenu de la durée de stockage subie (plus de 3 ans).

2. Caractères phénologiques

La nigelle a donnée une levée tardive en comparaison avec le fenugrec et le carthame et un pourcentage moyen de levée très faible malgré la scarification de semences. RAVEN *et al.* (2003) a indiqué que les causes qui influent le plus fréquemment sur la germination des graines sont l'immaturation physiologique de l'embryon et l'imperméabilité du spermodermis à l'eau et parfois à l'oxygène. En effet, les facteurs climatiques comme la température, les précipitations, l'évapotranspiration, les quantités cumulées de chaleur et de rayonnement reçues et la durée du jour, agissent sur la croissance et le développement des plantes et déterminent la dynamique de la production (LEGER *et al.* 2000).

Les populations étudiées avaient un comportement homogène pour le caractère pourcentage de levée, bouton floral, floraison, étalement de la floraison, formation des capsules. Par contre, les résultats du caractère maturité des capsules a révèlent une grande variabilité.

3. Caractères de développement végétatif

La population P"2 présente une dynamique de développement régulière et une vitesse de croissance rapide, par contre, la population P"1 montre un développement moins important avec une vitesse faible.

4. Etude biométrique

Les populations P"3 et P"2 qui présentent les valeurs importantes de nombre moyen de ramifications totales, primaires et secondaires sont les plus productives en capsules (nombre et poids) à l'opposé de la population P"1.

Les caractères longueur moyenne de la capsule et de valves par capsule sont différents significativement entre les quatre populations. Alors que le caractère diamètre de la capsule a donné

une homogénéité remarquable entre les populations. La population P"1, la plus haute, présente un nombre moyen de valves moins important. Par contre, la population P"4 qui est caractérisée par un petit diamètre présente un nombre moyen de valves plus important.

Les résultats obtenus sur le nombre moyen total de graines et de graines saines, le poids moyen d'une capsule sont homogènes entre les populations étudiées. Par contre, nous avons trouvé une grande variabilité concernant les caractères nombre moyen de graines avortées et échaudées, poids moyen de graines saines et poids moyen de 1000 graines.

Le rendement moyen des quatre populations de nigelle étudiées (3 q/ha) est nettement inférieur à la moyenne indiquée (10 à 15 q/ha) par MOKKEDEM (2004).

5. Matrice des corrélations

La vitesse moyenne de germination journalière, la valeur germinative moyenne et la capacité moyenne de germination sont corrélées positivement avec le stade bouton florale, début floraison, fin floraison, formation des capsules, la vitesse moyenne de croissance en hauteur, la durée de floraison, le nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, le nombre de capsules par plant et négativement au stade de maturité, diamètre d'une capsule, nombre moyen de graines avortées et échaudées.

Les populations tardives au stade bouton floral et début floraison présentent un nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, un nombre de capsules par plant et un poids moyen des capsules élevés, mais les nombres moyens de graines avortées et échaudés sont faibles.

Les populations à vitesse de croissance rapide présentent un nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et totales, un nombre et poids moyens des capsules élevés ; mais, la longueur et le diamètre moyens de la capsule, le nombre moyen de graines avortées et échaudées et le poids moyen de graines saines sont faibles.

Le nombre moyen de ramifications primaires et secondaires évoluent dans le même sens que le nombre moyen total de ramifications, de capsules, de graines saines et du poids moyen des capsules, et dans le sens négatif à la longueur moyenne des capsules.

Des corrélations positives existent entre le poids moyen de 1000 graines et le nombre moyen total de graines, le poids moyen d'une capsule et le rendement moyen estimé en graines.

6. Analyse en composantes principales

Les populations P"2 et P"3, qui ont une capacité et une vitesse moyennes de germinations importantes et une vitesse moyenne de croissance en hauteur, produisent beaucoup de ramifications et de capsules. Par contre, les populations P"1 et P"4, qui s'opposent aux populations P"2 et P"3, se distinguent par un long cycle végétatif, le nombre moyen de graines avortées et échaudées, le diamètre moyen de la capsule, et le poids moyen de 1000 graines importants.

Conclusion

L'étude de la variabilité phénotypique constitue une première approche d'évaluation de la diversité génétique. Nous avons sélectionné pour cette étude 36 caractères pour le fenugrec et le carthame et 33 caractères pour la nigelle. Les caractères sont analysés par des tests statistiques.

Concernant le fenugrec, l'analyse des résultats a montré que les populations étudiées sont plus ou moins différentes suivant leurs provenances.

La population P1 introduite et la population P3 provenant d'Ain Naga se distinguent des autres populations par la vitesse moyenne de germination journalière, capacité moyen de germination et la valeur germinative moyenne, la précocité à la levée, à la pleine levée et le pourcentage moyen de levée plus élevés.

La population P6 provenant de M'Zérâa par ses composantes les plus importantes : le poids moyen d'une gousse et de graines saines, la longueur et le diamètre moyens de la gousse ainsi le poids moyen de 1000 graines, forme un groupe séparé des autres populations.

Les résultats des corrélations et de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ont montré que les populations tardives à la floraison, sont plus sensibles au phénomène d'avortement et d'échaudage et elles donnent un rendement moyen parcellaire élevé. Les populations à floraison plus étalée produisent un nombre moyen faible de ramifications primaires, secondaires et totales.

Chez le carthame, la variabilité des caractères étudiés était visible pour les caractères de germination et pour la majorité des caractères biométriques. Par contre, les caractères phénologiques présentent une variabilité très réduite entre les populations étudiées.

La population P'3 provenant de Besbes est caractérisée par une vitesse moyenne de germination journalière, une capacité moyenne de germination, une valeur germinative moyenne, la durée de floraison, le nombre moyen de capitules par plant et par branches, la longueur d'un capitule, du poids moyen de 1000 graines, le rendement moyen estimé en fleurs et en graines plus élevés que chez les autres populations P'1, P'2 provenant d'Ain Naga et P'4 de Sidi Khaled qui se distinguent par des valeurs importantes de la vitesse moyenne de croissance en hauteur, le poids et le diamètre moyens d'un capitule, le nombre moyen de graines (totales, saines, infectées et échaudées) sont également élevés.

L'analyse de l'ACP a montré que les quatre populations étudiées sont bien structurées entre elles, deux groupes se sont formés et sont bien séparés, le premier comprend les populations P'1, P'2 provenant d'Ain Naga et P'4 provenant de Besbes.

Les résultats obtenus sur les populations de nigelle indiquent une très faible variation concernant les paramètres phénologiques. De même le pourcentage de levée est très faible, ce paramètre est probablement sous l'influence du milieu.

Les caractères de germination ont montré une grande variabilité, alors que les caractères biométriques sont plus ou moins hétérogènes.

Nous avons pu établir des différences entre les populations P"3, provenant d'Ain Naga, et P"2, de T'Koute, par rapport aux populations P"1 introduite et P"4 provenant d'Ouled Djallel. Les populations P"3 et P"2 se distinguent par la vitesse moyenne de germination journalière, la capacité moyenne de germination et la valeur germinative moyenne, la durée de floraison, la vitesse moyenne de croissance en hauteur, le nombre moyen total de ramifications, le nombre moyen de capsules par plant et le rendement parcellaire estimé en graines élevés.

Les populations P"1 et P"4 se caractérisent par un long cycle végétatif. Le nombre moyen de graines avortées et échaudées, le diamètre moyen de la capsule, et le poids moyen de 1000 graines sont importants.

La répartition des quatre populations sur le plan de l'ACP a montré deux groupes distincts. Le groupe 1 renferme les populations P"2 de T'Koute et P"3 d'Ain Naga. Le groupe 2 est représenté par P"1 introduite et P"4 d'Ouled Djallel.

Pour les trois espèces, les résultats obtenus ne constituent qu'un début à la caractérisation de ces populations. Il nous semble intéressant d'approfondir ultérieurement l'étude de ces populations afin d'éclaircir les phénomènes génétiques et biochimiques qui régissent leur caractères et d'établir une base de données qui pourra éventuellement servir de base à des travaux d'hybridation et de sélection.

Bibliographies

1. ABDULELAH. H.A.A., ET ZAINAL-ABIDIN. B. A. H., 2007: « *In Vivo* Anti-malarial Tests of *Nigella sativa* (Black Seed) Different extracts ». American Journal of Pharmacology and Toxicology 2 (2).ISSN 1557-4962. pp: 46-50..
2. ACHARYA S., SRICHAMROEN A., BASU S., OORAIKUL B ET BASU T., 2006: « Improvement in the nutraceutical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Songklanakarin ». J. Sci. Technol. 2006. 28(Suppl. 1) pp: 1-9p.
3. AMEROUN R., 2003 : « La relation des cultures oléagineuses en Algérie : quel plan directeur de recherche et de développement adopter pour leur relance ». *In* actes des travaux de l'atelier sur l'introduction et le développement des cultures oléagineuses en systèmes de production diversifiés en Algérie, 16-18 décembre 2002 Guelma. (Algérie). ITGC. 15-25p.
4. BELOUED A., 2001 : « Plantes médicinales d'Algérie ». office des publications universitaires Ben-Aknoun. (Alger). 277p.
5. BENDIFALLAH N., 2002 : « Etude du comportement et de la variabilité chez quelques population de *Medicago ciliaris* et *Medicago intertexta* ». Mémoire d'ingénieur en phytotechnie et amélioration végétales. ENSA (Ex INA). El Harrach. 93p.
6. BENMOUHAMED A., 1991 : « Evolution du comportement de quelques provenances de fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.) ». Mémoire d'ingénieur en phytotechnie. ENSA (ex INA). El Harrach. 46p.
7. BENMOUHAMED A., 1998 : « Etude du comportement de quelques populations de fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.) cultivées dans le sub humide : analyse biométrique, dénombrement chromosomique et mise en évidence des protéines ». thèse de magister en Sciences agronomiques ; spécialité (phytotechnie). ENSA (ex INA). El Harrach. 237p.
8. BENZOHRRA A., 2001: « Le carthame : in forum sur les conditions de développement des cultures oléagineuses en Algérie ». 13-17 Janvier 2001. (ITGC).
9. BETTI. J.L., 2002: « Medicinal plants sold in Yaoundé markets, cameroonafican study monographs ». 23(2). pp: 47-64.
10. BURHAN A., 2007: « The determination of oil content and fatty acid compositions of domestic and exotic safflower (*carthamus tinctorius* L.) Genotypes and their interactions ». Journal of agronomy 6 (3). pp: 415-420.
11. ÇAMAS N., AYAN A., ESENDAL E., 2005: « Leaf area prediction model for safflower (*carthamus tinctorius* L.) ». Pakistan Journa of Biological Sciences 8 (11) ISSN 1028-8880 pp: 1541-1543.
12. ÇAMAŞ N., ÇIRAK C ET ESENDAL E., 2008: « Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*carthamus tinctorius* l.) Grown in northern turkey conditions ».J. of Fac. of Agric. Omu. 22(1). pp : 98-104.
13. CHAMSEDDINE A., 2003 : « La Curation Par La Graine Noire d'après la sunna prophétique et la médecine antique et moderne ». beirut- lebanon. 237p.
14. CIHAT ÖNER A., MERCAN U., ÖNTÜRK H., CENGİZ N., ERTEN R., ÖZBEK H., 2008 : « Anti-inflammatory and Hepatoprotective Activities of (*Trigonella foenum-graecum* L) ». Pharmacologyonline 2. pp: 126-132.
15. COMPLAN F., 1999 :« Guide des condiments et épices du monde ». (suiszterland). Paris. 192p.
16. COŞGE B., GÜRBÜZ B ET KIRALAN M., 2007: « Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in spring and winter ». International Journal of Natural and Engineering Sciences 1 (3). pp: 11-15.

17. DJENDER R., 2003 : « L'ENCG et les cultures oléagineuses : contraintes et perspectives ». In actes des travaux de l'atelier sur l'introduction et le développement des cultures oléagineuses en systèmes de production diversifiés en Algérie 16-18 décembre 2002 Guelma. (Algérie). ITGC. pp : 32-38.
18. DUCREUX G., 2002 : « Introduction à la botanique ». Paris. 96pp. 256p.
19. EDDE G., 1985 : « La voie des plantes (plantes médicinales d'ici et d'ailleurs : mode d'emploi) ». ENCRE. 183p.
20. EKIN Z., 2005 : « Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius*L.) Utilization: a global view''. Journal of agronomy 4 (2). ISSN 1812-5379. pp: 83 -87.
21. FRICK C. ET HEBEISEN. TH., 2005 : « Le carthame, une plante oléagineuse adaptée à la Suisse ». Revue suisse Agric. 37 (5). pp : 215-220.
22. GALVIN M., 2004 : « La connaissance métisse : Une analyse de la politique de protection des connaissances traditionnelles au Pérou ». Thèse de doctorat, I U E D (Genève). Université de Genève. 61pp. 400p.
23. GIRRE L., 2001 : « Les plantes et les médicaments ». Paris. Tirage 2006. 253p.
24. GONZÁLEZ-TEJERO M.R.M., CASARES-PORCEL., SÁNCHEZ-ROJAS C.P., RAMIRO-GUTIÉRREZ J.M., MOLERO-MESA J., PIERONI A., GIUSTI M.E., CENSORII E., DE PASQUALE C., DELLA A., HADIJCHAMBI PARASKEVA D., HADIJCHAMBIS A., HOUMANI Z., EL-DEMERDASH M., EL-ZAYAT M., HMAMOUCHE M., ELJOHRIG S., 2008: « Medicinal plants in the Mediterranean area: Synthesis of the results of the project Rubia ». Journal of Ethno pharmacology. 116. pp: 341–357.
25. HARIEL J., 1992 : « Utilisation des extraits d'épices et d'aromates dans les produits alimentaires, pharmaceutiques et les produits de parfumerie : In épices et aromates (collection scientifiques agro-alimentaires) ». pp : 71-100. 339p.
26. HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 2000 : « Physiologie végétale et développement ». France. 366p.
27. HOPKINS W.G., 2003 : « Physiologie végétale ». 1^{ère} édition. Bruxelles. 294pp. 514p.
28. KHAN M.A., VON WITZKE-EHBRECHT S., MAASS B.L. ET BECKER H.C., 2008: «Relationships among different geographical groups, bagro-morphology, fatty acid composition and RAPD marker diversity in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) ». Genet Resour Crop Evol (2009) 56. DOI 10.1007/s10722-008-9338-6. pp: 19–30.
29. KHONSHNOUD A. ET CARAPTIAN J., 2006: « Genitic variation in a safflower germplasm grown in rainfed cold draylands ». Journal of agronomy 5 (1). ISSN 1812-5379. pp: 50-52.
30. KHOSHNOUD A., 2005: « Evaluation of Safflower Germplasm by Some Agronomic Characteristics and Their Relationships on Grain Yield Production in the Cold Dry Land of Iran». International journal of agriculture and biology. 1560–8530/2005/07–3. pp: 389–391.
31. KIZIL. S., ÇAKMAK.Ö, KIRICI. S., İNAN. M., 2008: « A comprehensive study on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) ». In semi-arid conditions, Biotechnol and Biotechnol. Eq. 22/2008/4. pp : 947-953.
32. KOTHE HANS W., 2007: « 100 Plantes aromatiques et médicinales ». Terres Editions. France 500 p.
33. LAFFITTE B., 1999 :« Le mességué : encyclopédie familiale des plantes médicinales ». Bookprint. S.L. Barcelone. 427p.
34. LAPEYRONIE A., 1982 : « Les productions fourragères méditerranéennes ». Maisonneuve et Larose. ed. Paris ; 425p.
35. LAROUSE AGRICOLE., 1981 : « Le Larousse agricole ». Paris. pp237. p1207.
36. LECHEVALIER P., 1927 : « Les plantes médicinales et leurs propriétés, encyclopédie pratiques du naturaliste ». Librairie pour les sciences naturelles pari 136p.

37. LEGER F., BELLON S. ET GUERIN G., 2000 : « Outils et méthodes pour analyser les ressources au pâturage ». Options Méditerranéennes. Sér. A / n°39. pp : 205-215.
38. LESLEY B., 1998 : « L'œil nature : les plantes aromatiques et médicinales ». Larousse. bordas. Paris. 304p.
39. LI D. ET HANS-HENNING M., 1996: « Safflower (*carthamus tinctorius* L.) ». International Plant Genetic Resources Institute. Italy. 74p.
40. MAHASI M.J., WACHIRA F.N., PATHAK R.S et RIUNGU T.C., 2009: «Genetic polymorphism in exotic safflower (*Carthamus tinctorious* L.) Using RAPD markers ». Journal of Plant Breeding and Crop Science Vol. 1(1). pp: 008-012.
41. MATALLAH R., 1983 : « Etude comparative de la valeur alimentaire de cinq variétés de carthame, Mémoire d'ingénieur en technologie alimentaire ». ENSA (ex INA). El Harrach. 93p.
42. MESSAILI B., 1995 : « Systématique des spermaphytes ». OPU; Alger. 91p.
43. MESSOUDI S., 2005 : « Les plantes médicinales ». Dar Elfiker. Tunis p 496.
44. MINISTERE DE LA COOPERATION. 1998 : « Mémento de l'agronome ». 4^{ème} éd ; France. pp : 880-881 .1635p.
45. MOKKEDEM A., 2004a : « La culture du fenugrec la Nigelle (*Trigonella fenum graecum* L) en zone subhumide ». INRA. Baraki- Alger. 10p.
46. MOKKEDEM A., 2004b : « La culture de la Nigelle (*Nigella sativa* L) en zone subhumide » INRA. Baraki-Alger ; 10p.
47. MOKKEDEM A., 2004c : « Guide pratique des cultures en secs de quelques plantes médicinales, condimentaires et aromatiques ». INRA. Baraki - Alger. 10p.
48. MOKKEDEM A., 2004d : « Note sur les plantes condimentaires et aromatiques dans la région du Touat et le Gourara (ADRAR) ». INRA. Baraki - Alger. 10p.
49. MÜNDEL H., AUTHOR S., BLACKSHAW R., ROBERT BYERS J., C HUANG H., JOHNSON D., KEON R., KUBIK J., MCKENZIE R., OTTO B., ROTH B. ET STANFORD K., 2004 : « Safflower Production on the Canadian Prairies ». Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre; PO Box 3000; Lethbridge, Alberta. T1J 4B1. 35p.
50. MUÑOZ-VALENZUELA S., CHANDA M.G., MONTOYA-CORONADO L. ET RIVERA-ROJAS M.V., 2007: « Evaluation of Safflower Genotypes in Northwest México, Reprinted from: Issues in new crops and new uses ». J.Janick and A.Whipkey (Eds.). ASHS Press. Alexandria.
51. NEFFATI M ET OULED BELGACEM A., 2006: « A multidisciplinary study of herbal, medicinal and aromatic plants in Southern Tunisia: a new approach». RCLPM. Cairo, Egypt.14p.
52. NEFFATI M., 2008: « Domestication des plantes spontanées autochtones à usages multiples en zones arides et désertiques ».CIDRA.IRA.Médenine (Tunisie).198p.
53. ODYMNIMH P., 1994 : « Les plantes médicinales. Encyclopédie pratique ». Sélection du Reader's Digest. Paris, Bruxelles, Zurich. 195p.
54. OULD EL HADJ M. D., HADJ-MAHAMMED M., ZABEIROU H., 2003: « Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla: Sahara septentrional EST ». Courrier du Savoir – N°03. Janvier 2003. pp: 47-51.
55. OZENDA P., 1991 : « Flore du Sahara ». 2^{ème} Ed. CNRS : 622p. p
56. OZENDA P., 2000 : « Les végétaux : organisation et diversité biologique ». 2^{ème} édition, Dunod, Paris, pp : 382. 516p.

57. PETER.H., RAVEN.; RAY F EVERT ET SUSAN E.ECHORN., 2003 : « Physiologie de l'embryon et l'imperméabilité du spermodermes à l'eau et parfois à l'oxygène ». 1^{ère} édition. Paris. 555pp. 944p.
58. POUSSET J.L., 2004: « Plantes médicinales d'Afriques « comment les reconnaître et les utiliser ». Éd isud. pp7. 287p.
59. QUEZEL P. et SANTA S., 1962: « Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales ». Ed CNRS. T1 ET 2.Paris.565p.
60. REGER PRAT., 2007: « Expérimentation en biologie et physiologie végétale ». Paris. 161pp. 296p.
61. RICHARD H. ET LOO A., 1992: « Nature origine et propriétés des épices et des aromates ». Bruts; pp: 17-69. In épices et aromates (collection scientifiques agro-alimentaires). 339p.
62. SCHAUBENBERG P. ET PARIS F., 2006: « Guides des plantes médicinales (analyse, description et utilisation de 400 plantes) ». .paris.1997. Réimpression en juillet 2006 par Belta (Espagne). 396p.
63. SELLAMNA K., 2006: « Caractérisation agro morphologique de quelques populations locales du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) ». Mémoire d'ingénieur en production et amélioration végétales. ENSA (Ex. INA). El Harrach. 61p.
64. SELVAM A.B.D., 2008: « Inventory of Vegetable Crude Drug samples housed in Botanical Survey of India, Howrah, Pharmacognosy Reviews ». Vol 2. Issue 3. pp: 61-94.
65. SINGH V ET NIMBKAR. N., 2006: « Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) ». 3639_C006.fm.Wednesday.pp: 167-195.
66. SOLTNER D., 2005: « Les grandes productions végétales ». 20ème Ed. STA. Paris. 472p.
67. SOUDANI N. ET TIBERMACHINE R., 2006: « Etude écologique et phytochimique de la plante médicinale *Teucrium polium* L. dans la région de Djamourah wilaya de Biskra ». Mémoire d'ingénieur. Production et amélioration végétale. Université de Biskra. 62p.
68. SPICHTER R.E., VINCENT V., MURILLE FIGEAT SAVOLAIEN ET JEAMONOD D., 2004: « Botanique systématique des plantes à fleurs ». 3eme éd. PPUR. Lausanne. pp: 179-182; 413p.
69. SPICHTER RODOLPHE-EDOUARD., VINCENT V., MURIELLE FIGEAT EE DANIEL JEAMONOD., 2004: « Botanique et systématique des plantes à fleurs ». Lausanne. 99pp. 413p.
70. TEUSCHER E., ANTON B. ET LOBSTEIN A., 2005: « Plantes aromatiques (épices, aromates, condiments et huiles essentielles) ». France. 522p.
71. VIAL B., 1998: « Botanique médicinale ». SIMILIA. PARIS. 415p.
72. VIGUIER M., 2006: « Les perspectives économiques des secteurs de l'horticulture; avis et rapports du conseil économique et social ». N°10 NOR: C.E.S. X0600110V. Séance des 30 et 31 mai 2006.47pp. 174p.
73. WICHTL M., ANTON R., 2003: « Plantes thérapeutiques ». 2eme édition. Tournai (Belgique). 689p.
74. WILLAN R.L., 1992:« Guide de manipulation des semences forestières ».FAO.DAIDA.
75. ZAHER K., AHMED W.M., ET ZERIZER S N., 2008: « Observations on the Biological Effects of Black Cumin Seed (*Nigella sativa* L.) and Green Tea (*Camellia sinensis*) ». IDOSI. Global Veterinaria 2 (4). pp: 198-204.

Webographie

1. APIA., 2005:«Plantes aromatiques et médicinales ».
<http://www.tunisie.com/APIA/aromaticplant.pdf>.
2. UICN. , 2006 :« Usage durable des plantes médicinales en Afrique du Nord, Centre de coopération pour la Méditerranée de l’UICN». 3p.
www.uicnmed.org/nabp/web/.../medicinal_plants_fr.pdf.
3. UICN., 2005: « Réflexions méditerranéennes, Centre de coopération pour la Méditerranée ». de 24 p.
cmsdata.iucn.org/downloads/annual_report_fr.pdf
4. USAID., 2005 : « Filière des plantes aromatiques et médicinales». Note de Synthèse. 9p.
pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADH508.pdf
5. USAID., 2008 : « Stratégie nationale de développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales » .66p.
pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADQ481.pdf.
6. TRAFFIC. 1998:« Europe’s medicinal and aromatic plants: their use, trade and conservation ». a traffic species in danger report June 1998.
www.traffic.org/species-reports/traffic_species_plants3.pdf

Annexe

Annexe 1 : test de germination (*Trigonella foenum graecum* L.)

Bloc	PAR	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	DGR	4	5	4	5	6	4
	GJM	25	20	25	18,6	15,66	25
	VC	42	34,5	38	25	35,5	30
	VGJ	25	22,33	24	17,02	20,59	21
2	DGR	4	5	4	5	6	4
	GJM	25	19,6	24,75	18,2	15,16	24,5
	VC	38,5	35,5	23,5	30	31,5	28,33
	VGJ	24,04	22,14	20,06	19,32	19,36	18,20
3	DGR	4	5	5	5	6	4
	GJM	24,75	23,28	24,87	16,4	15,66	24,75
	VC	34,5	39	41,5	25,33	34	28,33
	VGJ	22,90	23,39	24,87	16,4	20,29	19,02

Annexe 2 : Analyse de la variance Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)

Population	PAR	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Ecart type groupé	Proba	Sig
VGJ	M	23,98	22,36	22,98	17,58	20,08	19,41	1,45	0,001	**
	ET	1,05	0,24	2,56	1,54	0,64	1,44			
	GH	a	ab	ab	c	bc	bc			
CG	M	99,97	98,33	99,67	88,67	93	99	2,62	0,001	**
	ET	0,58	1,53	0,58	5,86	1,73	1,00			
	GH	a	a	a	b	a	a			
VG	M	955,5	714,13	926,5	475,49	522,19	715,14	64,6	0,000	***
	ET	98,3	36,9	124,4	65,9	40,2	30,4			
	GH	a	b	a	c	c	b			
L	M	12	12	11,5	13,75	13,5	13,5	0,935	0,009	**
	ET	1,15	1,15	1	0,96	0,58	0,58			
	GH	bc	bc	c	a	ab	ab			
PL	M	14	14	14		18	17	1,92	0,001	**
	ET	0,82	0,82	0,82	4,95	2,25	2			
	GH	b	b	b		a	a			
PGL	M	90	85,08	92,03	70,86	83,67	85,78	3,85	0,000	***
	ET	4,83	2,31	2,75	6,69	2,70	2,28			
	GH	ab	ab	a	c	b	ab			
DF	M	65	63,25	65	62,5	66,25	63,5	1,80	0,092	NS
	ET	2,89	0,96	2,89	1	1,5	1			
	GH									
PF	M	70	72	71	71	72	71,5	1,08	0,06	NS
	ET	1,15	1,15	1	1	1,15	1			
FF	M	95,75	95	97,25	95	95	96,5	1,12	0,04	*
	ET	1,5	0,00	1,5	0,00	0,00	1,73			
	GH	a	a	a	a	a	a			
ETF	M	31,25	31,75	32,25	32,5	28,75	33	2,16	0,13	NS
	ET	2,36	0,96	0,36	1	1,5	2,25			
NO	M	73	72,5	75	72,5	76	76	1,31	0,001	**
	ET	1,73	1,73	1,15	1,73	0,00	0,000			
	GH	b	b	ab	b	a	a			
FG	M	89	90	91,5	89	91,5	91,5	0,97	0,001	**
	ET	1,15	0,00	1,00	1,15	1,00	1,00			

Annexe 2 (suite) : Analyse de la variance Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)

	GH	b	ab	A	b	a	a			
M	M	124	124,25	123,75	124	123,75	124,25	3,41	1,00	NS
	ET	3,73	3,30	3,5	3,37	3,5	3,30			
	GH									
H1	M	12,81	12,97	8,14	12,42	7,82	9,47	2,67	0,000	***
	ET	3,73	2,79	2,15	2,44	2,71	1,90			
	GH	a	a	c	a	c	b			
H2	M	18,45	17,25	11,44	19,19	12,11	13,64	3,42	0,000	***
	ET	5,11	3,07	2,44	3,59	2,82	2,83			
	GH	ab	b	d	a	d	c			
H3	M	25,2	22,4	15,22	23,32	16,51	17,65	4,45	0,000	***
	ET	7,14	4,19	3,13	3,48	3,65	4,20			
	GH	a	b	d	ab	cd	d			
H4	M	32,9	30,9	20,34	29,85	23,19	22,72	5,34	0,000	***
	ET	7,92	5,28	4,21	3,78	5,13	5,19			
	GH	a	b	d	b	c	c			
H5	M	38,22	36,6	25,1	36,95	29,01	27,11	6,31	0,000	***
	ET	8,72	5,64	4,89	4,96	6,06	7,00			
	GH	a	a	c	a	b	b			
VCH	M	0,91	0,84	0,61	0,88	0,76	0,63	0,20	0,000	***
	ET	0,27	0,17	0,14	0,18	0,18	0,22			
	GH	a	ab	d	a	bc	cd			
NR1	M	2,47	3,1	2,2	3,35	1,92	1,63	1,75	0,000	***
	ET	1,78	1,55	2,43	1,41	1,57	1,53			
	GH	abc	ab	bc	a	c	c			
NR2	M	0,1	0,35	0,15	0,55	0,02	0,02	0,82	0,026	*
	ET	0,38	1,35	0,53	1,32	0,16	0,16			
	GH	b	b	b	a	b	b			
NRT	M	2,72	3,6	2,4	3,93	1,95	2,42	2,13	0,000	***
	ET	1,93	2,36	2,67	2,4	1,60	2,67			
	GH	abc	ab	bc	a	c	c			
NGAP	M	8,35	8,4	7,78	6,82	8,6	7,7	2,13	0,003	**
	ET	2,35	2,04	2,28	1,74	2,62	1,54			
	GH	a	a	ab	b	a	ab			
NGR1	M	5,95	7,07	5,92	7,8	6,92	4,69	6,59	0,44	NS
	ET	6,77	7,10	6,90	6,3	7,01	5,28			
NGR2	M	0,1	0,7	0,05	0,2	0,05	0,05	1,41	0,26	NS
	ET	0,5	3,32	0,32	0,69	0,22	0,22			
NTG	M	14,4	16,15	13,85	14,82	16,47	12,75	8,58	0,34	NS
	ET	8,17	10,09	7,34	7,52	10,98	6,43			
PGP	M	5,36	4,3	3,75	4,13	4,14	4,81	2,50	0,06	NS
	ET	3,17	2,94	2,17	2,33	2	2,17			
PG	M	0,36	0,42	0,36	0,37	0,33	0,46	0,10	0,000	***
	ET	0,1	0,12	0,1	0,97	0,1	0,1			
	GH	b	a	b	b	b	a			
PGRSG	M	0,21	0,27	0,23	0,23	0,17	0,3	0,08	0,000	***
	ET	0,80	0,078	0,08	0,08	0,89	0,84			
	GH	c	b	c	c	c	a			

Annexe 2 (suite): Analyse de la variance Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)

LG	M	9,5	10,42	9,08	9,59	9,44	10,85	1,64	0,000	***
	ET	1,69	2,18	1,58	1,16	1,66	1,39			
GH	bc	ab	c	bc	bc	a				
DG	M	3,96	4,06	3,92	4,05	4,03	4,13	0,37	0,032	*
	ET	0,36	0,38	0,3	0,44	0,42	0,32			
	GH	ab	a	b	ab	ab	a			
NGRS	M	12,85	15,57	12,8	11,9	9,58	14,08	3,97	0,000	***
	ET	4,7	3,59	4,05	4,13	4,3	2,79			
	GH	bc	a	bc	c	b	d			
NGRAE	M	2,05	1,33	1,63	2,4	4,1	1,13	2,63	0,000	***
	ET	2,02	2,56	2,02	3,17	3,74	1,61			
	GH	b	b	b	b	a	b			
NTGR	M	14,9	16,9	14,43	14,3	13,68	15,23	3,16	0,000	***
	ET	3,97	2,41	3,15	2,96	3,16	2,72			
	GH	b	a	b	b	b	b			
P1000	M	17,98	17,08	16,4	18,94	16,77	22,32	0,33	0,000	***
	ET	0,153	0,21	0,53	0,193	0,15	0,55			
	GH	d	c	d	b	d	a			
RPG	M	1,16	0,96	0,93	0,9	1,3	1,05	0,50	0,854	NS
	ET	0,87	0,24	0,23	0,16	0,69	0,35			

Annexe 3: Matrice de corrélation Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)

Les corrélations en gras et en italique sont significatives à $p < 0,05$ (DDL= 4).

	VGJ	CG	VG	L	PL	PGL	DF	PF	FF	NO	FG
VGJ	1,00										
CG	0,80	1,00									
VG	0,88	0,88	1,00								
L	-0,92	-0,73	-0,85	1,00							
PL	0,51	0,69	0,40	-0,29	1,00						
PGL	0,86	0,92	0,86	-0,75	0,79	1,00					
DF	0,38	0,20	0,19	-0,18	0,66	0,55	1,00				
PF	-0,25	-0,06	-0,49	0,30	0,47	-0,08	0,16	1,00			
FF	0,35	0,64	0,68	-0,44	0,31	0,64	0,17	-0,37	1,00		
NO	-0,21	0,14	-0,10	0,29	0,61	0,29	0,59	0,42	0,45	1,00	
FG	-0,03	0,29	0,02	0,04	0,67	0,42	0,56	0,52	0,51	0,94	1,00
M	-0,35	0,06	-0,26	0,25	-0,06	-0,29	-0,72	0,49	-0,16	-0,11	-0,01
ETF	-0,15	0,24	0,24	-0,06	-0,34	-0,08	-0,77	-0,32	0,49	-0,16	-0,12
VCH	0,03	-0,38	-0,19	0,06	-0,47	-0,42	-0,30	-0,23	-0,78	-0,83	-0,91
NR1	-0,10	-0,45	-0,24	-0,09	-0,78	-0,57	-0,63	-0,22	-0,55	-0,89	-0,79
NR2	-0,36	-0,58	-0,40	0,10	-0,89	-0,73	-0,73	-0,19	-0,45	-0,73	-0,66
NTR	-0,26	-0,39	-0,28	0,05	-0,79	-0,64	-0,86	-0,16	-0,47	-0,83	-0,75
NGAP	0,64	0,50	0,32	-0,39	0,83	0,65	0,67	0,44	-0,13	0,18	0,27
NGR1	-0,29	-0,75	-0,59	0,17	-0,63	-0,67	-0,17	0,07	-0,76	-0,54	-0,50
NGR2	0,15	0,05	-0,11	-0,27	-0,12	-0,16	-0,48	0,41	-0,49	-0,59	-0,35
NTG	0,03	-0,41	-0,45	0,03	0,00	-0,25	0,28	0,48	-0,79	-0,25	-0,17
PGP	0,28	0,37	0,36	0,00	0,21	0,23	-0,13	-0,27	-0,07	-0,24	-0,41
PG	-0,16	0,37	0,06	0,10	0,14	0,02	-0,62	0,31	0,20	0,06	0,12
PGRSG	-0,11	0,39	0,15	-0,03	0,01	0,03	-0,70	0,17	0,31	-0,03	0,08
LG	-0,26	0,23	-0,16	0,29	0,22	-0,09	-0,52	0,53	-0,10	0,08	0,10
DG	-0,66	-0,26	-0,61	0,72	-0,01	-0,49	-0,47	0,61	-0,39	0,16	0,08
NTGR	0,33	0,47	0,25	-0,40	0,14	0,17	-0,53	0,31	-0,11	-0,44	-0,21
NGRS	0,32	0,58	0,42	-0,45	0,06	0,24	-0,62	0,07	0,21	-0,38	-0,16
NGRAE	-0,26	-0,60	-0,53	0,43	0,02	-0,28	0,63	0,19	-0,50	0,25	0,09
P1000	-0,51	0,02	-0,15	0,56	-0,05	-0,23	-0,50	0,02	0,17	0,23	0,05
RPG	0,24	-0,02	-0,20	-0,03	0,55	0,19	0,64	0,63	-0,52	0,17	0,22

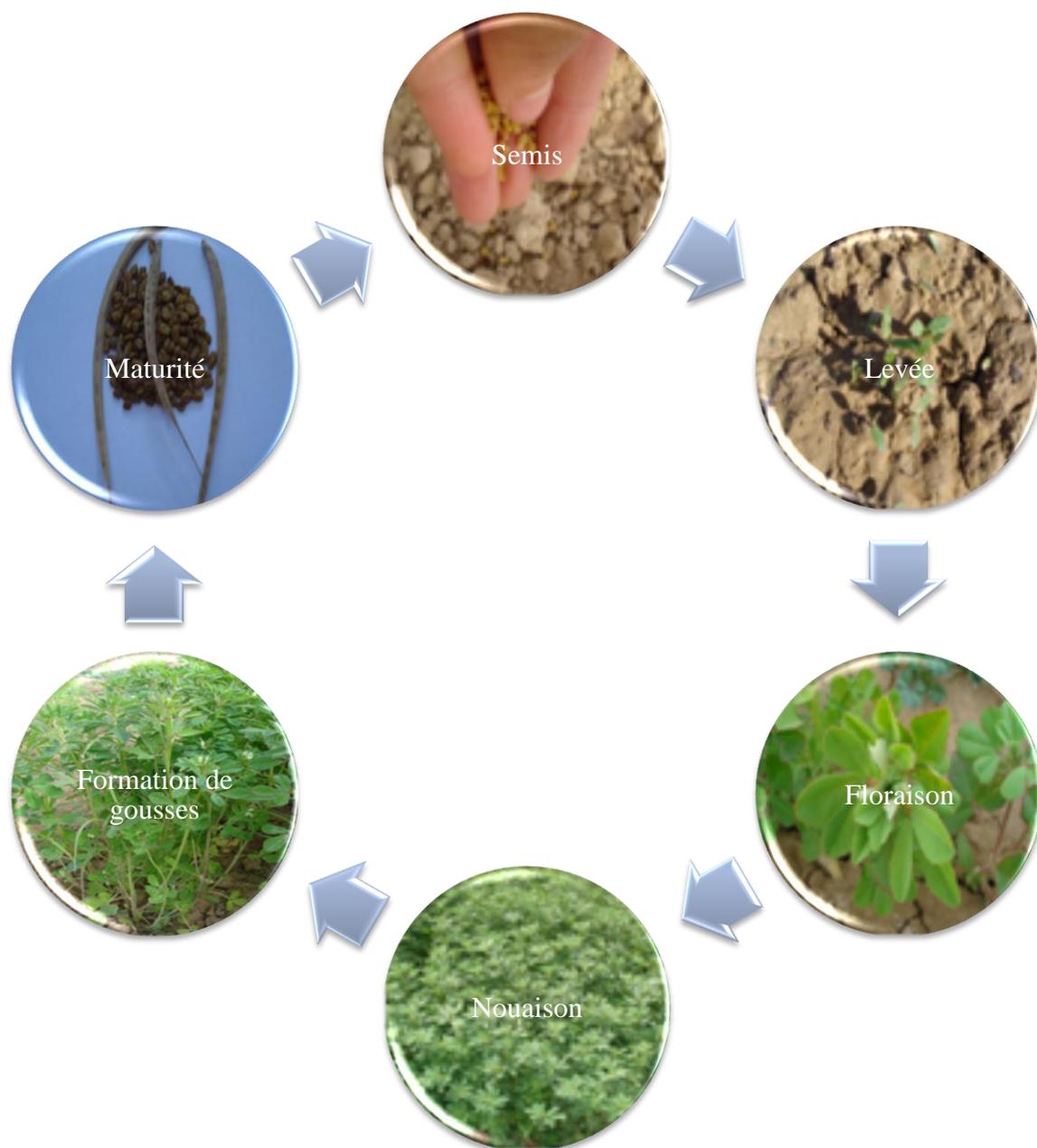
Annexe 3 (suite): Matrice de corrélation Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)

Les corrélations en gras et en italique sont significatives à $p < 0,05$ (DDL= 4).

	M	ETF	VCH	NR1	NR2	NTR	NGAP	NGR1	NGR2	NTG	PGP
M	1,00										
ETF	0,59	1,00									
VCH	-0,06	-0,27	1,00								
NR1	0,18	0,13	0,72	1,00							
NR2	0,29	0,30	0,52	0,94	1,00						
NTR	0,47	0,42	0,60	0,93	0,95	1,00					
NGAP	-0,21	-0,66	0,05	-0,37	-0,62	-0,53	1,00				
NGR1	-0,12	-0,40	0,64	0,80	0,75	0,61	-0,17	1,00			
NGR2	0,59	0,08	0,41	0,66	0,54	0,67	0,18	0,45	1,00		
NTG	-0,16	-0,78	0,52	0,41	0,25	0,16	0,47	0,77	0,51	1,00	
PGP	0,10	0,11	0,40	-0,17	-0,33	-0,06	0,26	-0,44	-0,10	-0,29	1,00

	PG	PGRSG	LG	DG	NTGR	NGRS	NGRAE	P1000	RPG
PG	1,00								
PGRSG	0,97	1,00							
LG	0,93	0,82	1,00						
DG	0,70	0,55	0,87	1,00					
NTGR	0,69	0,70	0,67	0,32	1,00				
NGRS	0,79	0,85	0,64	0,24	0,93	1,00			
NGRAE	-0,78	-0,89	-0,53	-0,13	-0,71	-0,92	1,00		
P1000	0,74	0,67	0,72	0,73	0,10	0,27	-0,41	1,00	
RPG	-0,39	-0,54	-0,10	-0,01	0,01	-0,33	0,63	-0,54	1,00

Annexe 4: le cycle végétatif du fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.)



Annexe 5 : Test de germination (*Carthamus tinctorius* L.)

Bloc		P'1	P'2	P'3	P'4
1	DGR	5	5	5	5
	GJM	11,6	8,8	18,8	10
	VC	16,66	10,5	27,33	12
	VGJ	8,45	5,19	18,33	6,8
2	DGR	5	5	5	5
	GJM	11,8	10,6	18	9
	VC	14,5	13	22,5	11
	VGJ	7,39	6,32	15,12	4,66
3	DGR	5	5	5	5
	GJM	17,4	11,8	23	6,2
	VC	19,5	12	35	5,5
	VGJ	10,58	6,06	22	2,34

Annexe 6 : Analyse de la variance carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

Population		P'1	P'2	P'3	P'4	Ecart type groupé	Proba	Sig
VGJ	M	8,81	5,86	18,14	4,6	2,23	0,000	***
	ET	1,62	0,59	3,44	2,23			
	GH	b	b	a	B			
CG	M	78,67	53,33	92	46	10,38	0,002	**
	ET	17,01	10,07	2,00	6,00			
	GH	a	b	a	b			
VG	M	243,58	125,9	536,29	84,37	89,81	0,001	**
	ET	91,37	29,41	143,82	44,78			
	GH	b	b	a	b			
L	M	13,75	11,75	12,25	17	4,06	0,375	NS
	ET	0,96	8,06	0,50	0,00			
PL	M	14,75		14,75	22,5	,51	0,441	NS
	ET	0,96		8,22	1,91			
PGL	M	85,94	72,4	81,25	80,21	15,27	0,663	NS
	ET	15,99	19,20	10,35	14,18			
R	M	32,25	30	35,25	37	4,45	0,147	NS
	ET	3,59	6,98	2,99	2,94			
FB	M	59,5	59	58,5	58,5	1,323	0,674	NS
	ET	1,15	1,91	1	1			
BF	M	77,5	76,5	76	77,5	1,323	0,324	NS
	ET	1,91	1	1,15	1,91			
DF	M	90	94	90	94	0,000	*	NS
	ET	0,00	0,00	0,00	0,00			
PF	M	101	101	98	101	0,000	*	NS
	ET	0,00	0,00	0,00	0,00			
FF	M	146	146,5	146	146,75	1,52	0,865	NS
	ET	1,41	1,73	1,41	1,5			
ETF	M	52	52,5	56	52,75	1,52	0,01	*
	ET	1,41	1,73	1,41	1,5			
	GH	b	b	a	b			
M	M	155,25	155,5	152	156,5	2,90	0,198	NS
	ET	2,99	4,04	0,00	2,89			

Annexe 6 (suite): Analyse de la variance carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

H1	M	8,32	6,54	12,5	9,27	5,99	0,000	***
	ET	6,96	4,32	7,26	4,88			
	GH	ab	b	a	ab			
H2	M	18,18	15,88	23,98	19,88	11,06	0,01	**
	ET	12,82	9,21	12,39	9,28			
	GH	b	b	a	ab			
H3	M	36,45	35,3	43,12	41,08	14,59	0,054	NS
	ET	17,43	13,78	14,71	11,88			
H4	M	63,3	63,93	62,8	65,55	11,14	0,710	NS
	ET	12,70	11,19	11,63	8,64			
H5	M	78,27	75,8	74,72	78,15	8,86	0,197	NS
	ET	9,73	9,06	9,37	7,42			
VCH	M	2,49	2,47	2,22	2,46	0,26	0,000	***
	ET	0,27	0,28	0,19	0,27			
	GH	a	a	b	a			
NBP	M	16,95	17,52	19,17	15,47	4,12	0,001	**
	ET	4,42	4,13	3,56	4,33			
	GH	ab	ab	a	b			
NCP	M	45,4	51,05	83,13	46,5	21,65	0,000	***
	ET	18,12	22	26,71	18,69			
	GH	b	b	a	b			
NCB	M	2,57	2,81	4,26	2,94	0,88	0,000	***
	ET	0,62	0,86	1,09	0,87			
	GH	b	b	a	b			
PCP	M	133,53	155,25	156,83	136,45	58,77	0,163	NS
	ET	56,42	65,29	59,56	53,12			
PFP	M	6,82	7,52	7,6	7,6	3,11	0,617	NS
	ET	3,12	3,28	2,84	2,48			
LC	M	21,98	22,39	23,05	21,51	2,33	0,003	**
	ET	2,62	2,3	2,35	2,04			
	GH	b	ab	a	b			
DC	M	32,48	30,32	24,94	30,94	3,33	0,000	***
	ET	3,33	4,3	2,42	2,99			
	GH	a	b	a	b			
NGRSC	M	51,48	56,95	33,9	37,92	33,08	0,000	***
	ET	16,62	61,30	10,31	15,40			
	GH	a	a	b	b			
NGRIC	M	3,92	4,38	0,93	2,8	3,40	0,000	***
	ET	4,47	4	1,34	2,90			
	GH	ab	a	c	b			
NTRC	M	70.65	75.37	42.28	56.10	34.08	0.000	***
	ET	20.59	60.88	10.80	19.98			
	GH	a	a	c	c			

Annexe 6 (suite): Analyse de la variance carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

PC	M	4,11	3,98	2,81	3,76	0,93	0,000	***
	ET	0,99	0,98	0,78	0,94			
	GH	a	a	b	a			
PGRSC	M	2,07	2,12	1,58	1,92	1,480	0,184	NS
	ET	0,74	0,67	0,60	2,72			
P1000	M	47,83	46,47	49,89	49,04	0,367	0,000	***
	ET	0,108	0,116	0,410	0,59			
	GH	b	b	a	a			
RPF	M	0,24	0,2	0,25	0,2	0,04	0,171	NS
	ET	0,05	0,03	0,05	0,03			
RPG	M	3,68	3,54	4,18	2,63	0,85	0,127	NS
	ET	0,92	0,46	1,26	0,49			

Annexe 7: Matrice de corrélation Carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

Les corrélations en gras et en italique sont significatives à $p < 0,05$ (DDL= 2).

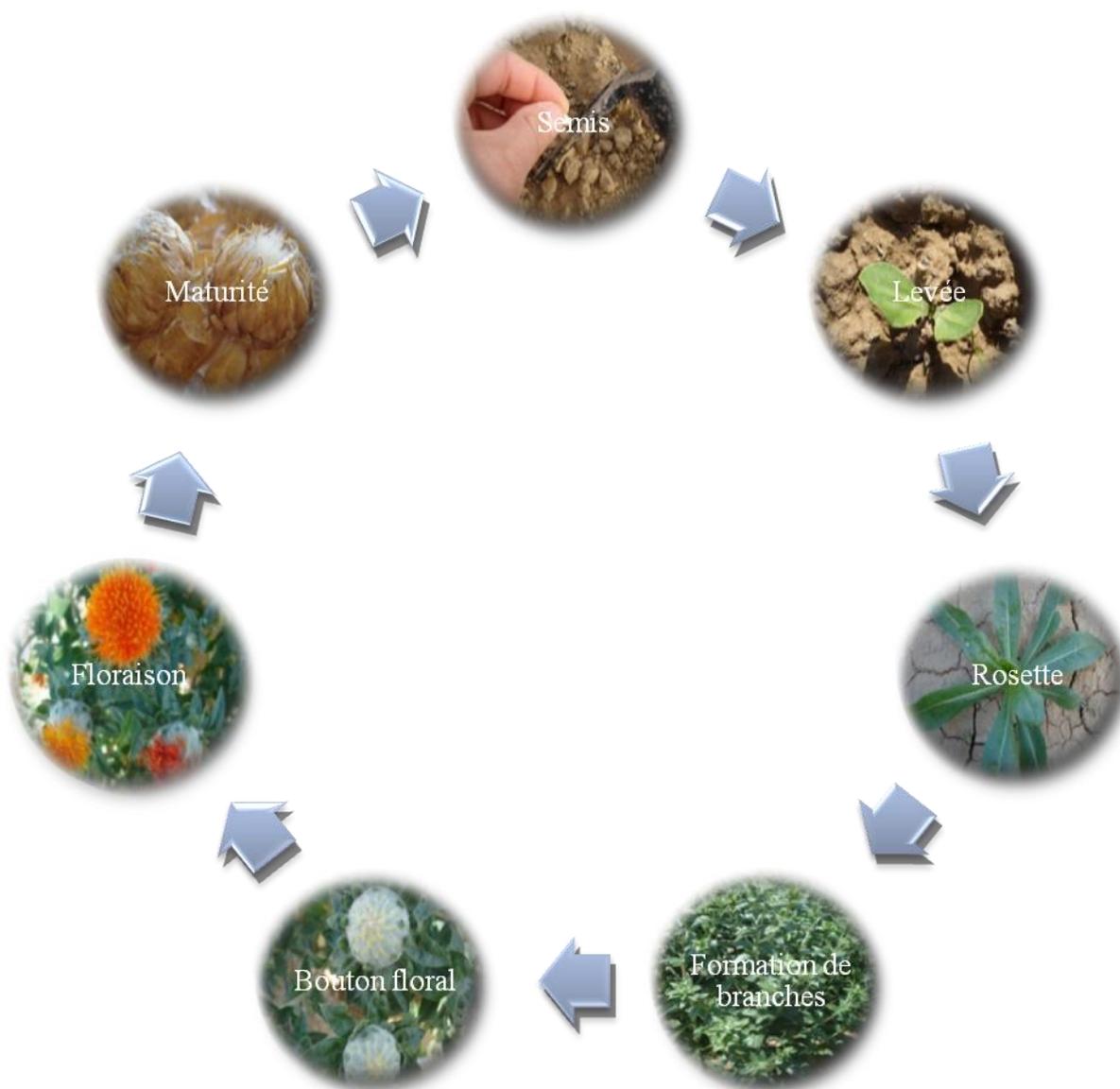
	VGJ	CG	VG	L	PL	PGL	VCH	R	FR	BF	DF
VGJ	1,00										
CG	0,86	1,00									
VG	1,00	0,87	1,00								
L	-0,10	-0,24	-0,10	1,00							
PL	-0,04	-0,03	-0,04	0,95							
PGL	0,32	0,60	0,34	0,46	0,70	1,00					
VCH	-0,92	-0,60	-0,92	-0,06	-0,01	-0,10	1,00				
R	0,20	-0,05	0,20	0,94	0,87	0,42	-0,39	1,00			
FR	-0,26	0,25	-0,24	-0,53	-0,28	0,27	0,60	-0,71	1,00		
BF	-0,70	-0,39	-0,69	0,48	0,60	0,44	0,79	0,17	0,41	1,00	
DF	-0,78	-0,98	-0,79	0,10	-0,14	-0,75	0,50	-0,05	-0,30	0,19	1,00
PF	-0,96	-0,68	-0,95	-0,02	0,01	-0,15	1,00	-0,35	0,52	0,78	0,58
FF	-0,77	-0,98	-0,79	0,37	0,13	-0,57	0,47	0,21	-0,41	0,33	0,96
M	-0,99	-0,81	-0,99	0,21	0,18	-0,18	0,93	-0,11	0,28	0,80	0,70
ETF	0,89	0,54	0,88	0,10	0,02	0,05	-1,00	0,43	-0,66	-0,79	-0,44
NBRP	0,87	0,74	0,87	-0,55	-0,52	-0,07	-0,79	-0,24	-0,09	-0,90	-0,59
NCP	0,93	0,62	0,92	-0,07	-0,13	0,02	-0,99	0,27	-0,54	-0,85	-0,50
NCB	0,88	0,51	0,87	0,11	0,03	0,04	-0,99	0,44	-0,68	-0,78	-0,41
PCP	0,51	0,17	0,50	-0,55	-0,71	-0,65	-0,64	-0,27	-0,41	-0,97	0,03
PFP	0,10	-0,42	0,08	0,22	-0,08	-0,64	-0,46	0,39	-0,92	-0,54	0,53
LC	0,85	0,67	0,85	-0,53	-0,55	-0,17	-0,81	-0,22	-0,19	-0,94	-0,50
DC	-0,85	-0,47	-0,84	0,02	0,13	0,11	0,98	-0,31	0,67	0,87	0,34
NGRSC	-0,54	-0,22	-0,54	-0,74	-0,66	-0,37	0,72	-0,92	0,79	0,20	0,25
NGRMC	-0,80	-0,47	-0,79	-0,45	-0,39	-0,30	0,92	-0,72	0,72	0,50	0,44
NGRE	-0,94	-0,64	-0,93	0,12	0,16	-0,01	0,98	-0,22	0,50	0,87	0,51
NTGRC	-0,71	-0,37	-0,71	-0,56	-0,48	-0,30	0,86	-0,80	0,78	0,41	0,36
PC	-0,86	-0,49	-0,85	-0,20	-0,11	-0,08	0,99	-0,51	0,71	0,73	0,40
PGRS	-0,39	-0,02	-0,38	-0,79	-0,66	-0,23	0,63	-0,95	0,87	0,15	0,05
P1000	0,63	0,39	0,62	0,71	0,69	0,53	-0,73	0,89	-0,65	-0,16	-0,43
RPF	0,87	0,99	0,88	-0,08	0,12	0,69	-0,63	0,11	0,17	-0,32	-0,99
RPG	0,83	0,87	0,84	-0,62	-0,50	0,13	-0,63	-0,37	0,20	-0,72	-0,75

Annexe 7 (suite): Matrice de corrélation Carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

Les corrélations en gras et en italique sont significatives à $p < 0,05$ (DDL= 2).

	PF	FF	M	ETF	NBRP	NCP	NCB	PCP	PFP	LC	DC
PF	1,00										
FF	<i>0,56</i>	<i>1,00</i>									
M	<i>0,96</i>	<i>0,73</i>	1,00								
ETF	<i>-0,99</i>	-0,40	-0,91	1,00							
NBRP	<i>-0,83</i>	<i>-0,72</i>	<i>-0,93</i>	<i>0,76</i>	<i>1,00</i>						
NCP	<i>-0,99</i>	<i>-0,51</i>	<i>-0,96</i>	<i>0,98</i>	<i>0,86</i>	1,00					
NCB	<i>-0,98</i>	-0,38	<i>-0,89</i>	1,00	<i>0,74</i>	<i>0,98</i>	1,00				
PCP	<i>-0,62</i>	-0,14	<i>-0,64</i>	0,65	<i>0,79</i>	<i>0,72</i>	<i>0,65</i>	1,00			
PFP	-0,38	<i>0,54</i>	-0,18	0,53	0,14	0,45	<i>0,55</i>	<i>0,62</i>	1,00		
LC	<i>-0,83</i>	<i>-0,63</i>	<i>-0,92</i>	<i>0,79</i>	<i>0,99</i>	<i>0,88</i>	<i>0,77</i>	<i>0,85</i>	0,25	1,00	
DC	<i>0,96</i>	0,35	<i>0,89</i>	<i>-0,99</i>	<i>-0,80</i>	<i>-0,98</i>	<i>-0,99</i>	<i>-0,77</i>	<i>-0,60</i>	<i>-0,84</i>	1,00

	NGRSC	NGRMC	NGREC	NTGRC	PC	PGRS	P1000	RPF	RPG
NGRSC	1,00								
NGRMC	<i>0,93</i>	1,00							
NGRE	<i>0,58</i>	<i>0,84</i>	1,00						
NTGRC	<i>0,97</i>	<i>0,99</i>	<i>0,76</i>	1,00					
PC	<i>0,80</i>	<i>0,96</i>	<i>0,95</i>	<i>0,92</i>	<i>1,00</i>				
PGRS	<i>0,98</i>	<i>0,87</i>	0,48	<i>0,92</i>	<i>0,74</i>	1,00			
P1000	<i>-0,98</i>	<i>-0,93</i>	<i>-0,59</i>	<i>-0,96</i>	<i>-0,79</i>	<i>-0,92</i>	1,00		
RPF	-0,35	<i>-0,56</i>	<i>-0,64</i>	-0,47	<i>-0,54</i>	-0,15	<i>0,51</i>	1,00	
RPG	0,01	-0,34	<i>-0,74</i>	-0,21	<i>-0,50</i>	0,18	0,10	<i>0,79</i>	1,00

Annexe 8 : le cycle végétatif du carthame (*Carthamus tinctorius* L.)

Annexe 9 : Test de germination (*Nigella sativa* L.)

	PAR	P"1	P"2	P"3	P"4
1	DGR	19	12	13	20
	GJM	2,26	7,66	6,23	0,3
	VC	2,41	12,71	8,11	0,3
	VGJ	0,73	6,97	4,50	0,04
2	DGR	19	12	13	20
	GJM	2,68	7	6,77	0,4
	VC	2,7	13,16	9,86	0,4
	VGJ	0,88	6,73	5,08	0,4
3	DGR	19	12	13	20
	GJM	3,42	8	6,61	0,2
	VC	3,42	13,5	9,71	0,2
	VGJ	1,24	7,84	5,27	0,05

Annexe 10 : Analyse de la variance Nigelle (*Nigella sativa* L.)

Population	PAR	P"1	P"2	P"3	P"4	Ecart type groupé	Proba	Sig
VGJ	M	0,95	7,28	4,95	0,04	0,38	0,000	***
	ET	0,26	0,59	0,4	0,01			
	GH	c	a	B	d			
CG	M	53	90,67	85	6	6,68	0,000	***
	ET	11,14	6,11	3,61	2,00			
	GH	b	a	a	b			
VG	M	8,14	93,94	61,33	0,1	5,17	0,000	***
	ET	3,21	3,07	9,35	0,06			
	GH	c	a	b	c			
PGL	M	13,25	16	7,62	10,25	5,80	0,248	NS
	ET	5,78	6,88	3,79	6,27			
BF	M	87,75	88,75	90,25	87,75	2,90	0,59	NS
	ET	2,63	2,5	3,69	2,63			
DF	M	94	95	95	94	0,816	0,168	NS
	ET	1,15	0,00	0,00	1,15			
PF	M	102,5	102,25	79,75	102,25	22,30	0,419	NS
	ET	1,5	1,5	44,52	1,5			
FF	M	110	112	112	107	0,000	*	NS
	ET	0,00	0,00	0,00	0,00			
ETF	M	16	17	19,5	13	2,63	0,031	*
	ET	1,15	0,00	5,00	1,15			
	GH	a	a	a	b			
FCs	M	1101	110	110	107	0,00	*	NS
	ET	0,00	0,00	0,00	0,00			
M	M	133	124	126	133	1,63	0,000	***
	ET	2,31	0,00	0,00	2,31			
	GH	a	b	b	a			
H1	M	5,03	5,33	4,44	6,27	3,85	0,12	NS
	ET	3,78	3,74	3,84	4,03			
H2	M	10,15	15,11	10,51	13,22	4,97	0,000	***
	ET	4,62	4,99	5,36	4,10			
	GH	b	a	b	a			
H3	M	13,99	20,5	16,49	16,26	4,98	0,000	***
	ET	5,79	5,03	5,06	3,83			
	GH	b	a	b	b			

Annexe 10 (suite): Analyse de la variance Nigelle (*Nigella sativa* L.)

H4	M	16,61	24,75	22,23	18,77	5,39	0,000	***
	ET	5,10	5,97	6,08	4,21			
	GH	d	a	b	c			
H5	M	17,6	25,15	24,85	19,75	5,89	0,000	***
	ET	4,98	5,89	7,38	4,99			
	GH	b	a	a	b			
VCH	M	0,42	0,68	0,7	0,45	0,2	0,000	***
	ET	0,16	0,20	0,24	0,19			
	GH	b	a	a	b			
NR1	M	3,75	5,17	4,9	4,4	1,61	0,001	**
	ET	1,85	1,48	1,45	1,65			
	GH	b	a	ab	b			
NR2	M	2	4,97	5,77	3,92	3,90	0,000	***
	ET	2,66	4,02	4,35	4,32			
	GH	b	a	a	ab			
NR3	M	2,27	1,2	2,25	0,7	2,97	0,043	*
	ET	3,75	2,73	3,44	1,42			
	GH	a	a	a	a			
NTR	M	7,47	11,32	12,87	9,22	7,13	0,005	**
	ET	4,70	7,66	8,58	7,00			
	GH	b	a	a	ab			
NCsP	M	8	12,42	13,82	10,73	7,3	0,006	**
	ET	4,92	7,62	8,47	7,63			
	GH	b	a	a	ab			
PCsP	M	2,19	3,11	3,11	3,01	2,26	0,20	NS
	ET	1,67	2,44	2,44	2,89			
LCs	M	12,38	12,02	11,17	11,55	2,001	0,006	**
	ET	2,40	1,91	1,70	1,92			
	GH	a	a	b	ab			
DCs	M	10,36	9,98	9,6	11,32	3,88	0,092	NS
	ET	1,36	0,84	1,02	7,52			
NVC	M	5,23	5,58	5,33	5,62	0,68	0,004	**
	ET	0,62	0,62	0,63	0,82			
	GH	c	ab	bc	a			
NGRS	M	66,8	76,82	70,2	74,4	21,56	0,057	NS
	ET	24,88	21,52	18,59	20,79			
NGAE	M	12,3	4,27	7,07	8,7	8,57	0,000	***
	ET	10,91	3,74	8,82	9,08			
	GH	a	c	b	b			
NTGR	M	79,1	81,02	77,27	83,1	20,58	0,446	NS
	ET	23,84	20,70	18,74	18,60			
PCs	M	0,3	0,31	0,28	0,31	0,12	0,386	NS
	ET	0,13	0,15	0,08	0,15			
PGRSCs	M	0,21	0,21	0,19	0,25	0,115	0,065	NS
	ET	0,07	0,07	0,07	0,18			
	GH	ab	ab	b	a			
P1000	M	3,11	3,02	2,93	3,14	0,32	0,793	NS
	ET	0,31	0,00	0,23	0,52			
RPG	M	0,1	0,17	0,1	0,11	0,05	0,204	NS
	ET	0,06	0,05	0,06	0,06			

Annexe 11: Matrice de corrélation Nigelle (*Nigella sativa* L.)

Les corrélations en gras et en italique sont significatives à $p < 0,05$ (DDL= 2).

	VGJ	CG	VG	PGL	BF	DF	PF	FF	FCs	M	VCH
VGJ	1,00										
CG	0,90	1,00									
VG	1,00	0,88	1,00								
PGL	0,30	0,23	0,31	1,00							
BF	0,68	0,71	0,66	-0,48	1,00						
DF	0,96	0,87	0,95	0,01	0,86	1,00					
PF	-0,33	-0,45	-0,31	0,76	-0,92	-0,58	1,00				
FF	0,88	1,00	0,85	0,18	0,73	0,86	-0,49	1,00			
FCs	0,64	0,90	0,61	0,28	0,49	0,58	-0,33	0,92	1,00		
M	-0,89	-0,84	-0,89	0,15	-0,93	-0,98	0,71	-0,84	-0,57	1,00	
VCH	0,93	0,82	0,92	-0,07	0,88	1,00	-0,62	0,81	0,51	-0,99	1,00
ETF	0,72	0,90	0,69	-0,20	0,89	0,81	-0,77	0,92	0,84	-0,86	0,78
NR1	0,85	0,57	0,87	0,03	0,67	0,89	-0,38	0,54	0,17	-0,84	0,91
NR2	0,71	0,49	0,72	-0,34	0,83	0,85	-0,66	0,48	0,10	-0,88	0,90
NR3	0,11	0,53	0,07	-0,24	0,43	0,18	-0,54	0,58	0,77	-0,27	0,14
NTR	0,77	0,63	0,77	-0,34	0,92	0,92	-0,75	0,63	0,28	-0,95	0,95
NCsP	0,72	0,53	0,73	-0,36	0,87	0,87	-0,70	0,52	0,16	-0,90	0,92
PCsP	0,55	0,20	0,57	-0,25	0,56	0,66	-0,39	0,18	-0,23	-0,65	0,72
LCs	-0,25	-0,03	-0,26	0,70	-0,66	-0,48	0,68	-0,03	0,32	0,56	-0,57
DCs	-0,79	-0,96	-0,76	0,01	-0,81	-0,82	0,64	-0,98	-0,91	0,85	-0,78
NVC	0,14	-0,30	0,19	0,22	-0,20	0,09	0,38	-0,36	-0,63	0,00	0,13
NGRS	0,45	0,02	0,49	0,34	0,01	0,38	0,27	-0,04	-0,35	-0,27	0,40
NGRAE	-0,84	-0,53	-0,86	-0,18	-0,53	-0,83	0,21	-0,48	-0,12	0,76	-0,85
NTGR	-0,34	-0,68	-0,29	0,35	-0,70	-0,45	0,75	-0,72	-0,79	0,55	-0,43
PCs	-0,19	-0,45	-0,15	0,71	-0,80	-0,41	0,94	-0,50	-0,47	0,55	-0,43
PGRS	-0,64	-0,90	-0,61	0,08	-0,76	-0,69	0,66	-0,92	-0,93	0,73	-0,65
P1000	-0,50	-0,11	-0,54	-0,56	0,09	-0,37	-0,41	-0,04	0,21	0,22	-0,36
RPG	0,71	0,44	0,73	0,76	0,00	0,51	0,39	0,38	0,20	-0,36	0,48

	ETF	NR1	NR2	NR3	NTR	NCsP	PCsP	LCs	DCs	NVC	NGRS
ETF	1,00										
NR1	0,45	1,00									
NR2	0,54	0,93	1,00								
NR3	0,72	-0,29	-0,13	1,00							
NTR	0,70	0,89	0,98	0,06	1,00						
NCsP	0,60	0,91	1,00	-0,07	0,99	1,00					
PCsP	0,19	0,91	0,92	-0,50	0,83	0,90	1,00				
LCs	-0,24	-0,65	-0,86	0,25	-0,79	-0,85	-0,87	1,00			
DCs	-0,98	-0,47	-0,49	-0,69	-0,65	-0,54	-0,14	0,11	1,00		
NVC	-0,51	0,53	0,37	-0,96	0,19	0,31	0,69	-0,40	0,48	1,00	
NGRS	-0,24	0,74	0,54	-0,84	0,39	0,48	0,77	-0,40	0,19	0,95	1,00

	NGRAE	NTGR	PCs	PGRS	P1000	RPG
NGRAE	1,00					
NTGR	-0,12	1,00				
PCs	-0,08	0,90	1,00			
PGRS	0,18	0,93	0,75	1,00		
P1000	0,79	-0,65	-0,67	-0,34	1,00	
RPG	-0,77	0,37	0,56	0,00	-0,91	1,00

Annexe 12 : Le cycle végétatif de la Nigelle (*Nigella sativa* L.)