

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL HARRACH – ALGER
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN
SCIENCE ET TECHNIQUE DES PRODUCTIONS VEGETALES

***Variabilité génétique et analyses
agronomiques de quatre espèces de
Vesces (Vicia spp.) dans la région semi-
aride de Sétif.***

Présenté par Mr. Mebarkia Amar

Directeur de thèse : **ABDELGUERFI A.** Pr. INA EL-HARRACH
Année Universitaire 2010-2011

Jury : Président : ABDELKRIM H. Pr. INA EL-HARRACH Co-directeur : ABBAS K. Dr. INRA SETIF
Examineur : ABDELMADJID S. Dr. CU EL-TAREF Examineur : SLIMANI A. Dr. CU EL-TAREF

Table des matières

REMERCIEMENTS . .	5
Dédicace . .	6
ABREVIATIONS . .	7
Résumé . .	9
Abstract . .	10
صغملها . .	11
INTRODUCTION GENERALE . .	12
Chapitre I. Revue bibliographique . .	14
I. ETUDE TAXONOMIQUE DU GENRE <i>Vicia</i> L. . .	14
II. DISTRIBUTION ECOGEOGRAPHIQUE . .	15
II.1. Superficie et production DE VESCES . .	17
II.2. IMPORTANCE DES VESCES . .	20
III. LES CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DES VESCES . .	21
III.1. LES TECHNIQUES CULTURALES . .	21
III.2. PHENOMENE D'EGRENAGE DES GOUSSES A MATURITE . .	22
III.3. LES STRESS ABIOTIQUES . .	22
CHAPITRE.II. MATERIEL ET METHODES . .	24
ESSAI n°I : Etude du potentiel agronomique de trois espèces de vesces (<i>vicia spp.</i>) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif. . .	24
I.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation . .	24
I.2. Le matériel végétal . .	25
I.3. Déroulement de l'expérimentation . .	25
I.4. Les variables observées et leur traitement statistique . .	26
ESSAI n° II : Phénologie et performances agronomiques de l'espèce <i>vicia</i> <i>narbonensis</i> L. dans la région semi-aride de setif . .	27
II.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation . .	27
II.2. Matériel végétal . .	27
II.3. Mise en place de l'expérimentation . .	28
II.4. Paramètres de mesures et traitements statistiques . .	28
ESSAI n°III : Caractérisation morphologique et analyse agronomique de 04 espèces du genre <i>vicia spp.</i> dans une région semi-aride de Sétif . .	29
III.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation . .	29
III.2. Le matériel végétal . .	30
III.3. Paramètres de mesures et traitements statistiques . .	30
III.4. Analyses statistiques des données . .	31
ESSAI n°IV : Effet de l'irrigation de complément sur le comportement de huit écotypes du genre <i>vicia spp</i> sous climat semi-aride . .	31
IV.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation . .	31
IV.2. Le matériel végétal . .	32
IV.3. Déroulement de l'expérimentation . .	32
IV.4. Mise en stress hydrique . .	32
IV.5. Observations et mesures . .	32

Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSIONS . .	34
A. ETUDE DU POTENTIEL AGRONOMIQUE DE TROIS ESPECES DE VESCES (<i>vicia spp.</i>) ET VARIABILITE DANS LA REGION SEMI- ARIDE DE SETIF. . .	34
INTRODUCTION . .	34
RESULTATS . .	35
DISCUSSION . .	39
CONCLUSION . .	40
B. PHENOLOGIE ET PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE L'ESPECE <i>vicia narbonensis</i> L. DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES DE SETIF. . .	41
INTRODUCTION . .	41
RESULTATS . .	42
DISCUSSION . .	46
CONCLUSION . .	48
C. CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE ET ANALYSE AGRONOMIQUE DE 04 ESPECES DU GENRE <i>Vicia Spp.</i> DANS UNE REGION SEMI-ARIDE DE SETIF. . .	49
INTRODUCTION . .	49
RESULTATS ET DISCUSSIONS . .	50
CONCLUSION . .	57
D. EFFET DE L'IRRIGATION DE COMPLEMENT SUR LE COMPORTEMENT DE QUATRE ESPECES DU GENRE <i>Vicia spp</i> SOUS CLIMAT SEMI-ARIDE. . .	58
INTRODUCTION . .	58
RESULTATS ET DISCUSSIONS . .	59
CONCLUSION . .	73
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES . .	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .	77
ANNEXES . .	88

REMERCIEMENTS

C'est grâce au soutien permanent et aux encouragements de plusieurs personnes que ce travail a pu être réalisé. Je tiens sincèrement à les remercier.

Aux membres du jury,

Ce travail a été effectué à la Ferme Expérimentale de Sétif (ITGC) et au laboratoire de **Biologie de l'Université Mentouri de Constantine**.

Il a été réalisé sous la direction scientifique du Professeur **A. ABDELGUERFI**. Je tiens à lui exprimer ma reconnaissance et ma gratitude pour l'aide compétente qu'il m'a apportée, pour sa patience et son encouragement à finir un travail commencé il y a longtemps. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

A monsieur le Docteur **K . ABBAS**, Directeur de Recherche à l'Unité INRA de Sétif. Je le remercie profondément d'avoir accepté de me parrainer en tant que co-directeur de thèse. Je voudrais qu'il trouve ici, l'assurance et l'hommage de mon respectueux et très fidèle attachement. Je ne saurais lui exprimer ma profonde gratitude pour la confiance qu'il m'a toujours témoignée.

A monsieur le Professeur **H. ABDELKRIM**, Professeur de Phytosociologie à l'INA d'Alger. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect et qu'il me soit permis de le remercier d'avoir bien voulu présider le jury de cette thèse après le jury de la thèse de Magister passée de 10 ans.

A monsieur le Docteur **S. ABDELMADJID**, Directeur du SNV du Centre Universitaire d'El-Taref. Je voudrais qu'il trouve ici tous mes

remerciements d'avoir bien voulu examiner mon travail et de faire partie du jury.

A monsieur le Docteur **A. SLIMANI**, Docteur en Amélioration des Cultures Fourragères Herbacées à l'Institut d'Agronomie d'El-Taref. Je voudrais qu'il trouve ici mes remerciements les plus vifs d'avoir bien voulu examiner mon travail et de faire partie du jury.

Je remercie également :

Mr. Ayadi A.L, Mr. Louali A, Dr. Hafsi M, Dr. Habi S, Pr. Debba H, Mr. Zitouni H, Mr. Khabar L, Mr. Bousba A, Pr. Fenni M, Dr. Bounecheda M., Mr. Menzer N., qui m'ont encouragé, aidé et soutenu.

Je remercie également Mme BOUSBA ratiba d'avoir acceptée de m'aider à réaliser certaines analyses biochimiques au niveau de son laboratoire de Biologie de Constantine.

A toutes les autres personnes qui m'ont aidé et dont je n'ai pas cité les noms.

Merci à Tous...

Dédicace

Je dédie ce travail à toute ma famille. Je remercie mes enfants ; Oussama, Rima, Oumaima et ma femme Nassima pour leur soutien sans faille et leur affection. C'est difficile de transcrire en quelques mots tout l'amour que je leur porte.

ABREVIATIONS

- ACP : Analyse en Composantes Principales
- CBR : Cellulose brute
- DF: Début de la floraison (en jours)
- DFG: Début formation des gousses (en jours)
- 50 % F: 50 % de la floraison (en jours)
- 100 % F: 100 % floraison (en jours)
- FAO : Food Agriculture Organisation
- GRA : Rendement grains
- GTZ : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. (L'agence de coopération technique allemande pour le développement)
- HP : Hauteur de la plante à la floraison
- Ha : Hectares
- ICARDA: International centre Agriculture Research Dry Areas
- ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures
- ILF: La pleine floraison (en jours)
- ITCF : Institut Technique des cultures céréalières et fourragères
- LFO : la longueur de la foliole
- LONF : la longueur de la feuille MC, MAC: Maturité complète (en jours)
- LGS : la longueur de la gousse
- MAT : Matière azotée totale
- MGR : Matière grasse
- MMI : Matière minérale
- MS, MST: Matière sèche, la production totale de matière sèche
- MVT : la production totale de matière verte
- NGG: Nombre de grains par gousse
- NTFr: Nombre total de fleurs par plant
- NTF : le nombre total de feuille
- NTG : Le nombre total des gousses
- NTR : Nombre total de ramifications
- Ppm : Partie pour million
- PTGS : le poids total des gousses
- P F A : Proline sur feuilles apicales
- P F B : Proline sur feuille basales
- P F M : Proline sur feuille médianes
- q/ha : quintaux par hectare
- REMAV : Réseau Maghrébin d'Avoine et de Vesce
- S F A : sucres sur feuilles apicales

- S F B : sucres sur feuilles basales
- S F M : sucres sur feuilles médianes
- StatITCF : Statistique de l'Institut Technique des céréales et Fourrages
- t/ha : tonne par hectare.

Résumé

Dans ce travail, nous avons fixé comme objectifs, d'étudier la morphologie, la phénologie, les performances agronomiques et de la variabilité génétique de quatre espèces de vesces (*Vicia sativa* L., *Vicia ervilia*, *Vicia dasycarpa* Tenet *Vicia narbonensis* L.) dans la région semi-aride de Sétif. De plus, l'étude de l'effet de l'irrigation de complément a travers les mesures de la proline et des sucres solubles totaux sur les feuilles ; basales, médianes et apicales prélevées sur la plante de chaque espèce, ceci afin de comprendre la plasticité métabolique et la physiologie de la tolérance aux contraintes hydrique. L'analyse des résultats a montré que, la variabilité entre les différents écotypes et aussi entre les quatre espèces est considérable et laisse entrevoir des possibilités d'adaptation aux différents systèmes de production et situations climatiques. *Vicia ervilia* et *Vicia narbonensis* sont les espèces les plus précoces pour la floraison et la maturité complète et les plus productives en grains ; *Vicia villosa* sp *dasycarpa* est la plus appropriée pour la pâture (plus tardive, meilleure production de fourrage et plus faible rendement en grains). Les observations orientent la sélection (dans la région semi-aride de Sétif), pour le rendement en grains vers les écotypes précoces pour les espèces *Vicia sativa* et *Vicia villosa* sp. *dasycarpa* et vers les écotypes tardifs pour les espèces *Vicia ervilia* et *Vicia narbonensis*. L'espèce *Vicia narbonensis* s'est avérée la plus tolérante au manque d'eau de complément (forte accumulation des acides aminés libres et sucres solubles totaux), suivi des espèces *Vicia sativa* et *Vicia ervilia* qui sont moyennement sensibles et enfin *Vicia villosa* sp. *dasycarpa* est la plus sensible.

Mots clés : Vesces, écotypes, comportement, écophysiologie, stress hydrique, proline, sucres solubles, production, semences.

Abstract

In this work, we have set as targets, study the morphology, phenology, agronomic performance and genetic variability in four species of vetch (*Vicia sativa*, *Vicia ervilia*, *Vicia dasycarpa* and *Vicia narbonensis*) in the semi arid region of Setif. In addition, the study of the effect of supplemental irrigation through the steps of proline and total soluble sugars on leaves basal, middle and apical levied on the soles of each species, to understand the Metabolic plasticity and the physiology of tolerance to water stress. The analysis results showed that the variability between different ecotypes and between the four species is significant and suggests opportunities for adaptation to different production systems and climatic situations. *Vicia ervilia* and *Vicia narbonensis* are the earliest species to flowers and to full maturity and most productive grain; *Vicia dasycarpa* is most suitable for grazing (the later flowers, better forage production and lower grain yield). The comments guide the selection (in the semi-arid region of Setif), for grain yield to early ecotypes for species *Vicia sativa* and *Vicia dasycarpa* and ecotypes to late for the species *Vicia ervilia* and *Vicia narbonensis*. The species *Vicia narbonensis* was the most tolerant to water deficit of complement (strong accumulation of free amino acids and sucres solubles total), followed by the species *Vicia sativa* and *Vicia ervilia* following are moderately sensitive and finally *Vicia dasycarpa* is most sensitive.

Keywords: Vetch, ecotypes, behavior, ecophysiology, water stress, proline, soluble sugars, production, seed.

ص خ ل م ا

في هذا العمل، وقد وضحا أهداف لدراسة مورفولوجية وفينولوجيا والأداء الزراعي والتنوع الجيني لأربعة أنواع من البقية الحلفية (*Vicia parbonensis* L و *Vicia dasycarpa* Ten. *Vicia ervilia* و *Vicia sativa*) في المنطقة شبه جافة لمنطقة سطيف. وبالإضافة إلى ذلك تم دراسة تأثير الري التكميلي من خلال معرفة كمية السكريات الذائبة الكلية والبرولين على الأوراق القاعدية والمتوسطة وقمية المزروعة من البينة لكل نوع، لفهم علم وظائف الأعضاء من المقاومة في نقص المياه. وأظهرت تحاليل النتائج أن هناك تغيرات جد مهمة بين الأصناف المختلفة و بين الأنواع الأربعة، ويقترح الفرص من أجل التكيف مع نظم الإنتاج المختلفة والحالات المناخية. *Vicia narbonensis* و *Vicia ervilia* تمتاز بالازهار المبكر و النضج الكامل والأكثر إنتاجية للحب؛ *Vicia villosa sp dasycarpa* هو الأسبب للرعى (متأخر في الازهار، وتحسين إنتاج الحلف وانخفاض محصول الحبوب). الملاحظات توجه لتحسين (في المنطقة شبه القاحلة في سطيف)، محصول الحبوب إلى الأصناف المبكرة لتوعين *Vicia sativa* و *Vicia villosa sp dasycarpa* وإلى الأصناف المتأخرة لتوعين و *Vicia narbonensis* و *Vicia ervilia*. وكان النوع *Vicia narbonensis* أكثر مقاومة للجفاف (لكثرة احتوائه على الأحماض الأمينية الحرة والسكريات الذائبة الكلية)، يليها النوعين *Vicia sativa* و *Vicia ervilia* اللذين كانتا أقل عرضة للجفاف وأخيرا *Vicia villosa sp dasycarpa* هو الأكثر حساسية للجفاف

كلمات المفتاح : البقية، الأصناف، والسلوك، والفيزيولوجيا البيئية، وندرة المياه، البرولين، والسكريات قابل للذوبان، والإنتاج الحلفي، والبدور.

INTRODUCTION GENERALE

L'utilisation des vesces en agriculture remonte aux temps anciens. Pour *Vicia sativa* L., les évidences archéologiques ne sont pas concluantes quant à la date de sa domestication, mais, il est connu que cette espèce a été cultivée du temps des romains et utilisée comme engrais vert et comme fourrage pour l'alimentation des Bovins (Erskine et al., 1994).

Les statistiques de la FAO (2005) montrent qu'en 2005, il y avait un million d'hectares ensemencés en vesces dans le monde entier dont 684.000 ha dans la région méditerranéenne pour une production totale de 2,2 millions de tonnes de semences.

Une quinzaine d'espèces de vesce ont été cultivées jusqu'à présent (Enneking, 1995). Leur production est destinée essentiellement à l'alimentation animale sous forme de foin, grains ou fourrage vert. Les plantes de vesce sont enfouies comme engrais vert et les graines parfois utilisées en alimentation humaine en cas de famine extrême (Reid et al., 1993).

En Algérie, la vesce (*Vicia spp*) se cultive depuis longtemps et regroupe des espèces autochtones et introduites, utilisées seulement en association avec une graminée fourragère (avoine, orge, triticale et seigle).

La culture de l'association vesce-avoine occupe annuellement près de 350 000 hectares, soit 48% des surfaces allouées aux cultures fourragères consommées en sec. Son exploitation en foin fournit en moyenne 360.000 tonnes, ce qui représente 58% de la production nationale de foin (Mebarkia et Abdelguerfi, 2007).

La vesce-avoine est utilisée essentiellement sous forme de foin et rarement pour l'obtention de grains. Le rendement en quantité et en qualité de la vesce avoine demeure très faible et ne permet pas de satisfaire les besoins du cheptel sans cesse croissants.

On attribue cette faiblesse à plusieurs facteurs : choix des écotypes face particulièrement aux contraintes pédoclimatiques, absence de production de semences, phénomène d'égrenage des gousses et manque de savoir-faire des agriculteurs (Mebarkia et al., 1998).

En effet, une seule espèce de vesce est utilisée dans les différentes zones agro écologique de l'Algérie : *Vicia sativa* L. et une seule variété : la Languedoc. Cette culture n'a pas montré des possibilités réelles d'adaptation dans les régions à forts contrastes du fait d'un manque d'intégration dû à l'absence de la variabilité génétique.

Cette espèce est de plus, très sensible aux stress abiotiques et au phénomène d'égrenage des gousses (Acikgoz, 1982; Acikgoz, 1988) ; pourtant le genre *Vicia* est très diversifié et comporte environ 150 espèces de vesces dans le monde (Zulfiqar et Muhammad, 2006).

Outre cet aspect, les vesces n'ont pas été cultivées seules comme légumineuses fourragères de pâturage, d'affouragement en vert et/ou comme légumineuse à graine protéagineuse.

En Algérie, peu de travaux de recherche ont été menés sur les vesces, en particulier les effets du froid tardif assez fréquent sur les zones d'altitude, coïncidant de plus avec la période de floraison, et les hautes températures en fin de cycle.

C'est ainsi que la sélection des vesces pour ces zones devrait prendre en considération la présence simultanée de ces deux types de risques climatiques: les basses températures tardives combinées au stress hydrique et les hautes températures de fin de cycle (Annichiarico et al., 2006).

C'est dans ce contexte que la présente thèse apporte une contribution dans l'effort d'adaptation des espèces et variétés de vesce pour le territoire très vaste des hautes plaines céréalières de l'est algérien (Abbas et al., 2000).

Les objectifs de ce travail sont d'étudier la morphologie, la phénologie, les performances agronomiques et de la variabilité génétique de quatre espèces de vesces (*Vicia sativa* L., *Vicia ervilia*, *Vicia dasycarpa* Ten et *Vicia narbonensis* L.) dans la région semi-aride de Sétif.

De plus, ces travaux seront renforcés par l'étude de la proline et des sucres solubles totaux afin comprendre la plasticité métabolique et la physiologie de la tolérance aux contraintes hydrique et climatique (froid tardif).

L'accumulation de proline et les sucres solubles totaux dans les feuilles en concomitance avec la photosynthèse, la respiration, et l'équilibre osmotique constitue un facteur permettant de situer la sensibilité des vesces aux stress hydrique et donc de bien mettre en évidence le lien avec l'origine géographique (; Kumar, et Singh, 1991 ; Bouzoubaa et al., 2001; Wang et al., 2003).

Pour satisfaire ces objectifs, la thèse s'articule autour de cinq principaux chapitres. Le chapitre I est une revue de la littérature bibliographique sur la culture des vesces. Le chapitre II, traite les résultats concernant les performances agronomiques et la variabilité de *Vicia sativa* L, *Vicia ervilia* L et *Vicia dasycarpa* Ten. La phénologie et les performances agronomiques de l'espèce *Vicia narbonensis* L sont développées dans le chapitre III. Le chapitre IV abordera, les résultats de la caractérisation morphologique des quatre espèces de vesces étudiées.

Quant au chapitre V, il sera consacré à l'étude de la proline au niveau des feuilles basales, médianes et apicales chez les différentes espèces du genre *Vicia* spp. Enfin la conclusion reprend les principaux résultats pour faire le point des acquis réalisés et tracer les perspectives d'application.

Ce travail a donné lieu à deux publications dans des revues internationales :

Mebarkia A, Abdelguerfi A. 2007. Etude du potentiel agronomique de trois espèces de Vesces (*Vicia* spp.) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif, Fourrages, 192, 495-506.

Mebarkia A, K. Abbas, A. Abdelguerfi., 2009. Phenology and agronomic Performances of the species *Vicia narbonensis* L. in the semi-arid Region of Sétif. Journal of agronomy

Chapitre I. Revue bibliographique

I. ETUDE TAXONOMIQUE DU GENRE *Vicia* L.

Le genre *Vicia* L. appartient à la tribu des Vicieae, famille des légumineuses et sous famille des Papilionoideae. Selon Maxted (1993), plusieurs classifications ont été étudiées depuis Linné. Toutefois, certains groupes d'espèces du genre *Vicia* L. se reproduisent tout au long de l'histoire, notamment "*Ervum*", "*Cracca*", "*Vicia*" et "*Faba*".

Kupicha (1974, 1976 et 1981) a entrepris la révision la plus complète du genre *Vicia* L. et divisa les quatre groupes d'espèces naturelles en deux sous-genres, le premier sous genre « *Vicilla* » qui regroupe les deux espèces « *ervum* » et "*cracca*" et le deuxième sous genre « *Vicia* » qui regroupe une seule espèce « *faba* ».

La distinction entre les deux sous-genres étant principalement fondée sur la longueur relative de l'inflorescence et la présence des taches de nectaires sur les stipules. Le sous-genre *Vicilla* divisé en 17 sections renferme les espèces telles que *Vicia villosa*, *Vicia ervilla*, *Vicia benghalensis* et *Vicia hirsuta*. Selon le même auteur, le sous-genre *Vicia* L. est le plus petit et cohérent avec 38 espèces réparties en 5 sections. Par contre le Sous-genre *Vicilla* est considéré comme plus primitif et plus diversifié que celui de sous-genre *Vicia* (Maxted, 1993).

Ce dernier comprend les plus importantes espèces au point de vue agricole comme *Vicia faba*, *Vicia sativa* et *Vicia narbonensis*.

Cette classification a été révisée par Maxted (1995), en divisant le sous genre *Vicia* en neuf sections, 9 séries, 38 espèces, 14 sous-espèces et 22 variétés. (Tableau 1)

Tableau.1. Classification du Sous genre *Vicia* d'après Maxted (1995)

Section	Séries	Espèces	Sous-espèces	Variétés	
<i>Atossa</i> (Alef.)	A- <i>Pseudovicilla</i>	<i>V. oroboides</i> W.			
	B- <i>Truncatulae</i>	<i>V. balansae</i> B. <i>V. abbreviata</i> F			
	C- <i>Atossa</i>	<i>V. sepium</i>		var. <i>sepium</i> var. <i>ericalyx</i> C. var. <i>montana</i> K.	
<i>Microcarinae</i> Maxted		<i>V. dionysiensis</i> M.			
<i>Hypechusa</i> (Alef.)	A- <i>Hycranicae</i> B.	<i>V. assyriaca</i> B.			
		<i>V. esdraelonensis</i> W			
		<i>V. tigridis</i> M.			
		<i>V. galeata</i> B.			
		<i>V. hycranica</i> F.			
		<i>V. noeana</i> B.	Ssp. <i>Megalodonta</i> R. Ssp. <i>noeana</i>		
	B. <i>Hypechusa</i>	<i>V. melanops</i> S.		var. <i>melanops</i> Var. <i>loiseaui</i> A.	
		<i>V. ciliatula</i> L.			
		<i>V. anatolica</i> T.			
		<i>V. mollis</i> B.			
		<i>V. pannonica</i> C.	Ssp. <i>striata</i> N. Ssp. <i>pannonica</i>		
		<i>V. hybrida</i> L.			
		<i>V. sericocarpa</i> F. <i>V. lutea</i> L.	Ssp. <i>lutea</i> Ssp. <i>vestita</i> R.		
<i>Peregrinae</i> Kupicha		<i>V. michauxii</i> S. <i>V. aintabensis</i> B. <i>V. peregrina</i> L.			
	<i>Wiggersia</i> (Alef.) M.	<i>V. cuspidata</i> B. <i>V. lathyroides</i> L.			
		<i>Vicia</i>	A- <i>Vicia</i>	<i>V. pyrenaica</i> P. <i>V. sativa</i> L	Ssp. <i>nigra</i> L. E. Ssp. <i>amphicarpa</i> L. B. Ssp. <i>incisa</i> . A Ssp. <i>devia</i> . C Ssp. <i>sativa</i> Ssp. <i>macrocarpa</i> A.
<i>V. barbazitae</i> Ten				var. <i>barbazitae</i> var. <i>incisa</i> Boiss	
B- <i>Grandiflorae</i> B.	<i>V. qatmensis</i> Gomb <i>V. grandiflora</i> Scop				var. <i>grandiflora</i> var. <i>incisa</i> Braun.
	<i>V. bithynica</i> L.				
<i>Bithynicae</i> B	A- <i>Rhombocarpae</i>			<i>V. eristalioides</i>	
			B- <i>Narbonensis</i>	<i>V. kalakhensis</i> K. <i>V. johannis</i> T.	
<i>V. galilaea</i> P				var. <i>galilaea</i> var. <i>faboidea</i> H.	

La Méditerranée est considérée comme le centre le plus important de diversification du genre *Vicia* L., ainsi que l'Amérique du Sud, l'Amérique du Nord et le Sud de la Sibérie (Kupicha, 1981 ; Nikiforova, 1988 ; Hanelt et Mettin, 1989).

Les systèmes agricoles ont eu une grande influence sur l'évolution récente du genre. Leur nature adventice pourrait expliquer la large diffusion de nombreuses espèces. Plus de la moitié des espèces existantes en Amérique du Nord sont des introductions (Kupicha, 1976).

Vicia ervilia est la plus domestiquée au monde. Elle a été domestiquée en Asie occidentale au cours de la période néolithique (Hopf, 1986 ; Zohary et Hopf, 1988 ; Zohary, 1989).

Vicia sativa est largement cultivée dans les régions tempérées et subtropicales. La sous-espèce *sativa* peut être également trouvée sur presque tous les continents. Elle est la sous-espèce la plus cultivée et se trouve dans toute l'Europe, la Méditerranée et l'Ouest Asiatique.

La sous-espèce *amphicarpa* a une distribution plus restreinte. Elle est localisée principalement dans les régions les plus sèches de la Méditerranée et l'Asie occidentale et a été introduite en Australie. Cette sous-espèce produit, outre les fleurs aériennes et les gousses, des fleurs et des gousses souterraines. Elle a un potentiel comme plante fourragère dans les zones arides et produit une meilleure régénération naturelle après pâturage (Plitmann, 1973).

La sous-espèce *incisa* reconnue par ses folioles incisées et la sous-espèce *macrocarpa*, caractérisée par ses gousses, sont également présentes dans la Méditerranée et l'Ouest Asiatique, mais les deux ont une distribution plus limitée que les autres sous-espèces ; *incisa* peut être trouvée jusqu'à concurrence d'une altitude de 510 m, tandis que *macrocarpa* a été trouvée à une altitude de 200 m (Maxted, 1995).

Vicia narbonensis L. est parmi les espèces fourragères les moins cultivées dans le Sud de l'Europe, la Méditerranée et dans l'Ouest asiatique. Mais sa culture est désormais réservée à la Syrie, la Turquie et l'Irak (Enneking et Maxted, 1995 ; Enneking, 1995). Elle est l'une des espèces d'un groupe d'espèces moins communes, morphologiquement proches, dénommées collectivement le complexe *Vicia narbonensis* (Schäfer, 1973 ; Maxted *et al.*, 1989).

Vicia villosa Roth. est une espèce annuelle ou bisannuelle distribuée dans toute l'Europe, la Méditerranée et l'Asie Occidentale, et a été naturalisée en Amérique du Nord et au Japon. Elle a une résistance au gel élevée (Aarssen *et al.*, 1986 ; Keatinge *et al.*, 1991), ce qui signifie qu'elle pourra être cultivée dans altitudes plus élevées (Townsend, 1974).

L'utilisation des plantes préhistoriques était plus étendue qu'aujourd'hui, en particulier pour le fourrage et les espèces fourragères. De nombreuses espèces qui ont été utilisées depuis des millénaires n'ont jamais été domestiquées, et de nombreuses espèces domestiquées précocement ont plus tard été abandonnées au profit d'espèces plus performantes.

Avec l'expansion de l'agriculture il ya eu une augmentation concomitante de la diversité au niveau intraspécifique grâce à l'adaptation à de nouveaux habitats. *Vicia sativa*, *Vicia villosa* et *Vicia narbonensis* pourraient être cités comme exemples (Frankel, 1977) (Tableau 2).

T ableau .2. Distribution géographique du Sous genre *Vicia* d'après Kupicha (1974) et Allkin *et al.* (1983).

section	Espèces	Distribution
<i>Atossa</i>	<i>V. oroboides</i>	Centre et Sud-Est de l'Europe
	<i>V. balansae</i>	Turquie et Asie
	<i>V. abbreviata</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. sepium</i>	Europe et Asiedu Nord
<i>Microarinae</i>	<i>V. dionysiensis</i>	Syrie
<i>Hypechusa</i>	<i>V. assyriaca</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. esdraelonensis</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. tigridis</i>	Syrie
	<i>V. galeata</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. hycranica</i>	Asie centrale et Ouest
	<i>V. noeana</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. melanops</i>	Europe du Sud et la Turquie
	<i>V. ciliatula</i>	Turquie
	<i>V. anatolica</i>	Iran, Turquie
	<i>V. mollis</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. pannonica</i>	Europe du Sud, Ouest asiatique, Nord Africain
	<i>V. hybrida</i>	Europe, Asie de l'Ouest, Nord Africain
	<i>V. sericocarpa</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. lutea</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest, Nord Africain
<i>Peregrinae</i>	<i>V. michauxii</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. aintabensis</i>	Asie de l'Ouest
	<i>V. peregrina</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest, Nord Africain
<i>Wiggersia</i>	<i>V. cuspidata</i>	Sud-Est Europe, Asie de l'Ouest
	<i>V. lathyroides</i>	Europe, Asie de l'Ouest, Algérie
<i>Vicia</i>	<i>V. pyrenaica</i>	France, Espagne
	<i>V. sativa</i>	Europe, Asie, Nord Africain
	<i>V. barbazitae</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest
	<i>V. qatmensis</i>	Syrie
	<i>V. grandiflora</i>	Europe de l'Est, Asie de l'Ouest
<i>Bithynicae</i>	<i>V. bithynica</i>	Europe, Asie de l'Ouest, Algérie
<i>Narbonensis</i>	<i>V. eristalioides</i>	Turquie
	<i>V. kalakhensis</i>	Syrie
	<i>V. johannis</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest, Lybie
	<i>V. galilaea</i>	Israël, Turquie
	<i>V. narbonensis</i>	Europe, Asie de l'Ouest, Nord Africain
	<i>V. hyaeniscyamus</i>	Syrie, Liban
<i>Faba</i>	<i>V. faba</i>	Connue uniquement en culture

II.1. Superficie et production DE VESCES

Les espèces de Vesce, les plus commercialisées sont *Vicia sativa* L. (la vesce commune) et *Vicia villosa* Roth. (la vesce velue), avec certaines espèces ayant une importance locale telles que *Vicia pannonica*, *Vicia ervilia* Wild. et *Vicia benghalensis*.

L'utilisation des vesces diffère d'un pays à un autre ; des pays comme l'Allemagne, l'Autriche, la Bulgarie, la Lituanie et l'Espagne cultivent les vesces pour la production de grains et de fourrage. En Grande-Bretagne, Hongrie, Yougoslavie, Pays-Bas et Suède, elles sont cultivées seulement en tant que plantes fourragères herbacées.

L'utilisation mondiale des vesces sous forme de fourrage et engrais vert est bien connue. En revanche, leur utilisation comme légumineuses à grains est d'une importance mineure dans l'économie mondiale. Ceci est dû principalement à la présence de substances antinutritionnelles ainsi que leur faible productivité. Le grain est utilisé principalement dans l'alimentation des ruminants au niveau des régions méditerranéennes et le Sud-Ouest asiatique.

En l'an 2000, plus d'un million d'hectares de vesces a été emblavé et dont plus de la moitié a été réalisé dans les pays de la région Méditerranéenne (FAO, 2001). La majorité des zones de culture des vesces se concentre principalement en Turquie, Syrie, Ethiopie, Maroc et Algérie (Robertson *et al.*, 1996).

Recensés sur une période de dix années les superficies et la production déclarées de vesce grains sont données en figure 1 et 2 (FAO, 2006).

Bien que la sole emblavée en cette culture soit relativement importante, au regard des superficies réservées aux cultures fourragères, en Algérie la production reste en deçà des besoins en augmentation constante du cheptel.

La production nationale est tributaire des importations à environ 98% (Mebarkia et Abdelguerfi, 2007).

Les efforts déployés en matière de techniques culturales et de sélection de nouveaux matériels génétiques plus performants, réalisés ces dernières décennies, de par le monde, ont conduit à une amélioration significative des rendements qui sont passés de 1,5 q/ha en 1960 à plus 12 q/ha en 2001 (FAO, 2001).

La production mondiale des vesces en grains dans certains pays (Turquie, Liban, Albanie et la Syrie) s'est stabilisée pour les années 1960 et 2005 (Fig.1), par contre pour d'autres comme, la Bulgarie, la Grèce, Chypre, ex-Tchécoslovaquie, la Pologne et l'Algérie, la production a fortement régressé alors que dans d'autres pays la production a diminué de 25% (ex URSS, l'ex-Yougoslavie, Italie, Malte).

Certains pays ont, par contre, réalisé des augmentations substantielles (Chine, Espagne, Australie) (FAO, 2006).

La Chine a cultivé, en 1998, 124.000 ha de *Vicia villosa* et 99.000 ha de *Vicia sativa*. Cela met la Chine dans le peloton de tête des pays producteurs de vesce, suivie de l'Australie et l'Espagne (Hu Zizhi et Zhang Degang, 2001).

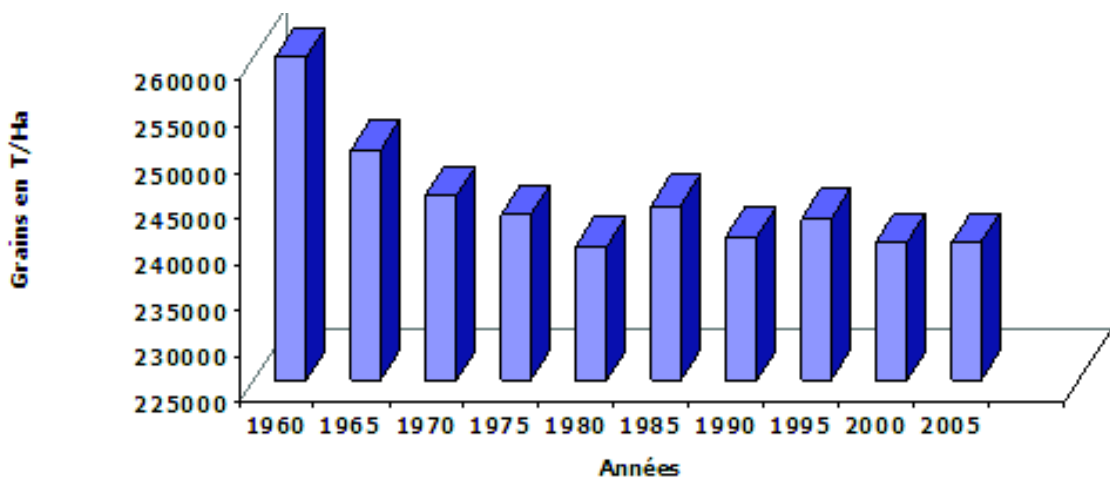


Figure.1. Production mondiale des vesces en grains (t/ha)

Source : FAOSTAT, Septembre, 2006

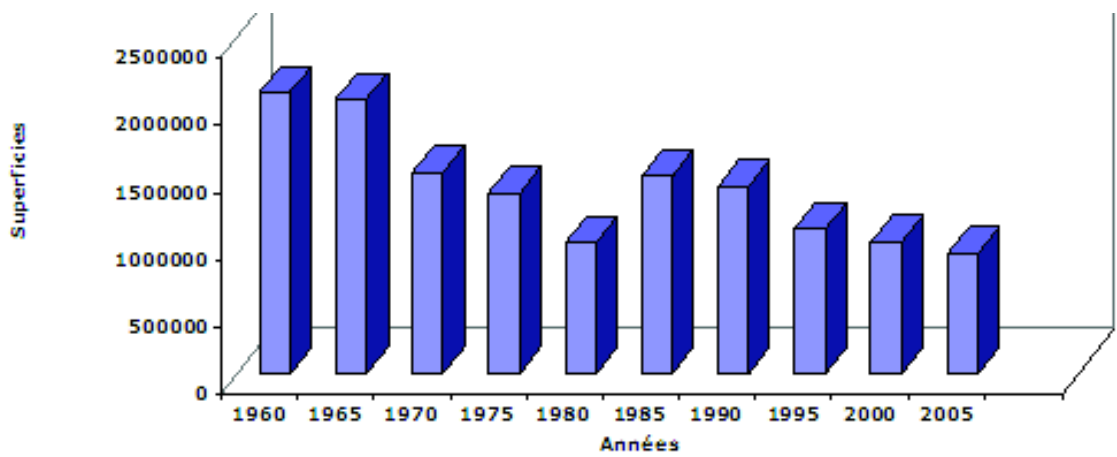


Figure.2. Superficies récoltée en vesces grains dans le monde (Ha)

Source : FAOSTAT, Septembre, 2006

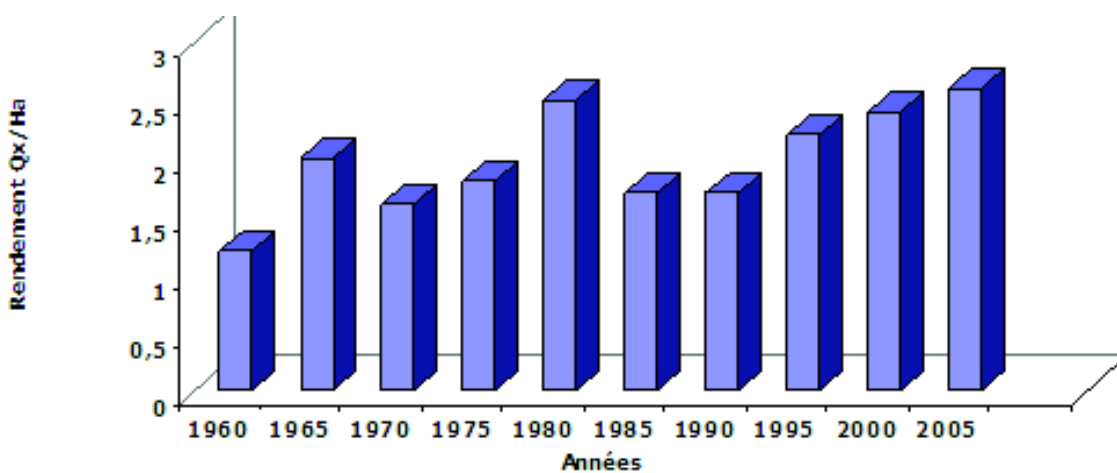


Figure.3. Rendement moyen annuel des vesces grains pour la période de 1960 à 2005

Source : FAOSTAT, Septembre, 2006

II.2. IMPORTANCE DES VESCES

Plusieurs espèces de *Vicia* ont été utilisées dans l'agriculture depuis l'Antiquité (Zohary et Hopf, 1988) tandis que d'autres ont été cultivées récemment et d'autres n'ont jamais été cultivées.

Les vesces sont des légumineuses fourragères, principalement annuelles, dont les tiges faibles portent des feuilles à nombreuses folioles terminées par des vrilles simples ou ramifiées.

La principale utilisation de vesces a été dans les associations avec les céréales (avoine, orge, triticales, seigle) sous forme de fourrage et comme engrais vert (Duke, 1981 ; Bull et Mayfield, 1988; Walton, 1992).

Récemment, leur utilité potentielle comme légumineuses à grains a été étudiée (Bull et Mayfield, 1988; Garlinge et Perry, 1993). *Vicia narbonensis* et *Vicia sativa*, ont été désignés ainsi comme les espèces à grains, les mieux adaptées aux conditions de faible pluviométrie. En plus *Vicia narbonensis* a l'avantage supplémentaire d'une plante ayant un port érigé lui facilitant la récolte mécanique (Georg, 1987a; Georg, 1987b).

L'élevage est une partie intégrante des systèmes de production où l'agriculture est tributaire des variations saisonnières de la pluviométrie. Ainsi, ces variations ont conduit à un déficit marqué de l'approvisionnement en aliments pour animaux et constituant une contrainte majeure des productions animales.

Les légumineuses fourragères annuelles comme les vesces (*Vicia* spp.) sont connues pour leur potentiel à produire des aliments d'appoint dans les terres laissées en jachère et contribuent à rompre la monoculture d'orge (Lerwick, 1976; Krausse *et al.*, 1988; Jones, 1990 ; Berger *et al.*, 2002).

Ces cultures peuvent être utilisées comme pâturage direct en fin de l'hiver ou au début du printemps et pour la production de foin ou de grains et de paille.

Elles sont conduites soit en peuplement pur ou en mélange avec des céréales (avoine, orge ou triticales) ou pour le grain et la paille à pleine maturité.

Dans les régions céréalières les vesces sont aussi d'une grande utilité car elles fournissent un excellent engrais vert en culture dérobée.

L'introduction de *Vicia* spp. dans les rotations améliore la production des ressources alimentaires et par la même la capacité de charge des terres de manière durable. Elle fixe jusqu'à 200 kg d'azote dans le sol (Matic, 2005 ; Rochester et Peoples, 2005), améliore la structure du sol et assure un meilleur contrôle des maladies et des parasites par rapport à la monoculture de céréales (Puckridge et French, 1983 ; Bahhady *et al.*, 1997; Gurmani *et al.*, 2006).

La production des légumineuses fourragères en particulier les vesces, devrait également avoir un effet positif sur les pâturages par:

- la réduction du surpâturage sur les autres espaces pastoraux ;
- l'offre de solutions nouvelles pour l'organisation du pâturage.

Sur le plan environnemental, les vesces favorisent un retour rapide des prédateurs naturels d'insectes phytophages et donc permettent de retrouver un équilibre écologique et limitent ainsi l'utilisation des pesticides (Smith et Valenzuela, 2002).

Aussi, les vesces sont connues pour leur haute performance agronomique, leur résistance à la sécheresse et leur adaptation aux environnements les plus défavorables, surtout pour *Vicia villosa* Roth., *Vicia pannonica* Crantz, *Vicia ervilia* L. et *Vicia narbonensis* L.

En revanche *Vicia sativa* L est sensible au froid (Acikgoz, 1982; Acikgoz, 1988 ; Abd El Moniem et Saxena, 1997 ; Buyukburc et Iptas, 2001).

La teneur moyenne en protéines brutes de la matière sèche du fourrage de vesce (à la pleine floraison et au début de la formation des gousses) chez la plupart des légumineuses annuelles varie autour de 200 g kg⁻¹.

Le plus souvent, les valeurs les plus élevées de ce paramètre se trouvent chez les vesces (Mihailovic *et al.*, 2006; Mikic *et al.*, 2006). Chez *Vicia villosa* et *Vicia sativa*, la teneur en lysine de la matière sèche est importante avec des valeurs moyennes de 13,9 g/kg et 12,7 g/kg respectivement. Le grain des vesces peut représenter aussi une source très riche en protéines.

A titre d'exemple, *Vicia narbonensis* L. et *Vicia sativa* sont assez bien pourvues en lysine (plus de 20 g/kg) et en méthionine relativement à d'autres légumineuses annuelles. (Hadjipanayiotou et Economides, 2001; Milczak *et al.*, 2001).

Certaines espèces de la famille des légumineuses comme le genre *Vicia*, présentent une source de protéines bon marché pour les animaux (Bellido, 1994). Bien que la consommation mondiale actuelle de vesces soit très faible, celles-ci ont été fréquemment utilisés pour l'alimentation pendant les famines (Salih *et al.*, 1992). Cependant, l'utilisation des graines des espèces du genre *Vicia*, dans l'alimentation pose le problème de toxicité surtout pour les monogastriques.

Les espèces du sous-genre *Vicilla*, dont *Vicia ervilia*, *Vicia articulata*, *Vicia villosa*, *Vicia benghalensis* et *Vicia cracca* contiennent en effet des substances toxiques comme la canavanine. Dans le sous-genre *Vicia*, *Vicia sativa* et *Vicia narbonensis* sont caractérisées par la présence de β -cyanoalanine et g-glutamyl- β -cyanoalanine et de la g-glutamyl-S-Vinyl-cystéine respectivement (Kupicha, 1976; Pitz *et al.*, 1980; Yasui *et al.*, 1987; Khattab, 1988 ; Griffiths et Ramsay, 1992).

III. LES CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DES VESCES

III.1. LES TECHNIQUES CULTURALES

La faiblesse des rendements en fourrage ou en grains est due en grande partie à l'irrégularité interannuelle et saisonnière des précipitations du milieu.

Les techniques culturales appliquées ne sont pas, cependant, toujours ce qu'elles devraient être pour atteindre les meilleurs rendements.

Ces techniques, quand elles sont appliquées, ne permettent pas uniquement la mise en place de la culture, mais elles aident la culture à s'adapter aux contraintes climatiques quand elles se présentent.

Pour cela, il faut adapter les techniques culturales et le matériel végétal à la variabilité climatique du milieu. Les techniques culturales renferment la préparation du sol, le respect

des dates et densités de semis, le désherbage, la fertilisation, les proportions du mélange (vesce et céréale fourragère), les stades de fauche optimums pour le foin et la rotation.

III.2. PHENOMENE D'EGRENAGE DES GOUSSES A MATURITE

Le problème d'égrenage, dû à la déhiscence des gousses à la maturation, est commun à de nombreuses cultures de légumineuses fourragères, en particulier les espèces du genre *Vicia* et constitue un important problème économique, lorsque la culture est utilisée en rotation avec des céréales, car il enrichit le sol en mauvaises herbes.

L'égrenage des gousses limite l'utilisation des vesces comme légumineuse fourragère et affecte négativement la production de semences (AbdElMoneim, 1984 ; Oplinger *et al.*, 1989 ; Abd El Moneim et Saxena, 1997).

Les études génétiques pour la réduction de l'aptitude à l'égrenage ont été réalisées par des croisements à travers plusieurs Backcross entre des écotypes de vesces sauvages qui ne s'égrènent pas et des lignées de vesces améliorées ayant des caractères agronomiques intéressants.

Les résultats ont révélé que ce problème est conditionné par un seul gène récessif. L'incorporation de ce gène dans des lignées prometteuses a été réalisée par rétrocroisement, autofécondation et ensuite sélection des écotypes qui ne s'égrènent pas.

Après cinq générations de rétrocroisements, des lignées supérieures (1361, 1416 et 2014) ont été sélectionnées avec des rendements en grains supérieurs à 2,0 tonnes/ha (AbdelMoneim, 1992).

Le matériel génétique utilisé dans ce travail, se caractérise par des taux d'égrenage moyens à faibles.

III.3. LES STRESS ABIOTIQUES

La région semi-aride est connue comme étant une région à fortes contraintes climatiques, particulièrement pour les cultures fourragères des espèces du genre *Vicia* (AbdelMoneim, 1994). Le froid et la sécheresse sont les principaux facteurs de stress environnementaux qui limitent la production des cultures des espèces du genre *Vicia* dans de nombreuses régions du monde (Ratinam *et al.*, 1994).

L'abaissement de la température, au dessous de 0°C, engendre des perturbations physiques et biochimiques au niveau cellulaire. En fonction de leur intensité et la sensibilité des cultures, l'effet peut varier de dommages foliaires partiels, provoquant une baisse de rendement faible, à la destruction complète occasionnant le sinistre total (Ducellier, 1932; Mouret *et al.*, 1989; Baldy, 1993).

En effet, les stades de début floraison à la pleine floraison sont les plus exposés, engendrant ainsi des avortements des fleurs et par conséquent la chute des rendements (Ridge et Pye, 2003).

La tolérance des vesces aux différents stress est un critère de sélection très important, parce que les vesces à sélectionner sont appelées à être cultivées dans toutes les régions de l'Algérie et surtout les régions semi arides et arides. Hassen (1994) et Gazeau (2002) notent que la tolérance est une caractéristique variétale et spécifique qui dépend à la fois du stade végétatif considéré et de l'intensité du stress.

La plante met à contribution l'ensemble des caractéristiques phéno- morpho- physiologiques, pour s'adapter à son environnement et surmonter les effets des stress. Parmi ces caractéristiques, le degré d'endurcissement joue un rôle important dans la tolérance vis-à-vis des basses températures (Szucs *et al.*, 1999, Estelle, 2008).

Cependant, le manque de méthodes appropriées a été un obstacle majeur dans la sélection des variétés de cultures pour la tolérance aux stress (AbdelMoneim, 1992).

Des tentatives ont été faites pour réduire les dégâts grâce à l'utilisation combinée de pratiques culturales, de régulateurs de croissance et d'amélioration génétique (AbdelMoneim, 1994). Allard *et al.* (1998) notent que l'osmolyte bêtaïne s'accumule progressivement et proportionnellement au degré de résistance au stress et les plantes qui accumulent plus de bêtaïne sont plus tolérantes.

Havaux et Lannoye (1982) montrent que le mécanisme d'action de la proline explique son importance dans la tolérance aux stress des végétaux sur la base d'études physico- chimiques.

Son accumulation est une des réponses métaboliques communes des plantes supérieures aux différents stress et a fait l'objet de nombreux examens au cours des 20 dernières années (Rhodes, 1987; Delauney et Verma, 1993; Samaras *et al.*, 1995; Taylor, 1996; Rhodes *et al.*, 1999).

La proline protège les membranes et les protéines contre les effets néfastes des températures extrêmes (Rudolph *et al.*, 1986; Santarius, 1992; Santoro *et al.*, 1992). Il a été démontré que les variétés résistantes à la sécheresse accumulent plus de proline par rapport aux variétés sensibles (Srinivasa Reddy et Sastry, 1977).

Ces résultats indiquent que l'accumulation de la proline peut fournir une adaptation biochimique des plantes lors du stress hydrique.

CHAPITRE.II. MATERIEL ET METHODES

Présentation de la région de Sétif

Tous les essais que nous avons réalisés ont été conduits à la ferme expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Sétif. (36° 10'N, 5° 24'E). Dans cette région, le climat est continental à fortes amplitudes thermiques, tant annuelles que journalières ; l'altitude est de 1 081 m. Ainsi selon les données de l'ONM (1996, 2008), l'hiver connaît des températures qui descendent sous 0°C et au cours de l'été, celles-ci atteignent des pics dépassant les 40°C.

Aussi, les différences de températures entre la nuit et le jour atteignant parfois les 20°C en hiver et au printemps occasionnent des phénomènes de gel et de dégel très contraignants à la croissance des plantes (Bouzerzour et Benmahammed, 1994).

La pluviosité moyenne annuelle est de l'ordre de 450 mm (Seltzer, 1947). Celle-ci connaît toutefois des variations intra et interannuelles très importantes. Les périodes de sécheresse notamment printanières ont été très nombreuses au cours des 20 dernières années.

Ainsi, on constate une variation continue des niveaux pluviométriques annuels et surtout au cours du printemps qui constitue une période clé aux cultures céréalières et fourragères (Bahlouliet *al.*, 2008). Ainsi, si les événements climatiques surviennent dès la première décade du mois de mai, ils sont responsables de l'avortement des fleurs.

Les sols du site d'expérimentation appartiennent au groupe des sols steppiques (Perrier et Soyer, 1970). La composition physicochimique indique, pour l'ensemble des parcelles, une texture argilo-limoneuse, une structure grumeleuse, à pH eau basique (8,1-8,5) et une forte teneur en calcaire total de 33,50% à 35,04% (Chenaffi, 1997 ; Belarbi, 1998). La teneur en matière organique varie de 0,08 à 2,69% ; la teneur en phosphore assimilable varie de 17,17 à 36,04 ppm ; la teneur en azote, 0,07%, est faible (Belarbi, 1998).

ESSAI n°.I : Etude du potentiel agronomique de trois espèces de vesces (*vicia spp.*) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif.

I.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation

L'essai a été conduit durant deux campagnes agricoles 1995/1996 et 1996/1997. Les conditions climatiques des deux campagnes sont présentées dans le tableau 3. Les deux campagnes agricoles se caractérisent par :

- la bonne répartition des pluies, avec des quantités plus importantes au cours de la première campagne (494,5 mm contre seulement 226,3 mm pour la deuxième année, soit moins de la moitié) ;

- des températures minimales plus basses et des températures maximales plus hautes en seconde année, mais on observe 67 jours très froid. Les températures minimales sont inférieures à 4°C; dans ce cas, le gel est relativement fréquent, surtout au cours des mois de mars à mai, en première année et 53 jours en seconde année.

Tableau 3. Conditions climatiques des deux campagnes d'expérimentation à Sétif (ONM, 1997)

Mois Campagnes	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	Total	
1995/1996 Température °C - minimale - maximale	9.33	6.74	4.25	1.37	0.12	3.22	5.62	5.48	7.62	30.19	10.51	4.54	2.55	19.63
Pluviométrie(mm)														
Gels en jours														
1996/1997 Température °C - minimale - maximale	6.7	3.2	1.12	7.86	1.22	4.51	6.63	2.95	7.03	9.7	12.41	13.2	5.3	19.23
Pluviométrie(mm)														
Gels en jours														

I.2. Le matériel végétal

L'expérimentation a porté sur trois espèces du genre *Vicia* (*V. ervilia* L.WILD, *V. sativa* L. et *V. villosa* s.l. ssp. *dasycarpa* (Ten) Cavill), représentées chacune par 15 écotypes (tableau 4). Le matériel végétal utilisé provient de l'ICARDA (Syrie).

Tableau 4. Origines des écotypes des trois espèces du genre *Vicia* étudiées

N°	<i>Vicia ervilia</i> L.		<i>Vicia sativa</i> .L.		<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>dasycarpa</i> Ten	
	Code	Origine	Code	Origine	Code	Origine
1	2563	Syrie	2560	Syrie	2562	Syrie
2	2508	Chypre	1448	Italie	2424	Syrie
3	2509	Chypre	2556	Chypre	2431	Syrie
4	2510	Chypre	2558	Inconnue	2456	Japon
5	2511	Chypre	2559	Chypre	2446	Italie
6	2512	Chypre	2568	Italie	2454	Italie
7	2513	Chypre	2505	Syrie	2451	Italie
8	2514	Chypre	2637	Espagne	2455	Algérie
9	2515	Chypre	2639	Espagne	2437	USA
10	2516	Chypre	2638	Espagne	2438	Grèce
11	2517	Chypre	2640	Espagne	2439	Turquie
12	2518	Syrie	2504	Syrie	2445	Turquie
13	2519	Syrie	2642	Syrie	2441	Turquie
14	2520	Syrie	2497	Syrie	2442	Italie
15	2521	Syrie	2483	Syrie	2457	Italie

I.3. Déroulement de l'expérimentation

Les principaux travaux culturaux effectués sur cet essai sont les suivants : Un labour profond (25 cm) a été effectué à l'aide d'une charrue à disques juste après les premières pluies d'automne (septembre et octobre), suivi d'un apport de 100 kg/ha d'engrais phosphaté sous forme de superphosphate 46%, avant le semis.

Deux passages croisés de covercrop visaient à réduire l'infestation des mauvaises herbes et à obtenir un bon lit de semences.

Durant les deux campagnes d'essais, juste avant le semis, un désherbage chimique a été appliqué à l'aide du désherbant Terbutryne (matière active) à raison de 1,5 litre dans 300 litres d'eau par hectare.

Le semis a été réalisé à partir du même lot de semences, le 1^{er} décembre pour l'année 1995 et le 12 décembre pour l'année 1996. Chaque espèce, avec les 15 écotypes, a été semée manuellement et séparément dans un dispositif en blocs complètement randomisés à 3 répétitions dans une parcelle ayant comme précédent cultural une céréale (blé dur).

Chaque parcelle élémentaire comportait 4 rangs de 4 m de long, espacés de 30 cm. 200 graines de vesce ont été semées dans chacune de ces parcelles.

I.4. Les variables observées et leur traitement statistique

Une moitié de la parcelle élémentaire a été utilisée pour l'évaluation de la production de matière verte et les caractéristiques agronomiques, et l'autre moitié pour mesurer le rendement en grain avec ses composantes.

Les stades phénologiques observés ont été : la date de début floraison (DF), évaluée par le nombre de jours de la date de levée à la sortie de la première inflorescence; la date de pleine floraison (ILF), évaluée par le nombre de jours de la date de levée à l'apparition du maximum de fleurs ; la date de début formation des gousses (DFG) : nombre de jours de la levée à l'apparition de fruits ; le début de la formation des graines dans les gousses; la date de la maturité complète (MC) : nombre de jours de la levée à la date du durcissement de la graine.

Des notations ont porté également sur le nombre total de fleurs par plante (NTFr) ainsi que le nombre de grains par gousse (NGG).

Les productions mesurées sont la production totale de matière verte (MVT), de matière sèche (MS) et le rendement en grain (GRA).

Nous avons effectué une fauche de 1 m² par parcelle élémentaire au stade pleine floraison et pesé immédiatement l'échantillon pour évaluer la quantité de matière verte.

La production de matière sèche a été évaluée à partir d'un échantillon de 200 g de matière verte placé dans une étuve à 105°C pendant 24 h.

Le rendement en grain a été déterminé pour chaque écotype et par parcelle élémentaire de 1 m² à partir du produit de la récolte à la batteuse fixe.

Enfin, nous avons déterminé les paramètres de qualité des graines de chaque écotype (de chaque espèce).

Les analyses chimiques des graines, que nous avons effectuées uniquement pour la première année (1995/1996), ont porté sur : les matières azotées totale (MAT), les matières grasses (MGR), la cellulose brute (CBR) et les matières minérales (MMI).

Les données recueillies ont été traitées à l'aide du logiciel StatITCF, selon une analyse de variance basée sur la comparaison des moyennes de Newman et Keuls. Les relations entre les différentes paires de variables mesurées sont décrites et analysées par le calcul des corrélations phénotypiques, basées sur les moyennes génotypiques.

ESSAI n° II : Phénologie et performances agronomiques de l'espèce *vicia narbonensis* L. dans la région semi-aride de setif

II.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation

Les essais ont été conduits durant les campagnes agricoles de 2001/2002 et de 2002/2003. Les conditions climatiques des deux campagnes sont présentées dans le tableau 5. Les amplitudes thermiques mensuelles sont supérieures lors de la première campagne agricole (ONM, 2003). La campagne 2002/2003 a eu une pluviométrie supérieure (presque double) à celle mesurée lors de la campagne agricole de 2001/2002 (566,4 mm vs 295.9 mm).

Tableau 5. Conditions climatiques des deux campagnes d'expérimentation à Sétif. (ONM, 2003)

Mois Campagnes	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	Total	
2001/2002	7,2	36,7	4,3	2,1	2,4	26,3	37,2	22,0	0,8	26,4	22,7	5,2	3,0	295,9
Température °C min max														
Pluviométrie(mm)														
2002/2003	2,6	2,6	33,0	3	5,6	-4,1	-8,9	-2,9	-3,3	-0,0	7,2	10,8	10,5	566,4
Température °C min max	38,3	4,3	30,1	23,7	10,9	0	20,3	11,2	6,6	22,0	5	33,6	2	63,2
Pluviométrie(mm)														

II.2. Matériel végétal

L'expérimentation a portée sur 15 écotypes de l'espèce *Vicia narbonensis* originaires de la Syrie, du Liban et/ou de la Turquie et mises à disposition par l'ICARDA (Syrie) (Tableau 6).

Tableau 6. Origines des 15 écotypes étudiés de *Vicia narbonensis*

N°	Vicia narbonensis L.	
1	Code 2561	Origine Syrie
2	2380	Liban
3	2383	Liban
4	2388	Liban
5	2390	Liban
6	2391	Liban
7	2392	Liban
8	2393	Syrie
9	2461	Turquie
10	2462	Turquie
11	2464	Turquie
12	2465	Turquie
13	2466	Turquie
14	2467	Liban
15	2468	Liban

II.3. Mise en place de l'expérimentation

Un ensemble de travaux culturaux ont été effectués pour la mise en place de l'expérimentation. Un labour profond (25 cm) a été effectué à l'aide d'une charrue à disques, immédiatement après les premières pluies d'automne (septembre et octobre). Un apport de 100 kg par ha d'engrais phosphaté (superphosphate 46%) a été réalisé avant le semis.

Deux passages croisés de covercrop visaient à réduire l'infestation par les mauvaises herbes et à obtenir un bon lit pour les semences.

Durant les deux campagnes d'essais, immédiatement avant le semis, un désherbage chimique a été appliqué à l'aide du désherbant Terbutryne (matière active) à raison de 1,5 litre dans 300 litre d'eau par hectare.

Le semis a été réalisé à partir du même lot de semences, le 1^{er} décembre pour la campagne de 2001/2002 et le 12 décembre pour la campagne de 2002/2003.

Les semis ont été réalisés manuellement dans un dispositif en blocs complètement randomisés avec 3 répétitions par bloc dans une parcelle ayant comme précédent cultural une céréale (blé dur).

Chaque parcelle élémentaire comportait 4 rangs de 4 m de long, espacés de 30 cm. Deux cents graines de chaque écotype de *Vicia narbonensis* ont été semées dans chacune des parcelles expérimentales.

II.4. Paramètres de mesures et traitements statistiques

Une moitié de la parcelle élémentaire a été utilisée pour évaluer le potentiel de production fourragère et un ensemble de caractéristiques agronomiques ; l'autre moitié de la parcelle a été utilisée pour mesurer le rendement en grain et évaluer la qualité des graines produites.

Le stade de pleine floraison à début de la formation des gousses a été pris pour évaluer le rendement fourrager. Les stades phénologiques observés ont été :

- la date de début de la floraison (DF) - nombre de jours depuis la date de levée jusqu'à la sortie de la première inflorescence;
- la date de pleine floraison (ILF) - nombre de jours depuis la date de levée jusqu'à l'apparition du maximum de fleurs ;
- la date de début de la formation des gousses (DFG) - nombre de jours depuis la levée jusqu'à l'apparition des fruits ;
- la date de la maturité complète (MC) - nombre de jours depuis la levée jusqu'à la date du durcissement de la graine.

Des notations ont porté également sur le nombre total de fleurs par plante (NTFr) ainsi que le nombre de grains par gousse (NGG).

Les rendements mesurés sont la production totale de matière sèche (MS) et le rendement en grain (GRA). Nous avons effectué une fauche sur 1 m² par parcelle élémentaire au stade de pleine floraison et pesé immédiatement l'échantillon pour évaluer la quantité de matière verte produite.

La production de matière sèche a été évaluée a partir d'un échantillon de 200 g de matière verte placé dans une étuve à 105°C pendant 24 h.

Le rendement en grain a été déterminé pour chaque écotype et par parcelle élémentaire d'1 m² récolté puis passer à la batteuse fixe.

Enfin, nous avons déterminé les paramètres de qualité des graines de chaque écotype produites lors de la première campagne agricole (2001/2002). Les analyses chimiques des graines ont porté sur les matières azotées totales (MAT), les matières grasses (MGR), la cellulose brute (CBR) et les matières minérales (MMI).

Les données recueillies ont subi une analyse de variance effectuée à l'aide du logiciel Statitcf afin d'étudier la variabilité des paramètres mesurés sous l'effet des facteurs contrôlés. Les relations entre les différentes paires de variables mesurées sont décrites et analysées par le calcul des corrélations phénotypiques basées sur les moyennes génotypiques.

ESSAI n°III : Caractérisation morphologique et analyse agronomique de 04 espèces du genre *vicia spp.* dans une région semi-aride de Sétif

III.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation

Les conditions climatiques des deux campagnes sont présentées dans le tableau 7. Les deux campagnes agricoles se caractérisent par :

- une répartition des pluies assez acceptable, avec des quantités importantes au cours de la deuxième campagne (454,8 mm contre 400,3 mm pour la première année, soit une différence de cumul de 54 mm) ;
- des températures minimales plus basses en première année et des températures maximales plus hautes en deuxième année.

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

Campagnes	Mois	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	Total
2004/2005	Température°C												
	min	15.1	13.5	4.8	2.9	-0.7	-0.5	5.6	7.6	13.0	17.0	20.7	
	max	27.4	24.5	12.9	9.3	8.2	6.8	15.2	17.6	26.9	30.4	35.1	
	Pluviométrie (mm)	17.4	37.4	50.2	101.2	28.0	39.8	18.0	50.6	2.2	35.9	20.0	400.7
2005/2006	Température°C												
	min	14.7	12.0	5.7	1.9	0.7	0.9	5.0	9.8	14.6	17.8	20.3	
	max	26.3	22.5	14.5	8.6	7.6	9.3	15.9	20.9	25.7	30.7	33.4	
	Pluviométrie (mm)	26.9	22.7	68.7	52.3	61.8	37.0	9.8	42.4	88.0	7.4	37.8	454.8

Tableau 7. Conditions climatiques des deux campagnes d'expérimentation à Sétif (ONM, 2004).

III.2. Le matériel végétal

L'expérimentation a porté sur quatre espèces du genre *Vicia* (*Vicia ervilia* L.WILD, *Vicia sativa* L., *Vicia villosa* s.l. ssp. *dasycarpa* (Ten) Cavill) et *Vicia narbonensis* L., représentées chacune par 4 écotypes (tableau 8). Le matériel végétal utilisé provient de l'ICARDA (Syrie).

Tableau 8. Origine des 16 écotypes de quatre espèces de *Vicia* étudiés

N°	<i>Vicia ervilia</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Vicia dasycarpa</i>	<i>Vicia narbonensis</i>
	Code Origine	Code Origine	Code Origine	Code Origine
1	2518(VE1) Syrie	2504(VS1) Syrie	2455(VD1) Algérie	2393(VN1) Syrie
2	2521(VE2) Syrie	2638(VS2) Espagne	2437(VD2) USA	2388(VN2) Liban
3	2510(VE3) Chypre	2568(VS3) Italie	2438(VD3) Grèce	2392(VN3) Liban
4	2515(VE3) Chypre	2556(VS4) Chypre	2456(VD4) Japon	2468(VN4) Liban

III.3. Paramètres de mesures et traitements statistiques

III.3.1. Caractères phenologiques

Les caractères phénologiques observés sont:

La date de début de la floraison (DF); la date de 50 % floraison (50 % F); la date de pleine floraison (100 % F) ; la date de début de la formation des gousses (DFG); la date de la maturité complète (MAC).

III.3.2. Caractères biométriques

Afin d'évaluer la variabilité intra et extra espèces, nous avons prélevés 10 plants de chaque écotype et de chaque espèce au stade de 100 % floraison, sur lesquels, nous avons mesuré : le nombre total de ramifications (NTR), le nombre total de fleurs (NTFr), la hauteur (HP), la longueur de la foliole (LFO), le nombre total de feuilles (NTF) et la longueur de la feuille (LONF).

III.3.3. Composantes de rendement grain

Au stade de la maturité complète, nous avons prélevés 10 plants de chaque écotype de chaque espèce, sur lesquels nous avons mesuré : le nombre total des gousses (NTG), le

nombre de grain par gousse (NGG), la longueur de la gousse (LGS) et le poids total des gousses (PTGS).

III.3.4. Caractères agronomiques

Les rendements mesurés sont la production totale de matière verte (MVT), la production totale de matière sèche (MST) et le rendement en grain (GRA). Nous avons effectué une fauche sur 1 m² par parcelle élémentaire au stade de pleine floraison et pesé immédiatement l'échantillon pour évaluer la quantité de matière verte produite. La production de matière sèche a été évaluée à partir d'un échantillon de 200 g de matière verte placé dans une étuve à 105°C pendant 24 h. Le rendement en grain a été déterminé pour chaque écotype et par parcelle élémentaire d'1 m² récolté puis passer à la batteuse fixe.

III.4. Analyses statistiques des données

Les résultats obtenus lors de ce travail ont été traités par une analyse de variance à deux facteurs pour tester les différences entre les écotypes. Les moyennes ont été soumises au test de Newman et Keuls au seuil de 5 %. Une analyse en composantes principales (ACP) est faite pour identifier les principales variables agronomiques discriminantes des écotypes. Les logiciels utilisés à ces fins sont STATITCF, SPSS 18.0 et XLSTAT 2008.

ESSAI n°IV : Effet de l'irrigation de complément sur le comportement de huit écotypes du genre *vicia spp* sous climat semi-aride

IV.1. Les caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation

Les conditions climatiques des deux campagnes sont présentées dans le tableau 9. Les deux campagnes agricoles se caractérisent par :

- un printemps très pluvieux en première année
- des températures minimales plus basses et des températures maximales plus hautes en deuxième année.

Campagnes	Mois	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	Total
2006/2007													
Température°C													
min		14.8	13.6	7.1	3.6	3.2	3.8	3.7	8.4	11.1	17.4	19.7	
max		26.2	24.8	16.5	10.5	13.5	12.5	12.4	16.4	22.5	30.8	33.7	
Pluviométrie (mm)		52.0	1.0	9.1	45.0	10.2	25.0	101.8	88.6	28.2	30.0	7.6	398.5
2007/2008													
Température°C													
min		11.4	8.2	0.2	-2.4	-2.6	-1.44	-0.06	7.5	8.4	10.6	14.6	
max		35.8	28.1	20.2	15.8	18.2	21.2	21.1	19.2	32.5	39.7	39.2	
Pluviométrie (mm)		79.5	25.3	16.5	6.0	10.0	48.9	48.9	21.3	75.8	15.2	54.5	372.3

Tableau. 9. Conditions climatiques des deux campagnes d'expérimentation à Sétif (ONM, 2006).

IV.2. Le matériel végétal

Quatre espèces, du genre *Vicia*, représentée chacune par deux écotypes d'origine différente (Tableau 10) ont été choisies sur la base de leur performances agronomiques et ont été conduites dans deux essais différents ; l'un sous condition pluviale et l'autre sous irrigation durant deux campagnes agricoles de 2006/2007 et 2007/2008.

Tableau 10. Origines des écotypes des quatre espèces du genre *Vicia* étudiées au cours de deux années d'expérimentation.

V. ervilia.	V. dasycarpa	V. sativa	V. narbonensis	
Code Origine	Code Origine	Code Origine	Code Origine	
2518(VE1) Syrie	2455(VD1) Algérie	2504(VS1) Syrie	2393(VN1) Syrie	
2521(VE2) Syrie	2438(VD2) USA	2638(VS2) Espagne	2388(VN2) Liban	

IV.3. Déroulement de l'expérimentation

Le dispositif expérimental adopté pour les deux essais est un bloc aléatoire complet à 03 répétitions et la distance entre les deux essais a été de 05 m. Chaque parcelle élémentaire comportait 4 rangs de 4 m de long, espacés de 50 cm et 200 graines ont été semées dans chacune de ces parcelles.

Le même itinéraire technique a été appliqué pour les deux campagnes: Un labour profond à l'aide d'une charrue à disques juste après les premières pluies d'automne (septembre et octobre) ; trois passages croisés de covercrop afin de réduire l'infestation des mauvaises herbes et à obtenir un bon lit de semence et juste après un apport de 100 kg ha⁻¹ d'engrais phosphaté à 46%. Les semis sont faits manuellement en Décembre.

IV.4. Mise en stress hydrique

Sur l'essai conduit en irrigué et après 17 semaines de croissances et au stade de 50 % floraison, l'irrigation de complément a eu lieu jusqu'à la fin du stade de la maturité physiologique à raison de 60 litres par parcelle, soit environ 30 mm de pluie par m² jusqu'à la capacité au champ. Tous les 10 jours, une irrigation a été apportée manuellement à l'aide de bidons, soit au total 04 irrigations ont été appliquées selon le timing suivant :

La première irrigation a eu lieu entre le 19-04 (espèces précoces) et le 30/04/08 (espèces tardives), la deuxième entre le 29-04 (espèces précoces) et le 11/05/08 (espèces tardives), la troisième entre le 09-05 (espèces précoces) et 21/05/08 (espèces tardive) et la dernière irrigation a eu lieu entre le 19-05-08 (espèces précoces) et 29/05/08 (espèces tardives). Il est à noter que pendant la période d'irrigation il y a eu un cumul de 75.8mm de pluie (au mois de Mai) et chaque irrigation a durée 02 à 03 jours. En revanche, l'autre essai a été privé d'eau d'irrigation et a été conduit sous régime pluvial.

IV.5. Observations et mesures

IV.5.1. Les variables observées

Durant les deux campagnes d'expérimentation et pour les deux essais, nous avons notés les stades phénologiques comptés en nombre de jours de la levée jusqu'au stade considéré ;

début floraison (DFL), 50% floraison (50% F), 100% floraison (100%F) et la maturité complète (MAC). Des notations ont porté également sur le nombre total de nodosité (NOD) au moment de la pleine floraison qui est estimé à partir de 15 plantes prélevées pour chaque écotypes, le nombre de grains par gousse (NGG), ainsi que l'indice de récolte (IR). Les productions mesurées sont la production de matière sèche (MS), le rendement biologique (RBI) et le rendement en grain (GRA).

IV.5.2. Extraction et dosage de la proline

Parmi les plantes qui ont servi au comptage du nombre de nodosité et au moment de la pleine floraison (mi-Avril- début de Mai), 03 plantes de chaque écotype ont été utilisées pour le dosage de la proline et les sucres totaux. Ce sont les feuilles apicales, les feuilles médianes et les feuilles basales de chaque plante qui ont été analysées.

L'extraction de la proline a été effectuée par chauffage, au bain marie à 85°C, de 50 mg de substance végétale avec 2 ml de méthanol à 40 % (v/v) pendant 30 min. La proline libre ainsi obtenue a été dosée par la méthode de Troll et Lindsley (1955).

IV.5.3. Le dosage des sucres solubles totaux

L'extraction des sucres solubles totaux a été effectuée par broyage dans le mélange éthanol-eau : 80-20 (v/v). Les broyats ainsi obtenus ont été centrifugés à 4500 g a 4°C pendant 15 min. les surnageants contenant les sucres ont été récupérés puis conservés à – 20 °C jusqu'à utilisation. Le dosage des sucres totaux a été effectué par la méthode de Ashwel (1957). Les dosages que nous avons effectués ont été répétés trois fois.

IV.5.4. Indices de tolérance au stress

Pour mieux évaluer l'effet de stress et permettre une meilleure sélection des écotypes tolérants, nous avons étudié plusieurs indices de la tolérance au stress, tels que la productivité moyenne (Rosielle et Hamblim, 1981 ; Hossain *et al.*, 1990), l'indice de la tolérance (Hossain *et al.*, 1990), la productivité moyenne géométrique (Fernandez, 1992), la moyenne harmonique (Khalil *et al.*, 2004), l'indice de la sensibilité au stress (Fischer et Maure, 1978) et l'indice de tolérance au stress (Rosielle et Hamblim, 1981; Fernandez, 1992) qui sont donnés par les équations suivantes :

- Indice de sensibilité au stress. **SSI = 1 - (Ysi/Ypi)/SI.**

Ysi = rendement du génotype en condition non irriguée.

Ypi = rendement du génotype en condition irriguée.

- Intensité du stress. **SI= 1 – (Ys/Yp)**

Ys = Moyenne Générale des génotypes en condition non irriguée.

Yp = Moyenne Générale des génotypes condition irriguée.

- Indice de tolérance. **TOL= Ypi – Ysi**
- Productivité moyenne. **MP= (Ypi + Ysi)/2**
- Productivité moyenne Géométrique. **GMP= $\sqrt{Ypi \times Ysi}$**
- Indice de tolérance au stress. **STI= (Ypi x Ysi)/Yp²**
- Moyenne Harmonique. **HARM = 2(Yp×YS)/Yp+Ys**

Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

A. ETUDE DU POTENTIEL AGRONOMIQUE DE TROIS ESPECES DE VESCES (*vicia spp.*) ET VARIABILITE DANS LA REGION SEMI- ARIDE DE SETIF.

INTRODUCTION

Dans les régions semi-arides et arides de l'Algérie, l'élevage est une partie intégrante des systèmes de production. Cependant, les ressources alimentaires disponibles n'arrivent pas à satisfaire les besoins croissants du cheptel et une forte dégradation des terres pâturées a engendré un déficit alimentaire, surtout en fin d'été et en début d'hiver (Abd El Moneim et Cocks, 1986 ; Cocks et Thomson, 1988).

On peut pallier ce déficit alimentaire en développant des légumineuses fourragères de façon appropriée, comme le préconisent déjà depuis longtemps Abdelguerfi (1976), Leeuwrick (1976), Krausse *et al.* (1988) et Jones (1990) ; cela répondra au souci de prise en charge des jachères dans le cadre d'un développement durable basé sur le principe de viabilité des systèmes de production.

Dans ce contexte, les politiques de développement devraient considérer la jachère comme une composante des systèmes de production céréales/ovins car elle constitue un outil de lutte contre l'aléa climatique et de gestion du risque économique (Abbas et Abdelguerfi, 2005).

L'utilisation des légumineuses sur la jachère présente de nombreux avantages :

- - les légumineuses représentent un fourrage directement pâturable par les petits ruminants, supplément alimentaire appréciable aux jachères (Oram, 1956) ;
- - en évitant la monoculture, les légumineuses facilitent le contrôle des maladies racinaires et des nématodes des céréales (Puckridge et French, 1983 ; Bahhady *et al.*, 1997) ; elles permettent aussi de lutter contre l'érosion et améliorent la structure du sol ;

elles améliorent les productions de matière sèche et de protéines dans les rotations biennales céréales-légumineuses fourragères comme l'ont montré divers travaux de l'ICARDA ;

- elles procurent à la céréale suivante un apport azoté permis par la fixation symbiotique (Villax, 1963) de la légumineuse (Shipley *et al.*, 1992, cité par Abbas *et al.*, 2006).

Parmi les légumineuses fourragères cultivables sur les jachères, **les espèces annuelles du genre *Vicia* peuvent être utilisées comme foin ou en grain** pour l'alimentation du bétail.

Ces vesces se cultivent en association avec une céréale fourragère (l'avoine, l'orge ou le triticale) et donnent un foin d'excellente qualité (Rihawy *et al.*, 1987).

En effet, dans ces régions où les précipitations ne dépassent pas les 400 mm/an, l'alimentation des troupeaux est basée essentiellement sur le grain, les sous-produits des céréales, l'association vesce-avoine et la végétation des terres laissées en jachère.

Une telle alimentation ne permet guère un élevage intensif et productif ; au contraire, elle l'expose aux caprices du climat et aux carences chroniques en matières azotées digestibles.

Habituellement, dans la rotation, l'orge et, dans certaines régions humides, le blé sont suivis d'une jachère qui facilite le contrôle des mauvaises herbes et la minéralisation de l'azote, réduit les maladies racinaires des céréales et favorise la conservation de l'eau dans le sol (Abd El Moneim, 1992).

13 millions d'hectares en Asie occidentale et en Afrique du Nord sont cultivés dans des régions recevant moins de 350 mm de précipitations (FAO, 1987 ; Cooper *et al.*, 1987).

L'introduction des légumineuses fourragères annuelles et pastorales dans les systèmes de production peut permettre de pallier ce déficit fourrager chronique.

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de deux années d'évaluations agronomiques de trois espèces de vesce (*Vicia sativa*, *Vicia ervilia* et *Vicia villosa ssp. dasycarpa*), représentées chacune par 15 écotypes ; l'étude de leurs caractéristiques agronomiques est mise en perspective avec leur utilisation possible comme ressource alimentaire dans les systèmes de production de la région de Sétif.

RESULTATS

1. Une grande diversité dans l'évolution phénologique et les productions

Vicia ervilia est très précoce pour le début de floraison, la pleine floraison, le début de formation des gousses et à la maturité complète avec respectivement 72,5 jours, 84,3 jours, 93,9 jours et 127,4 jours (tableau 11).

Vicia sativa se place en deuxième position avec 104,8 jours pour le début floraison, 114,4 jours pour la pleine floraison, 128,9 jours pour le début de formation des gousses et 165,2 jours à la maturité complète.

Enfin, *Vicia dasycarpa* est la plus tardive avec 112,3 jours pour le début floraison, 127,0 jours pour la pleine floraison, 135,0 jours pour le début de formation des gousses et 168,7 jours pour la maturité complète.

Durant les deux années d'expérimentation, *V. ervilia* atteint sa maturité complète plus de 30 jours avant les deux autres espèces. Pour les productions de matière verte, de matière sèche et de grains, l'analyse montre des différences hautement significatives entre les espèces et à l'intérieur de la même espèce.

Les meilleures productions en vert et en sec sont relevées pour l'espèce *V. villosa ssp. dasycarpa* avec des valeurs moyennes de 12,56 t/ha et 2,33 t/ha respectivement, suivie par *V. ervilia* avec 5,73 t/ha et 1,29 t/ha et, enfin, *V. sativa* avec des productions de 4,83 t/ha et 1,17 t/ha.

En revanche, pour le rendement en grains, *V. ervilia* s'est montrée plus performante avec 15,7 q/ha, suivie de *V. sativa* avec 9,9 q/ha puis de *V. villosa ssp. Dasycarpa* avec 9,5 q/ha.

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

Pour chaque espèce (*Vicia sativa*, *V. ervilia* et *V. villosa* ssp. *dasycarpa*), l'analyse de variance indique des effets de l'écotype, de l'année et de l'interaction écotypes x année hautement significatifs, mettant en évidence la grande variabilité phénotypiques observée pour les différents paramètres mesurés (tableau 12).

Tableau 11. Stades phénologiques et productions observés chez trois espèces de vesce au cours des deux Années d'expérimentation

	<i>Vicia dasyvarpa</i>		<i>Vicia sativa</i>		<i>Vicia ervilia</i>
	Etendue	Moy ± Ecart type	Etendue	Moy ± Et	Etendue
Stades phénologiques					
DF	110.3 -114.5	112.0 ± 2.21	100.5-109.5	104.7 ± 3.4	62.5-78.0
ILF	120.5 -130.0	127.0 ± 1.89	110.0-124.0	114.4 ± 3.3	78.5-88.2
DFG	131.7 -139.8	135.0 ± 2.00	121.0-137.5	128.9 ± 2.7	88.8-98.8
MC	156.7 -179.7	171.0 ± 2.30	155.5-175.0	165.1 ± 2.2	116-138.5
Production					
MVT (q/ha)	100.8 -140.1	125.4 ± 14.6	26.0- 93.8	48.4 ± 6.4	40-68.2
MST (q/ha)	20.8 - 25.1	23.3 ± 3.2	6.36-16.6	11.8 ± 1.6	8.9-16.9
GRAIN (q/ha)	7.3 - 11.4	9.5 ± 0.8	7.11-14.3	9.9 ± 0.7	7.8-17.9

DF : début de floraison (jrs) ; ILF : pleine floraison (jrs) ; DFG : début formation des gousses (jrs) ; MC : maturité complète (jrs)

Tableau 12. Variance des paramètres mesurés sur les 15 écotypes des trois espèces de Vesce au cours des deux années d'expérimentation

Source de variation	ddl	Stades phénologiques				Productions	
		DF	ILF	DFG	MC	MVT	MS
<i>Vicia sativa</i>							
Totale	89	86.27	66.99	36.51	67.53	988.11	37
Ecotypes (E)	14	53.53**	63.54**	98.64**	224.31**	1670.44**	49
Année (A)	1	5506.84**	4013.35**	798.04**	1488.4**	36333.89**	17
E x A	14	55.15**	30.53**	46.38**	77.97**	1824.07**	50
M. générale		104.8	114.41	128.93	165.20	48.30	11
<i>Vicia ervilia</i>							
Totale	89	243.58	252.29	275.42	853.85	635.23	21
Ecotypes (E)	14	124.08**	47.36**	51.66**	243.92**	306.86**	26
Année (A)	1	18604.8**	20976.4**	22880.2**	71..8.73**	40949.7**	73
E x A	14	73.27**	36.33**	39.83**	88.28**	217.93*	13
M. générale		72.51	84.33	93.92	127.44	57.25	12
<i>Vicia villosa</i> ssp <i>dasycarpa</i>							
V. Totale	89	108.19	30.57	40.17	138.70	6425.68	16
Ecotypes(E)	14	12.65**	32.87**	41.58**	230.47**	865.45**	13
Année (A)	1	9040.04**	1579.21**	2180.54**	2822.4**	520594.09**	12
E x A	14	8.19 ns	33.66**	39.59**	432.11**	1639.78**	54
M. générale		112.29	127.06	135.03	168.76	125.67	23

* : significatif à 5%, ** : significatif à 1%, ns : non significatif

DF : début de floraison (jrs) ; ILF : pleine floraison (jrs) ; DFG : début formation des gousses (jrs) ; MC : maturité complète (jrs) ; MVT : matière verte totale (t/ha) ; MST (t/ha) : matière sèche totale ; GRAIN : rendement grains (t/ha).

2. L'élaboration des rendements

Chez deux espèces, *V. sativa* et *V. villosa* ssp. *dasycarpa*, le rendement en grain est corrélé négativement ($P < 0,05$) avec le nombre de jours nécessaires pour atteindre le début de la floraison, la pleine floraison et le début de formation des gousses (tableau 13) et, chez *V. ervilia*, il est corrélé positivement ($p < 0,05$) avec les mêmes caractères.

Espèces	DF	ILF	DFG	MC	MVT	MST
<i>Vicia dasycarpa</i>	- 0.91 *	- 0.69 *	- 0.67 *	0.44 *	0.84 *	0.84 *
<i>Vicia ervilia</i>	0.90 *	0.94 *	0.93 *	0.90 *	0.82 *	0.60 *
<i>Vicia sativa</i>	- 0.60 *	- 0.67 *	- 0.41 *	0.46 *	0.62 *	0.59 *

Tableau 13 : Corrélations entre le rendement grain et les autres caractères agronomiques des trois espèces de *Vicia*

DF : début de floraison (jrs) ; ILF : pleine floraison (jrs) ; DFG : début formation des gousses (jrs) ; MC : maturité complète (jrs) ; MVT : matière verte totale (t/ha) ; MST (t/ha) : matière sèche totale. Ddl : 89

Mais en ce qui concerne le nombre de jours à la maturité complète et les productions en vert et en sec, la corrélation est positive ($P < 0,05$) avec le rendement en grain et cela chez les trois espèces.

Des différences significatives ont été observées dans la qualité des graines (tableau 14). *V. sativa* produit les graines avec les teneurs les plus élevées en matière grasse (4,0%), en matière azotée totale (21,9%) et en matière minérale (3,4%). *V. villosa* ssp. *dasycarpa* est très riche en cellulose brute (6,7%).

Par ailleurs, l'analyse de la variance des deux années montre un effet année très important, significatif pour l'ensemble des variables analysées. Elle indique que les caractères des vesces testés en région semi-aride sont fortement soumis aux variations interannuelles.

Une interaction écotypes x année significative indique que les écotypes des trois espèces ne sont pas stables pour les paramètres mesurés, d'une année à l'autre.

Tableau 14. Carrés moyens de l'analyse de variance des paramètres qualitatifs mesurés sur les trois *Vicia* au cours de la campagne agricole 1995/96.

Caractères	Ddl	MGR	MAT	MMI	CBR
Variation Totale	8	2.25	16.15	0.21	0.87
Espèces	2	8.84 **	54.41 *	0.68 *	2.25 *
Moy. générale		2.14	17.96	2.86	5.70

MGR : matière grasse ; MAT : matière azotée totale ; MMI : matière minérale ; CBR : cellulose brute.

L'étude des relations entre date de la floraison, formation des gousses et fertilité (nombre total de fleurs par plant et nombre de grains par gousse) chez les trois espèces de vesce met en évidence des informations assez intéressantes :

une relation ($p < 0,05$) négative entre la date de la floraison et le nombre total de fleurs par plant chez l'espèce *Vicia sativa* (fig. 4a) ;

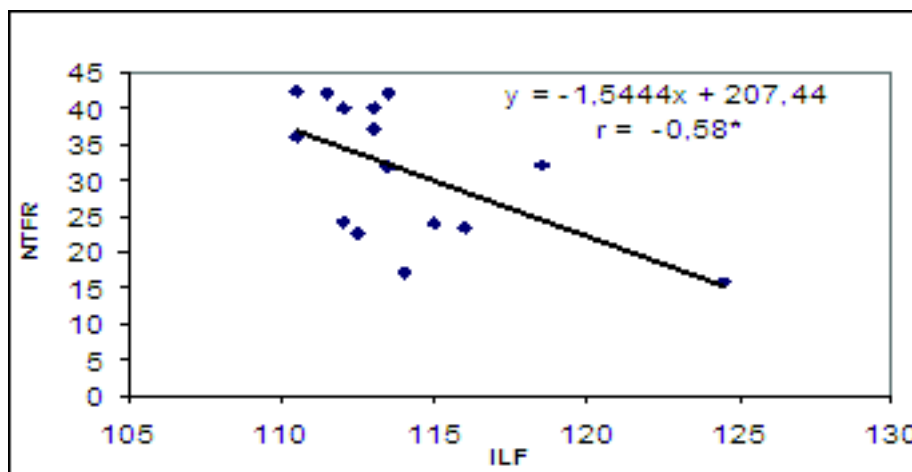


Fig. 4a : Relation entre la durée de floraison (ILF) et le nombre total de fleurs (NTFR) par plant de l'espèce *Vicia sativa*

chez *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (fig. 4b), également une relation négative (mais non significative) entre la date de début de formation des gousses et le nombre de grains par gousse ;

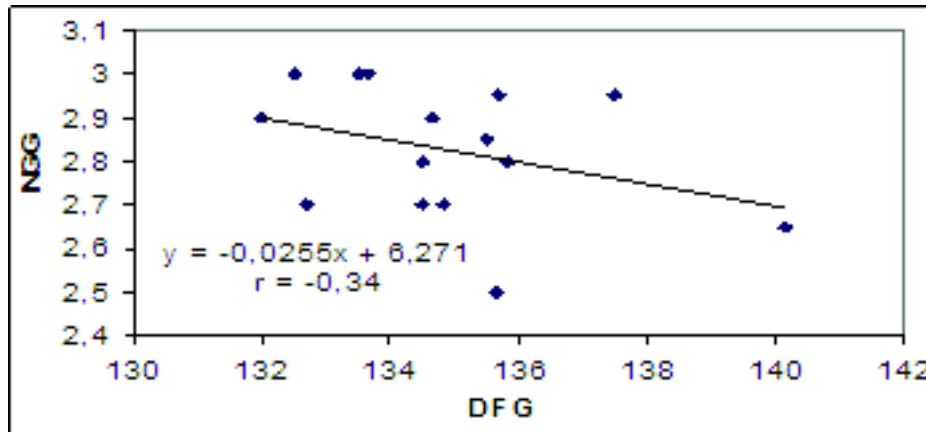


Fig. 4b : Relation entre la durée de la formation des gousses (DFG) et le nombre de grains par gousse (NGG) de l'espèce *Vicia villosa* ssp. *Dasycarpa*

- chez *V. ervilia*, une relation positive (mais non significative) entre la date de pleine floraison et le nombre de graines par gousses (fig. 4c).

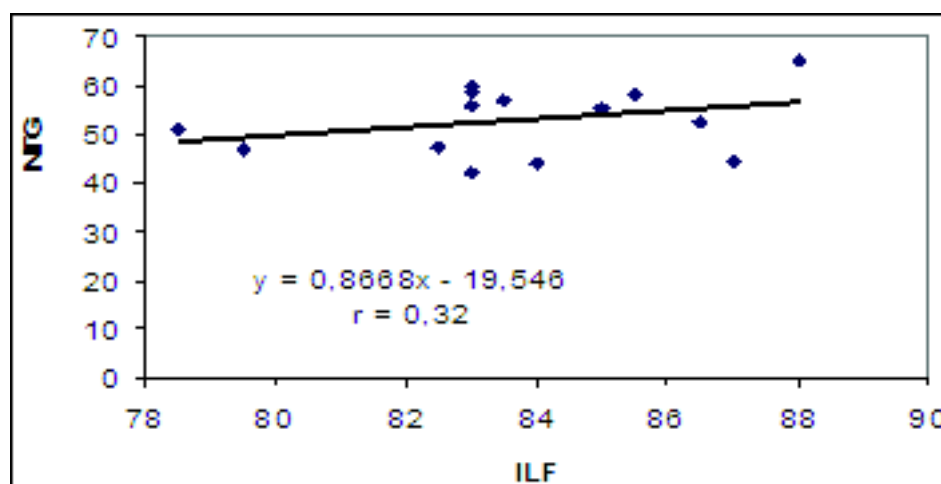


Fig. 4c : Relation entre la durée de floraison (ILF) et le nombre total de gousses (NTG) par plant de l'espèce *Vicia ervilia*

DISCUSSION

La grande variabilité observée au niveau des caractères mesurés pour les trois vesces étudiées offre la possibilité de choisir l'espèce appropriée pour l'amélioration des jachères selon les caractéristiques climatiques et les systèmes de production.

La zone des Hautes Plaines sétifiennes est caractérisée par des basses températures, inférieures à 4°C, qui coïncident souvent avec la floraison des grandes cultures (Baldy, 1974).

Ces basses températures affectent la fertilité des vesces en agissant sur la réduction du nombre de fleurs et par conséquent sur le rendement en grain.

1. Variabilité génotypique et adaptation aux conditions climatiques

En expérimentant l'effet de trois dates de semis sur une culture de pois en climat méditerranéen australien, Ridge et Pye (2003) ont estimé à 68% la part de variation du rendement due aux températures extrêmes au stade floraison.

Nos résultats montrent une relation négative entre la date de la floraison et la fertilité chez l'espèce *Vicia sativa* (fig. 4a) : plus la pleine floraison est tardive, plus le nombre de fleurs par plant diminue.

Il semble que les écotypes tardifs de cette espèce subissent l'effet de la chaleur et de la sécheresse et réduisent leur nombre de fleurs par plant. Chez *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (fig. 4b), la relation entre la date de début de formation des gousses et le nombre de grains par gousse est négative aussi (mais non significative).

Ces relations négatives entre le rendement en grain et les caractères phénologiques (début et pleine floraison et début formation des gousses), laissent

supposer que les écotypes tardifs de ces deux espèces subissent fortement l'effet de la chaleur et de la sécheresse, contrairement aux écotypes précoces.

Chez *V. ervilia*, au contraire, i) la relation positive (mais non significative) entre date de pleine floraison et nombre de graines par gousses (fig. 4c), et ii) les relations positives (significatives) entre les caractères phénologiques (début et pleine floraison et début

formation des gousses) et le rendement en grain, mettent en évidence que les écotypes tardifs assurent les meilleurs rendements en évitant les gelées ; en outre, ces écotypes restent assez précoces pour échapper aux stress hydrique et thermique.

Cette étude a mis en évidence le comportement de trois espèces du genre *Vicia* en conditions d'altitude, caractérisées par des stress hydrique et thermique. L'espèce *Vicia ervilia* semble plus tolérante au froid que *Vicia sativa*, tandis que *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* se montre moyennement sensible : sa période de floraison longue et tardive pourrait lui permettre d'échapper au froid.

Ces résultats corroborent ceux obtenus par Keatinge *et al.* (1991) et Abd El Moneim (1992) qui recommandent les deux espèces, *V. villosa* ssp. *dasycarpa* et *V. ervilia*, pour les régions semi-arides. Quant à *Vicia sativa*, qui a une croissance hivernale et printanière plus vigoureuse, elle pourrait être pâturée précocement pour combler le déficit fourrager durant ces périodes.

2. Variabilité génotypique et adaptation au système de production

Grâce à l'étude de leur phénologie, nous pouvons envisager comment les espèces peuvent s'adapter aux systèmes de production.

Par exemple, l'espèce *V. ervilia*, qui se caractérise par sa précocité à la floraison et à la maturité et par son rendement en grain élevé, pourrait être préconisée dans l'alimentation du bétail, surtout en été, ainsi que *V. sativa* dont le grain présente une teneur très importante en matière azotée totale (21,9%).

L'espèce *V. villosa* ssp. *dasycarpa* serait la plus appropriée au pâturage en raison de sa longue période de floraison et de sa production élevée (2,33 t MS/ha).

Les rendements en grain observés pour *V. sativa* et *V. ervilia* sont généralement satisfaisants mais les variations considérables entre les écotypes donnent l'opportunité de sélectionner pour la production en grain comme pour la production en matière sèche.

L'espèce *V. villosa* ssp. *dasycarpa*, qui présente le rendement en grain le plus faible, peut être utilisée dans les régions les plus arrosées.

CONCLUSION

En Algérie, malgré leur diversité, les légumineuses ont été peu utilisées dans la production fourragère et elles n'ont pratiquement pas bénéficié de programmes d'amélioration des plantes (Kernick, 1978).

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les trois espèces de vesces, *Vicia sativa*, *Vicia ervilia* et *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*, présentent des caractéristiques agronomiques très intéressantes leur permettant de figurer parmi les espèces à retenir pour la mise en valeur de l'espace fourrager en zones semi-arides et ce en fonction des caractéristiques des différents systèmes de production pratiquant la rotation céréale - jachère.

Vicia ervilia et *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* ont montré moins de sensibilité au froid comparées à l'espèce *Vicia sativa*.

La grande variabilité des caractères mesurés entre espèces et aussi à l'intérieur de la même espèce offre la possibilité de sélectionner l'écotype le plus appropriée pour répondre aux besoins des différentes formules retenues en matière de valorisation des jachères.

Pour obtenir de bons niveaux de production de grain et de matière sèche, chez les espèces *Vicia sativa* et *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*, le choix devrait se porter sur des écotypes plus précoces pour la floraison et tardifs pour la maturité complète.

Chez l'espèce *Vicia ervilia*, au contraire, il faudrait sélectionner les écotypes tardifs pour la floraison et la maturité complète.

B. PHENOLOGIE ET PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE L'ESPECE *vicia narbonensis* L. DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES DE SETIF.

INTRODUCTION

Dans les régions semi-arides d'Algérie, l'agriculture est dominée par la céréaliculture associée à l'élevage de ruminants. Les faibles niveaux pluviométriques (en moyenne 400 mm/an) ainsi que le faible recours à l'irrigation ont pour conséquence une conduite extensive du cheptel.

Celui-ci est en effet mené principalement sur de pauvres ressources alimentaires. Ces ressources se composent essentiellement de sous produits (sons, pailles, chaumes), de pâturage sur les végétaux spontanés des jachères et plus rarement de la culture de vesce-avoine et orge (CIHEAM, 2006).

Au cours des dernières années les systèmes de production ont connu des mutations profondes. En effet, le caractère spéculatif du marché de la viande (Thomson et Oglah, 1988 ; Mebarkia et Abdelguerfi, 2007) dont les prix permettent de valoriser au mieux l'animal sur pied et l'animal engraisé à base d'aliments concentrés, a induit une augmentation rapide des effectifs d'animaux.

A coté de ce phénomène les évolutions récentes des surfaces pastorales mentionnées par Abbas et Abdelguerfi (2005), Abbas et al (2005) et Abbas et al (2006), montrent une régression des jachères pâturées, des prairies naturelles et des parcours à cause de multiples facteurs notamment les aides publics pour le développement de la céréaliculture sans tenir compte de l'ensemble des éléments du système de production pratiqué qui est aussi basé sur l'élevage (FAO, 1987 ; Cooper et al., 1987). Les surfaces pastorales restreintes connaissent de ce fait une forte dégradation due à une charge animale trop élevée (Abbas et al., 2006). Le manque de ressources fourragères et pastorales conduit à un recours démesuré à l'utilisation d'aliments concentrés ce qui engendre un déséquilibre de l'alimentation du cheptel (Cocks et al., 1986). Compte tenu de cette situation, la mise en valeur des surfaces pastorales par des cultures fourragères constitue un champ de développement essentiel pour soutenir la durabilité des systèmes mixtes céréales-élevage.

Des espèces de légumineuses fourragères sont, à cet effet, reconnues pour leur potentiel à produire des aliments supplémentaires sur les terres laissées en jachère (Abd El Moneim et Cocks, 1988, Abd El Moneim et Cocks, 1990) et sont aussi directement pâturables par les petits ruminants (Oram, 1988).

De plus, en évitant la monoculture, ces espèces facilitent le contrôle des maladies racinaires et des nématodes des céréales (Puckridge et French, 1983; Bahhady *et al.*, 1997), permettent de lutter contre l'érosion et améliorent la structure du sol.

D'après les travaux réalisés par l'ICARDA, les productions de matière sèche et de protéines obtenues dans les rotations biennales céréales-légumineuses fourragères sont importantes. Malgré la diversité des espèces de légumineuses disponibles en Algérie, très peu ont été employés spécifiquement comme source d'alimentation pour l'élevage.

Parmi les légumineuses fourragères annuelles cultivables sur les jachères, l'espèce *Vicia narbonensis* L. constitue l'une des plus intéressantes. Plusieurs travaux réalisés par l'ICARDA sur le potentiel agronomique de la *Vicia narbonensis* dans les régions arides et semi-arides indiquent en effet que cette espèce est la plus productive en grain et en paille (2,1 t/ha de rendement grains ; 1,4t/ha de paille et 6,4t/ha de matière sèche) (ICARDA, 2002) et s'adapte très bien à ces régions.

Les travaux de recherche réalisés en Turquie montrent également que cette espèce est très prometteuse en rotation avec la culture de blé (Durutan *et al.*, 1990).

L'espèce *Vicia narbonensis* produit des rendements fourragers élevés; tolère le froid et résiste aux principales maladies et parasites (George, 1987a ; George, 1987b ; Abd El Moneim et Cocks, 1988 ; Castleman, 1994).

En Algérie, peu d'informations scientifiques sont disponibles sur cette espèce de légumineuse fourragère, et ce chapitre se propose d'étudier ses performances agronomiques dans la région semi-aride de Sétif durant deux campagnes agricoles.

RESULTATS

1. VARIABILITE DANS L'EVOLUTION PHENOLOGIQUE ET LES PRODUCTIONS

L'analyse de variance indique que les effets de l'écotype, de l'année et l'interaction écotype x année sont hautement significatifs ($P < 0,05$) pour l'ensemble des caractères mesurés (Tableau. 15).

Sources de variation	Caractères mesurés								
	DI	DF	FFR	EPF	FM	TDM	GY	NGP	NFP
Total	89	475,85	381,41	533,39	475,85	398,25	44,77	0,51	32,91
Ecotypes	14	5,79**	77,67**	214,29**	102,26**	88,06**	3,38**	0,64*	20,58**
Années	1	43560*	58936*	210173*	445 ns	3892**	167**	0,17ns	3,10**
Inter.AxE	14	2274,39**	2145,24**	2810,99**	2690,23*	569,93**	276,15**	1,33*	180,14**

Tableau 15. Analyse de la variance des caractères mesurés sur les 15 écotypes de *Vicia*

ns, *, ** : Effet non significatif et significatif à 5 et 1%, respectivement.

DF: début de floraison, ILF : pleine floraison, DFG: début formation des gousses, CM : maturité complète, MS : matière sèche, GRA : rendement grain, NGG: nombre de grains par gousse, NTFr: nombre total de fleurs par plant.

Ceci met en exergue la grande variabilité phénotypique observée pour l'ensemble des paramètres mesurés. Aussi une grande diversité phénologique a été observée chez les écotypes de *Vicia narbonensis* L.; l'écotype 2466 est le plus précoce pour le début de la floraison, pour la pleine floraison, pour le début de la formation des gousses et pour la maturité complète avec respectivement, 64 jours, 76 jours, 84 jours et 131 jours. Contrairement, l'écotype 2390 est le plus tardif avec 79 jours, 92 jours, 101 jours et 141 jours pour les mêmes stades phénologiques, respectivement (Tableau 16). L'effet année est très significatif ($P < 0,05$) pour l'ensemble des variables phénologiques analysées mis à part pour la maturité complète.

Ceci indique que les caractères des écotypes de l'espèce *Vicia narbonensis* L. testés en région semi-aride sont fortement soumis aux variations interannuelles. Une interaction écotypes x année significative ($P < 0,01$) indique que les écotypes ne sont pas stables pour les paramètres mesurés, d'une année à l'autre.

Pour les productions fourragères et de grain, l'analyse montre des différences hautement significatives ($P < 0,01$) entre l'ensemble des écotypes. Les meilleures productions fourragères et en grain sont obtenues pour les écotypes tardifs à la floraison. A titre d'exemple, l'écotype 2390 a affiché des valeurs moyennes de 25 qx/ha de matière sèche de fourrage et 16,90 qx/ha de grains, respectivement (Tableau.16).

Tableau 16. Stades phénologiques et productions observés chez les 15 écotypes de *Vicia narbonensis* L. durant les deux années d'expérimentation.

Écotypes	Stades phénologiques				Productions			
	DF	ILF	DFG	CM	MS	GRA	NGG	NTFr
2561	70	85	95	141	12,95	15,59	3,55	13,78
2380	70	85	92	141	18,59	16,03	3,99	13,23
2383	69	83	95	137	10,04	16,05	3,48	08,71
2388	72	84	106	144	18,21	17,04	3,13	12,37
2390	79	92	101	140	25,00	16,89	3,90	13,03
2391	73	82	91	140	20,32	16,14	2,90	11,17
2392	74	86	95	143	20,59	16,75	2,94	11,40
2393	75	82	107	134	19,72	15,85	3,34	11,90
2461	75	87	97	138	17,26	15,84	3,16	09,28
2462	75	87	97	141	19,75	16,70	3,61	13,23
2464	75	88	96	135	18,96	15,49	2,96	08,20
2465	70	83	92	136	15,35	16,28	3,34	12,17
2466	64	76	84	130	14,92	14,77	3,20	11,97
2467	70	81	92	130	18,81	14,35	3,50	13,64
2468	71	82	90	139	23,63	16,38	3,55	14,10
Moyenne	72	84,40	95,59	138,09	18,27	16,01	3,36	11,88
E. type	5,86	5,67	6,14	6,97	2,11	1,06	0,55	1,41

DF: début de floraison (Jrs), ILF : pleine floraison (Jrs), DFG: début formation (Jrs) des gousses, CM : maturité complète (Jrs), MS : matière sèche (Q/ha), GRA : rendement grain (Q/ha), NGG: nombre de grains par gousse, NTFr: nombre total de fleurs par plant.

2. Composition chimique des graines

Des différences significatives ont été observées pour la composition chimique des graines en particulier pour les matières grasses et pour les matières azotées totales ($P < 0,01$) et

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

aucun effet significatif pour la cellulose brute et les matières minérales ($P > 0,05$) (Tableau. 17).

Tableau 17. Carrés moyens de l'analyse de variance des paramètres qualitatifs mesurés sur les 15 écotypes de *Vicia narbonensis* au cours de la campagne agricole 2001/2002.

Sources de variation	Caractères				
	Ddl	MGR	MAT	MI	CBR
Variation totale	44	0,14	91,26	0,55	10,40
Écotypes	14	0,29**	224,37**	0,07ns	2,14ns
Moyenne générale		0,61	16,97	3,19	9,96

ns, *, ** : Effet non significatif et significatif à 5 et 1%, respectivement.

MGR (%MS): matière grasse; MAT: matière azotée totale; CBR (%MS) : cellulose brute ; MI (%MS) : matière minérale.

Les écotypes 2393 et 2467 produisent des graines avec les teneurs les plus élevées en matière grasse (1,20%) ; pour la matière azotée totale (33,59%) l'écotype 2462 a les plus grandes valeurs. (Tableau. 18).

Tableau 18. Les valeurs moyennes de la composition chimique du grain de l'espèce *Vicia narbonensis* L.

Écotypes	MGR (%MS)	MAT (%MS)	MI (%MS)	CBR (%MS)
2561	0,4 b	8,3 c	3,2	11,0
2380	0,8 ab	17,9 b c	3,1	11,0
2383	0,5 ab	18,1 bc	3,0	10,2
2388	0,4 b	6,5 c	3,0	9,6
2390	0,4 b	17,4 bc	3,2	10,1
2391	0,8 ab	18,9 bc	3,0	10,6
2392	0,9 ab	29,4 ab	3,4	10,7
2393	1,2 a	8,1 c	3,2	10,1
2461	0,3 b	20,38 bc	3,2	9,5
2462	0,2 b	33,6 a	3,4	11,2
2464	0,6 ab	10,0 c	3,5	8,7
2465	0,4 b	30,9 ab	3,05	8,7
2466	0,6 ab	10,2 c	3,06	9,5
2467	1,2 a	14,1 c	3,16	9,1
2468	0,4 b	10,8 c	3,24	9,3

MGR (%MS): matière grasse; MAT: matière azotée totale; MI (%MS) : matière minérale ; CBR (%MS) : cellulose brute

Le rendement en grain est significativement corrélé ($r = 0,54^*$) avec le nombre de jours nécessaires pour atteindre le début de la floraison, la pleine floraison ($r = 0,48^*$), le début de la formation des gousses ($r = 0,85^*$), et non significativement corrélé avec la maturité complète ($r = 0,37ns$). En revanche, Il est négativement corrélé (mais non significati) avec le nombre de grains par gousse. (Tableau 19).

Tableau 19. Les corrélations entre le rendement grains et les caractères Phénologiques et de matière sèche chez *Vicia narbonensis* L. au cours des deux années expérimentales

	DF	ILF	DFG	MC	MS	NGG
Rendement grain de <i>Vicia narbonensis</i> L.	0,54*	0,48*	0,85*	0,37ns	- 0,16ns	0,51*

ns, *, ** : Effet non significatif et significatif à 5 et 1%, respectivement

DF: début de floraison, ILF : pleine floraison, DFG: début formation des gousses ;

CM : maturité complète ; MS : matière sèche; NGG: nombre de grains par gousse ;
Ddl :44

L'étude des corrélations entre la date de la floraison, la fertilité (nombre de fleurs par plant), le rendement en grain et fourrager chez les écotypes de *Vicia narbonensis* L. est présenté dans la Figure 5.

Il apparaît qu'il existe des relations positives et significatives ($r=0,54^*$) entre la date de floraison et le rendement en grain (Fig 5a) et entre la date de floraison et le rendement fourrager ($r=0,38^*$) (Fig 5b).

Ces deux relations positives suggèrent que les écotypes ayant une longue période de floraison pourront donner les meilleurs rendements fourragers et en grains. Nous trouvons aussi une relation négative mais non significative ($r= -0,11$) entre la date de floraison et le nombre de fleurs par plante (Fig 5c).

Cette relation met en évidence qu'en zone d'altitude où les basses températures sont fréquentes, les écotypes tardifs à la floraison réduisent leur fertilité et par conséquent diminuent le rendement en grains.

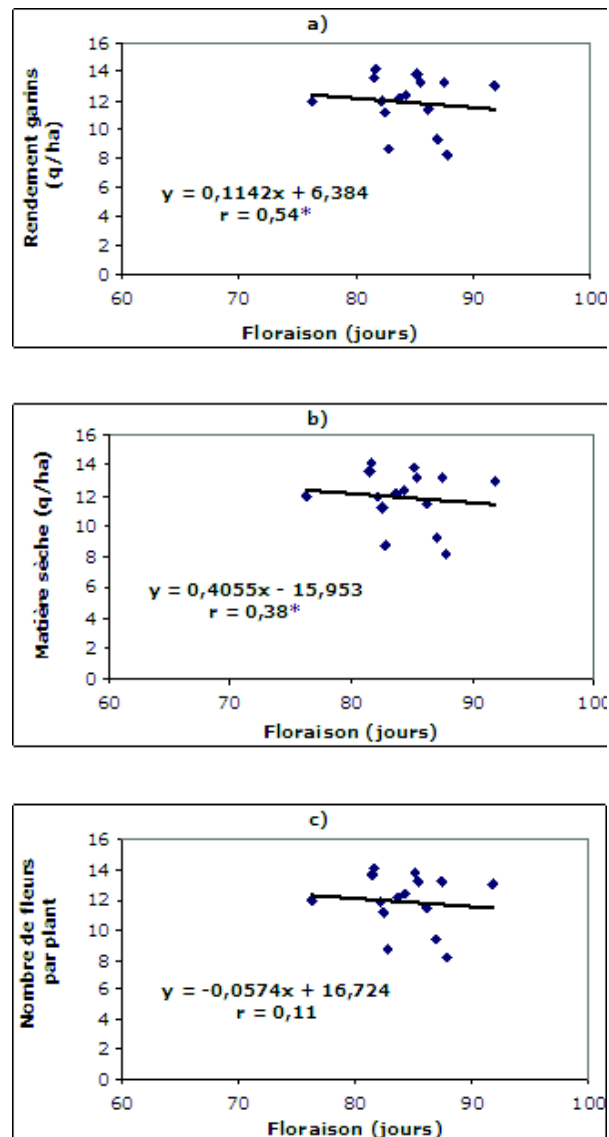


Figure.5. Corrélation entre la floraison et les caractères agronomiques chez les 15 écotypes de l'espèce *Vicia narbonensis*:

- a) floraison et rendement grain (GRA);
- b) floraison et Matière sèche (MS);
- c) floraison et nombre de fleurs par plant (NTFr).

DISCUSSION

Nos résultats confirment ceux obtenus dans d'autres études qui indiquent que l'espèce *Vicia narbonensis* L. présente une bonne adaptation et ayant un bon niveau de potentialité aux régions méditerranéennes ou la pluviométrie n'excède pas les 350 mm; notamment, les travaux de Abd El Moneim et Cock, (1988) ; AbdelMoneim *et al*, (1990), qui ont montré que les rendements en grains de *Vicia narbonensis* L. varient de 0,47t/ha à 1,40 t/ha pour une pluviométrie de 195 mm à 245mm seulement.

Aussi, Siddique *et al.*, (1996), ont rapportés, que le rendement en grains de *V. narbonensis* est équivalent à celui de *Vicia faba* ainsi qu'au pois fourrager et plus important que d'autres espèces de vesce. C'est là, la possibilité pour laquelle que cette espèce pourrait être utilisée comme une légumineuse à graines dans les régions semi-arides en particulier comme aliment pour le bétail et, éventuellement, après la sélection en vue d'une plus grande appétence.

Dans notre étude, et selon des observations visuelles nous avons aussi constaté que la majorité des écotypes de *Vicia narbonensis* L. testés retiennent la majorité de leur feuilles à maturité ce qui leur donne une disposition à produire une phytomasse intéressante.

Les mêmes observations ont été constatées par Siddique *et al.* (1996) sur la même espèce. Nous avons pu montrer de ce fait que cette espèce pourrait être utilisée comme plante fourragère et aussi bien qu'une légumineuse à graines.

La grande variabilité observée au niveau des paramètres phénologiques évalués pour les 15 écotypes de *Vicia narbonensis*, donne la possibilité de procéder à une sélection permettant de choisir l'écotype approprié afin d'envisager son intégration comme élément de valorisation des jachères et ce en fonction des caractéristiques climatiques et des besoins alimentaires des différents systèmes de production (ressources fourragère et/ou graines alimentaires).

La zone semi aride de Sétif se caractérise par des basses températures (inférieures à 4°C). Ces températures affectent dans la plupart des cas la fertilité des vesces en induisant la réduction du nombre de fleurs par plant et par conséquent la baisse du rendement en grain (Baldy, 1974).

Les travaux de Ridge et Pye (2003) sur la culture de pois en climat méditerranéen australien ont montré que la réduction du rendement est due aux températures négatives extrêmes au stade floraison.

Nos résultats montrent une relation négative (mais non significative) entre la période d'avènement du stade de « pleine floraison » et la fertilité (Fig 1c). Ainsi plus ce stade est tardif moins la fertilité est élevée (nombre de grains par gousse). Ceci s'expliquerait par une probable réduction du nombre de fleurs chez les écotypes tardifs à la floraison.

Les travaux d'Estelle (2008) montrent effectivement que les pois résistants au gel sont les plus précoces à la floraison (stade de l'initiation florale) et sont par conséquent plus fertiles. Ces corrélations entre la fertilité et la période d'avènement du stade floraison sont confirmées par Pasquale (1998) aussi bien chez les légumineuses que chez les graminées.

Outre ces aspects, les relations positives significatives que nous avons mis en évidence entre les caractères phénologiques notamment les stades de début de la floraison, la pleine floraison, le début de la formation des gousses et la maturité complète, d'une part, et le rendement fourrager, d'autre part, avec le rendement en grain (Tableau 4), montrent que les écotypes tardifs de *Vicia narbonensis* L. assurent les meilleurs rendements en grain tout en évitant les gelées.

En outre ces écotypes restent assez précoces pour échapper aux stress hydrique estival. Ce phénomène d'augmentation des rendements en grains coïncidant avec la baisse de la fertilité peut s'expliquer par une compensation du faible nombre de graines par l'élévation du poids spécifique de celles-ci suite aux pluies tardives très fréquentes dans la région d'étude (Mai – Juin). En effet, les travaux de Abdelmoneim, (1992) et Siddique *et al.* (1996) ont montré une corrélation négative entre le rendement grain et la floraison chez *Vicia narbonensis*. Ces mêmes résultats ont été trouvés par Abdelmoneim, (1992)

et Mebarkia et Abdelguerfi (2007) sur les cultures de *Vicia ervilia*, *Vicia dasycarpa* et *Vicia sativa* L., en climat semi-aride.

Ces constats donnent la possibilité d'orienter la sélection sur le rendement en grain concernant les écotypes tardifs afin de produire un aliment riche en azote et des semences. Concernant les écotypes précoces à la floraison et à la maturité, ils peuvent être utilisés comme ressources pastorales. Aussi, les écotypes tardifs seront les plus appropriés au pâturage en raison de leur longue période de floraison et de leur bonne production fourragère.

Ces orientations peuvent être appuyées par les résultats obtenus par George (1987a; 1987b) qui affirment que l'espèce *Vicia narbonensis* est classée parmi les meilleures espèces du genre *Vicia* spp., du fait de sa tolérance au froid et à la sécheresse, ainsi que sa production très élevée en fourrage et en grain. En matière de qualité des graines, les résultats obtenus indiquent une grande variabilité au sein des écotypes ; une bonne teneur en matière azotée totale pourrait être une source d'aliments complémentaires aux animaux dans les zones semi-aride et arides.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Abdelmoneim (1992) ; Mihailovic *et al.* (2007) et Seymour *et al.* (2006), qui ont trouvés chez la même espèce des taux de protéines variant 23 à 28%.

D'autres travaux rapportent que, *Vicia narbonensis* L. offre un fourrage de haute valeur protéique dont la composition en acides aminés est semblable au pois fourrager (Eason *et al.*, 1987 ; Petterson *et al.*, 1997) et sa graine renferme une bonne teneur en soufre par rapport à d'autres légumineuses à graine (Enneking, 1995).

Par comparaison avec d'autres espèces de vesces, l'espèce *Vicia narbonensis* L. s'adapte bien à la production de semence du fait qu'elle ne s'égrène pas à maturité et possède un port érigé lui permettant une récolte mécanique.

CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que l'espèce *Vicia narbonensis* L. produit des rendements fourragers et en grain intéressants en régions semi aride dont la pluviométrie moyenne annuelle n'excède pas les 350 mm. La richesse en matière azotée totale de la graine permet aussi une utilisation comme composante des aliments concentrés.

Certains critères s'avèrent intéressants pour la sélection d'écotypes appropriés en région semi aride, notamment la précocité à la floraison et le nombre de grain par gousse pour pallier la baisse de fertilité chez les écotypes tardifs. Cependant, il a été établi au sein des écotypes étudiés, que la meilleure production de grains et de matière sèche, est obtenue par les écotypes tardifs à la floraison et à la maturité complète et ce en raison des conditions pluviométriques favorables en fin de saison.

Ceci laisse présager une utilisation possible de ces écotypes. En effet, la grande variabilité phénologique constatée chez les 15 écotypes de *Vicia narbonensis* L. étudiés, donne la possibilité de choisir l'écotype approprié pour envisager son intégration comme élément de valorisation des jachères en fonction des caractéristiques climatiques et des spécificités des différents systèmes de production.

C. CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE ET ANALYSE AGRONOMIQUE DE 04 ESPECES DU GENRE *Vicia Spp.* DANS UNE REGION SEMI-ARIDE DE SETIF.

INTRODUCTION

Les Légumineuses fourragères représentent plus de 20% des espèces qui constituent les ressources fourragères des pâturages méditerranéens; de nombreux facteurs comme le climat, le sol ou le pâturage non raisonné peuvent réduire leur importance voire les éliminer (Papanastasis et Mansat, 1996).

En Algérie, les vesces ont connu ces dernières années une disparition totale du milieu producteur alors qu'elles occupaient autrefois en association avec l'avoine les 70% de la sole réservée aux cultures fourragères artificielles (Mebarkia *et al.*, 2003)

Les causes de cette disparition sont, par ordre d'importance, techniques, économiques et organisationnelles. La gamme spécifique et variétale est très faible et se limite seulement à une seule espèce *Vicia sativa* et une seule variété la Languedoc (Mebarkia, 2002). Cette espèce se trouve cultivée dans tout le nord de l'Algérie en association avec une seule variété d'avoine l'Avon pour la production de fourrage, d'où les faibles rendements enregistrés devant les céréales considérées comme plus rentables.

Les variétés locales ont également disparu laissant la place aux variétés introduites dont la plupart s'égrènent à maturité ce qui engendre encore des pertes considérables en grains.

Aussi, le problème semencier entrave le développement des vesces et demeure jusqu'à nos jours tributaire des importations. Tous les efforts entrepris dans le cadre de son amélioration, n'ont pas abouti aux résultats escomptés.

Parmi ces travaux, nous pouvons citer ceux de l'Institut Technique des Grandes Cultures dans les zones semi arides de Sétif et qui ont porté sur l'agronomie des vesces, en testant différentes associations (vesce/orge, vesce/avoine, vesce/tritcale et vesce/seigle), les différentes proportions d'appariements, l'introduction des populations de vesces d'origines différentes en provenance des organismes internationaux (ITCF, ICARDA, GTZ)

Les résultats obtenus ont montré que les meilleures associations en rendements sont vesce/tritcale et vesce/avoine. Les semis précoces sont meilleurs aux semis tardifs (début octobre – mi novembre).

L'intérêt des fortes doses de vesce sur les rendements qualitatifs (% de la vesce dans le foin) et quantitatifs (rendement en matière sèche) a été mis en évidence; les proportions de 70% de la vesce et 30% d'avoine permettent un rendement élevé en matière sèche avec plus de 50% de vesce.

En matière de date de récolte, les résultats ont montré que la coupe doit être raisonnée en fonction du stade physiologique de la vesce ; il semble qu'il se situe à 100% de la floraison de la vesce et à l'épiaison de l'avoine (Mekhlouf et Mebarkia, 1994).

La rareté de la semence de la vesce au niveau des coopératives a engendré des augmentations considérables du prix de la vesce et qui avoisine les 7000 DA/le quintal. Ceux-ci a encouragés certains agriculteurs à produire de la semence de vesce au niveau

de leur fermes et de la commercialisée dans le marché parallèle. Cependant, la qualité des semences produite ne répond pas aux normes exigées par la réglementation.

Dans ce contexte général, une tentative vient s'ajouter, la création d'un Réseau Maghrébin pour le développement d'Avoine et de Vesce (REMAV) et qui a permis la mise en place d'essais de vesces à travers les pays de l'Afrique du Nord.

L'objectif de cette étude est de caractériser et d'analyser les performances agronomiques de 16 écotypes de vesce d'origine différente durant deux campagnes successives (2004/2006)

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré qu'il y a une variabilité génotypique hautement significative pour tous les paramètres étudiés. L'effet année n'est significatif que pour les longueurs (la foliole et la gousse) et les interactions observées sont partiellement significatives (Tableau 20).

1. Caractères phénologiques

Vicia ervilia est la plus précoce pour l'ensemble des stades phénologiques, elle atteint les 50 % de floraison, alors que les deux autres espèces (*Vicia sativa* et *Vicia dasycarpa*) viennent juste d'entamées leur début de floraison. Elle termine sa maturité complète 30 jours plutôt que *Vicia dasycarpa*. (Tableau 21)

Vicia dasycarpa fleurit 2 semaines après *Vicia sativa* et *Vicia narbonensis* et de 3 semaines après *Vicia ervilia*. La période de floraison a été de 103, 108, 112, 126 jours pour *Vicia ervilia*, *Vicia narbonensis*, *Vicia sativa* et *Vicia dasycarpa* respectivement.

On note que *Vicia dasycarpa* atteint sa maturité complète durant 184 jours en moyenne et elle est restée toute verte pendant environ 20 jours alors que les autres espèces ont arrivé à terme de maturité complète. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par AbdelMoneim (1992) ; AbdelMoneim *et al.* (1988) ; Siddique *et al.* (1996) et Mebarkia (2001).

2. Caractères agronomiques

Le nombre total de ramification par plant (17-30) et le nombre de fleurs total par plant (214-244) sont très importants chez l'ensemble des écotypes de *Vicia dasycarpa*; les écotypes de *Vicia narbonensis* présentent les plus faibles valeurs (2-5.2 et 12-18).

Les écotypes de *Vicia ervilia* se caractérisent, par un nombre très élevé de feuilles par plant (181-210), de longue folioles (8-9.03 cm) et une bonne production en gousses par plant (81-100).

Les écotypes de *Vicia sativa*, présentent des gousses très logues (3-6.67 cm), ainsi qu'un nombre important de grains par gousses (2.2-6.21). La hauteur des plantes prises à la floraison est très importante chez les écotypes de *Vicia dasycarpa* (75.6-96.5 cm) et la plus faible se retrouve chez les écotypes de *Vicia ervilia*(30-58.6 cm). (Tableau 21)

3. Productions

Sur le plan de la production en matière sèche, les écotypes de *Vicia dasycarpa*, ont enregistré les meilleurs rendements (29.2-43.52 qx/ha) et les plus faibles rendements ont été observés chez les écotypes de *Vicia ervilia* (12-23.3 qx/ha) (Tableau 21).

La variabilité des composantes de rendement grains révèle que le nombre total des gousses par plant est très élevé chez les écotypes de *Vicia ervilia* (81-100), le nombre de grains par gousse est très important chez les écotypes de *Vicia sativa* (2.2-6.21) et *Vicia narbonensis* (3- 4.85), ainsi que la longueur des gousses qui varie de 3-6.7 cm chez *Vicia sativa* et de 4.2-6.5 cm chez *Vicia narbonensis*.

Les meilleurs poids des gousses par plant ont été obtenus par les écotypes de *Vicia narbonensis* (10-26.5 g) et de *Vicia ervilia* (10-22 g). Seuls les écotypes de *Vicia narbonensis* qui ont un poids de 100 grains le plus élevé (16-29.3 g).

Le meilleur rendement en grains a été obtenu par les écotypes de *Vicia narbonensis* (16.6-28.15 q/ha), suivi des écotypes de *Vicia ervilia* (17.8-24.05 q/ha) et le plus faible rendement en grains a été donné par les écotypes de *Vicia dasycarpa* (5.1-14.3 q/ha).

sources de variation	Ecotypes(E)	Annees(A)	ExA	Residus	E.type	CV	Moy.gle
DF	215.0**	3.3ns	4.6ns	7.0	2.6	2.7	96.61
50%F	372.1**	0.3ns	7.7ns	8.1	2.8	2.7	104.20
100%F	483.9**	5.7ns	11.6ns	7.4	2.7	2.4	112.60
FGS	488.9**	12.5ns	10.2ns	6.0	2.5	2.0	124.07
MAC	626.5**	10.3ns	19.2ns	6.9	2.6	1.6	168.29
NTR	218.5**	0.8ns	3.3ns	5.2	2.3	18.1	12.62
NTrFr	50333.1**	820.7ns	245.7ns	404.9	20.1	20.0	100.43
HP	1815.3**	22.5ns	66.6**	15.7	3.9	6.3	63.03
LFO	13.2**	0.4*	0.0ns	0.0	0.3	12.1	2.50
NTF	23307.1**	0.0ns	64.8**	13.0	3.6	3.9	91.74
LONF	10.7**	0.2ns	0.6**	0.2	0.4	6.5	6.55
NTG	5217.2**	45.1ns	16.9ns	12.7	3.6	7.0	50.76
NGG	6.1**	0.4ns	0.5ns	0.4	0.6	14.8	4.17
LGS	9.8**	1.8**	0.6*	0.3	0.5	10.2	5.10
PTGS	121.5**	74.7**	43.5**	4.1	2.0	11.2	18.00
PCG	518.6**	12.6**	20.2**	0.7	0.8	8.4	10.09
MVT	26837.0**	246.4**	36.1**	9.3	3.0	2.6	117.50
MST	441.4**	253.0**	34.1**	3.5	1.9	7.3	25.78
GRA	154.8**	249.6**	19.6**	3.3	1.8	9.9	18.42

Tableau 20. Carrés moyens de l'analyse de variance des paramètres mesurés sur les 16 écotypes de quatre espèces de *Vicia* au cours de deux années d'expérimentation

df: début de floraison; 50%F: 50% floraison; 100 %F: 100% floraison; FGS: formation des gousses; MAC: maturité complète; NTR: nombre total de ramification; NTrFr:

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia spp.*) dans la région semi-aride de Sétif.

total de fleurs; HP: hauteur de la plante; LFO: longueur de la foliole; NTF: nombre total de feuilles; LONF: longueur des feuilles; NTG: nombre total de gousses; PTGS: poids total des gousses; PCG : poids de 100 grains; MVT : matière verte totale ; MST : matière sèche totale ; GRA : rendement grains

Espèces/Ecotypes	NTG	PTGS(g)	NGG	GRA(q/ha)	PCG(g)	MVT(q/ha)	MST(q/ha)	NTF	LONF	LGS
<i>Vicia narbonensis</i>										
1	16.43	21.87	4.95	23.26	25.35	108.46	26.62	31.68	6.51	5.67
2	16.67	24.60	4.92	25.64	28.13	112.72	30.12	33.82	6.73	5.75
3	17.86	24.22	4.05	20.59	27.59	105.50	23.68	30.88	6.32	5.97
4	14.13	16.92	4.87	23.54	20.91	107.14	26.10	33.13	6.77	5.30
Rang	9-18	10-26.5	3-4.8	16.6-28.1	16-29.3	101.9-115.5	19.2-31.8	29.5-36	5.9-8	4.2-6.5
Moy. ±E.t	16,27±2.2	21,9±2,9	4,7±0.4	23,3±2.7	25,5±2.6	108,4±3.4	26,6±2.4	32,4±2.3	6,6±0.5	5,7±0.4
<i>Vicia ervilla</i>										
1	89.17	16.02	3.05	22.14	6.12	81.71	18.04	192.66	8.42	3.69
2	90.83	18.64	3.32	22.15	7.49	79.35	16.66	191.68	8.51	3.75
3	89.12	16.56	2.70	20.95	5.51	82.28	17.98	197.46	8.52	3.10
4	89.75	13.26	3.24	23.36	5.41	83.76	19.51	188.38	7.83	3.51
Rang	81-100	10-22	1.6-3.8	17.8-24	3-7.9	73.4-89.2	12-23.3	181-210	8-9	1.8-3.9
Moy. ±E.t	89,7±6.3	16,1±3	3,1±0.6	18,0±1.5	6,1±1.1	81,8±5	18,0±2.5	192,5±6.9	8,3±0.6	3,5±0.5
<i>Vicia sativa</i>										
1	32.89	15.35	5.33	16.10	4.73	56.58	19.77	70.96	6.50	5.73
2	33.81	17.75	5.15	19.52	4.93	60.04	22.80	75.44	6.81	5.78
3	34.62	17.37	5.64	9.86	5.58	49.24	12.57	68.38	6.44	6.01
4	28.81	11.01	5.50	18.93	3.70	60.34	24.24	71.85	6.52	5.27
Rang	23-38.5	6-20.7	2.2-6.2	4.5-22.8	3-5.5	45.5-70	9.0-26	62-81	5.9-7.6	3-6.7
Moy. ±E.t	32,5±3.4	15,4±3	5,4±1.3	16,1±3.4	4,7±0.5	56,5±5.5	19,8±2.2	71,6±5.5	6,6±0.5	5,7±0.7
<i>Vicia dasycarpa</i>										
1	66.29	12.38	3.27	12.18	3.93	223.25	38.51	69.56	4.89	3.78
2	63.37	11.35	2.50	13.56	3.73	221.99	39.83	69.10	4.45	2.99
3	65.18	14.75	3.60	9.40	4.56	219.89	36.06	72.18	5.21	4.27
4	63.20	10.77	3.72	13.58	3.47	227.36	39.95	70.60	4.43	3.98
Rang	57-78.8	6-15.6	1.5-4.3	5.15-14.3	2.5-4.6	195.5-253.1	29.2-43.5	63-76	3.9-6	2.7-4
Moy. ±E.t	64,5±4.3	12,3±2.4	3,3±0.6	12,2±2.3	3,9±0.6	223,1±24.7	38,6±3.5	70,4±2.8	4,7±0.5	3,7±0.5

Tableau 21. Valeurs moyennes des caractères étudiés de 16 écotypes de Vesces (*Vicia spp.*).

4. Relations entre paires de variables

L'analyse des corrélations entre paires de variables, indique que le rendement en matière sèche est corrélé positivement ($P < 0.05$) avec l'ensemble des stades phénologiques, le nombre total de ramifications et le nombre total de fleurs produites par plant (Tableau 22)

Négativement, il est corrélé avec le nombre total de feuilles et la longueur de la feuille. En effet, les écotypes les plus performants en matière sèche sont ceux qui présentent une longue période de floraison, se ramifient beaucoup, contiennent plus de fleurs, produisent peu de feuilles de petite taille.

Le rendement en grains quant à lui, il est corrélé positivement ($P < 0.05$) avec le poids de 100 grains et le poids total des gousses par plant et négativement lié aux différents stades phénologiques.

Il semble que les écotypes ayant une courte période de floraison et de maturité peuvent être très productifs en grains et qui ont aussi un poids de 100 grains important.

	DF	50%F	100%F	FGS	MAC	NTR	NTRF	LONP	LFO	NTF	LONF	NTG	NGG	LGS	PTGS	MVT	MST	GRA	PCG
DF	1	0,957	0,943	0,930	0,917	0,614	0,617	0,942	-0,198	-0,450	-0,751	-0,037	0,079	-0,080	-0,391	0,713	0,734	-0,639	-0,368
50%F	0,957	1	0,980	0,950	0,947	0,625	0,699	0,918	-0,159	-0,443	-0,786	0,008	-0,062	-0,173	-0,407	0,812	0,829	-0,599	-0,321
100%F	0,943	0,980	1	0,941	0,936	0,633	-0,711	0,906	-0,186	-0,427	-0,810	0,029	-0,070	-0,202	-0,480	0,816	0,816	-0,638	-0,353
FGS	0,930	0,950	0,941	1	0,946	0,528	-0,607	0,909	-0,058	-0,541	-0,821	-0,108	0,016	-0,074	-0,341	0,767	0,801	-0,598	-0,234
MAC	0,917	0,947	0,936	0,946	1	0,636	0,743	0,937	-0,172	-0,433	-0,836	0,032	-0,105	-0,211	-0,448	0,840	0,832	-0,654	-0,337
NTR	0,614	0,625	0,633	0,528	0,636	1	0,873	0,636	-0,824	0,338	-0,398	0,694	-0,276	-0,648	-0,717	0,588	0,437	-0,638	-0,868
NTRF	0,617	0,699	0,711	0,607	0,743	0,873	1	0,676	-0,541	0,189	-0,549	0,645	-0,571	-0,745	-0,608	0,866	0,690	-0,579	-0,581
LONP	0,942	0,918	0,906	0,909	0,937	0,636	0,676	1	-0,255	-0,446	-0,839	-0,017	0,004	-0,159	-0,478	0,755	0,742	-0,759	-0,417
LFO	-0,198	-0,159	-0,186	-0,058	-0,172	-0,824	-0,541	-0,255	1	-0,645	-0,011	-0,753	0,104	0,574	0,667	-0,105	0,080	0,498	0,955
NTF	-0,450	-0,443	-0,427	-0,541	-0,433	0,338	0,189	-0,446	-0,645	1	0,640	0,864	-0,409	-0,618	-0,161	-0,229	-0,432	0,168	-0,471
LONF	-0,751	-0,786	-0,810	-0,821	-0,836	-0,398	-0,549	-0,839	-0,011	0,640	1	0,215	0,013	0,044	0,461	-0,737	-0,779	0,644	0,168
NTG	-0,037	0,008	0,029	-0,108	0,032	0,694	0,645	-0,017	-0,753	0,864	0,215	1	-0,582	-0,828	-0,390	0,266	0,015	-0,157	-0,633
NGG	0,079	-0,062	-0,070	0,016	-0,105	-0,276	-0,571	0,004	0,104	-0,409	0,013	-0,582	1	0,846	0,253	-0,501	-0,378	-0,112	0,053
LGS	-0,080	-0,173	-0,202	-0,074	-0,211	-0,648	-0,745	-0,159	0,574	-0,618	0,044	-0,828	0,846	1	0,595	-0,495	-0,319	0,169	0,539
PTGS	-0,391	-0,407	-0,480	-0,341	-0,448	-0,717	-0,608	-0,478	0,667	-0,161	0,461	-0,390	0,253	0,595	1	-0,402	-0,389	0,483	0,798
MVT	0,713	0,812	0,816	0,767	0,840	0,588	0,866	0,755	-0,105	-0,229	-0,737	0,266	-0,501	-0,495	-0,402	1	0,905	-0,474	-0,202
MST	0,734	0,829	0,816	0,801	0,832	0,437	0,690	0,742	0,080	-0,432	-0,779	0,015	-0,378	-0,319	-0,389	0,905	1	-0,272	-0,080
GRA	-0,639	-0,599	-0,638	-0,598	-0,654	-0,638	-0,579	-0,759	0,498	0,168	0,644	-0,157	0,112	0,169	0,483	-0,474	-0,272	1	0,562
PCG	-0,368	-0,321	-0,353	-0,234	-0,337	-0,868	-0,581	-0,417	0,955	-0,471	0,168	-0,633	0,053	0,539	0,798	-0,202	-0,080	0,562	1

Tableau 22. Résultats des corrélations entre paires de variables étudiées chez les 16 écotypes du genre *Vicia* spp (2004 – 06)

En gras, valeurs significatives au seuil 0,05 ; Ddl : 171

5. Analyse en composante principale

L'analyse en composantes principales (Frontier, 1981) a montré que les stades phénologiques (Début, 50 % et Pleine floraison, Formation des gousses et maturité complète), le nombre total de fleurs, hauteur de la plante et les rendement en matière sèche et verte ont les contributions les plus élevées dans l'édification du premier axe, alors que l'axe 2 est composé principalement du nombre total de feuilles, la longueur de la feuille, le nombre total de gousses, la longueur de la gousse et le poids de 100 grains (Tableau 23). Les deux premiers axes (1 et 2) ont les valeurs propres les plus élevées. Ils totalisent à eux seuls 80,31 % de la variabilité totale (Tableau 24).

Tableau 23. Pourcentages de contribution des variables dans l'édification des axes 1 et 2 de l'analyse en composantes principales.

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

Variables	Axe 1	Axe 2
DF	7,736	1,852
50%F	8,348	1,594
100%F	8,537	1,269
FGS	7,551	3,100
MAC	8,637	1,286
NTR	6,351	5,482
NTFR	7,427	2,960
LONP	8,360	1,282
LFO	1,578	12,067
NTF	0,473	18,245
LONF	6,301	3,602
NTG	0,669	16,789
NGG	0,541	5,048
LGS	1,842	11,933
PTGS	3,962	3,666
MVT	7,373	0,061
MST	6,382	1,433
GRA	5,044	0,008
PCG	2,890	8,323
Total	100,000	100,000

Tableau 24. Valeurs propres et variabilité des facteurs principaux

Axe	Valeur propre	Variabilité (%)	Pourcentages accumulés
1	10,281	54,112	54,112
2	4,978	26,199	80,311
3	2,058	10,830	91,141
4	0,666	3,503	94,645
5	0,477	2,511	97,155

Le premier axe absorbe à lui seul 54,11 % de la variabilité observée; c'est un axe (Figure.6) de caractérisation phénologique (périodes de floraison et de maturité complète) et de la hauteur des plantes. Il est en corrélation négative avec la longueur de la foliole, le nombre total de feuilles, la longueur de la feuille, le nombre de grains par gousse, la longueur de la gousse, le poids total des gousses le poids de 100 graines le rendement en grains et positive avec les stades phénologiques (début, 50 % et 100 % floraison, formation des gousses et maturité complète), le nombre total de ramification, le nombre total de fleurs, la hauteur des plantes, le nombre total des gousses et les rendements en matière verte et sèche.

En effet, cet axe sépare les différents écotypes selon leurs caractéristiques phénologiques et leurs performances en biomasse. Le second axe explique 26.2 % de la variabilité observée.

Il est en corrélation négative avec les stades phénologiques, les longueurs (Plantes, folioles et gousses), les différents poids (de 100 grains et total des gousses) et les rendements (matière verte, sèche et grains) et positive avec le nombre total de ramifications, le nombre total de fleurs, le nombre total de feuilles et le nombre total de gousses.

C'est un axe qui permet de différencier les écotypes selon leurs caractéristiques morphologiques. En considérant l'axe 1, on distingue deux groupes d'écotypes (Fig7). Le premier groupe est formé par les écotypes de *Vicia dasycarpa* (2455, 2437,2438, 2456) et un écotype de *Vicia sativa* (2504).

Ils ont produit de hauts rendements en matière verte et en matière sèche. Ils sont caractérisés par une longue période de floraison et de maturité. Certains écotypes de *Vicia dasycarpa*, ont donné plus de ramifications, plus de fleurs par plant et aussi une hauteur importante, tels que (2455, 2437,2438, 2456).

En considérant l'axe 2 (Figure 8), deux groupes d'écotypes peuvent être distingués. Le premier englobe des écotypes de *Vicia ervilia* qui sont productifs en gousses, en feuilles et ayant de longues feuilles, tels que 2518, 2521, 2510 et 2515.

Le second groupe est caractérisé par les écotypes de *Vicia narbonensis* qui ont un rendement en grains élevé, des graines de gros calibre, des gousses lourdes et des feuilles très longues, tels que 2393, 2388, 2392 et 2468 et les écotypes de *Vicia sativa* (2638, 2568 et 2556) se caractérisent par un nombre de grains par gousse élevé et des gousses très longues.

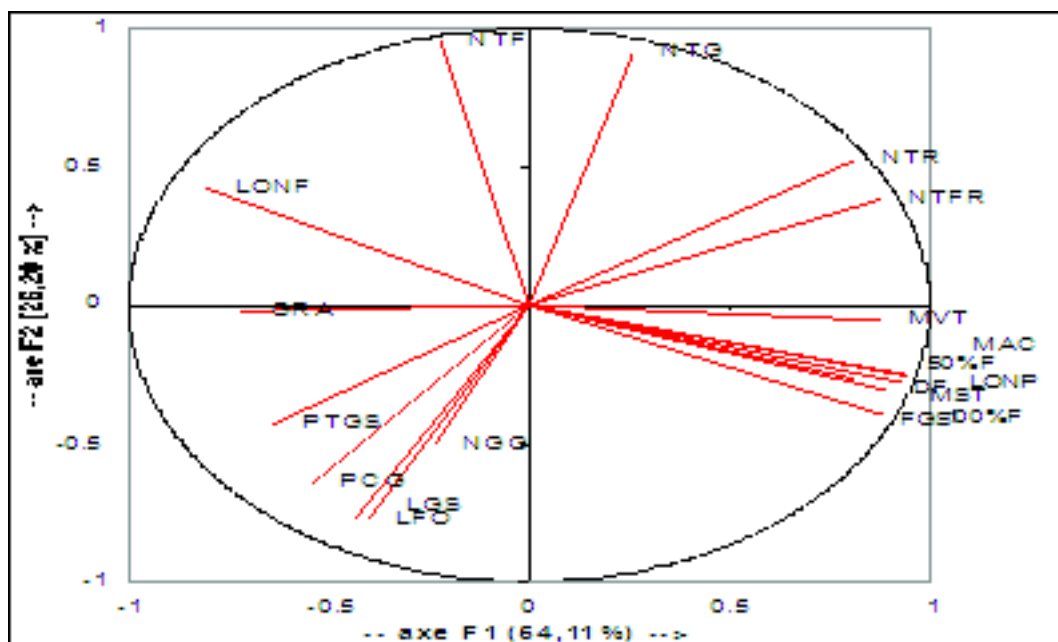


Figure 6. Projection des variables sur le plan engendré par les axes 1 et 2

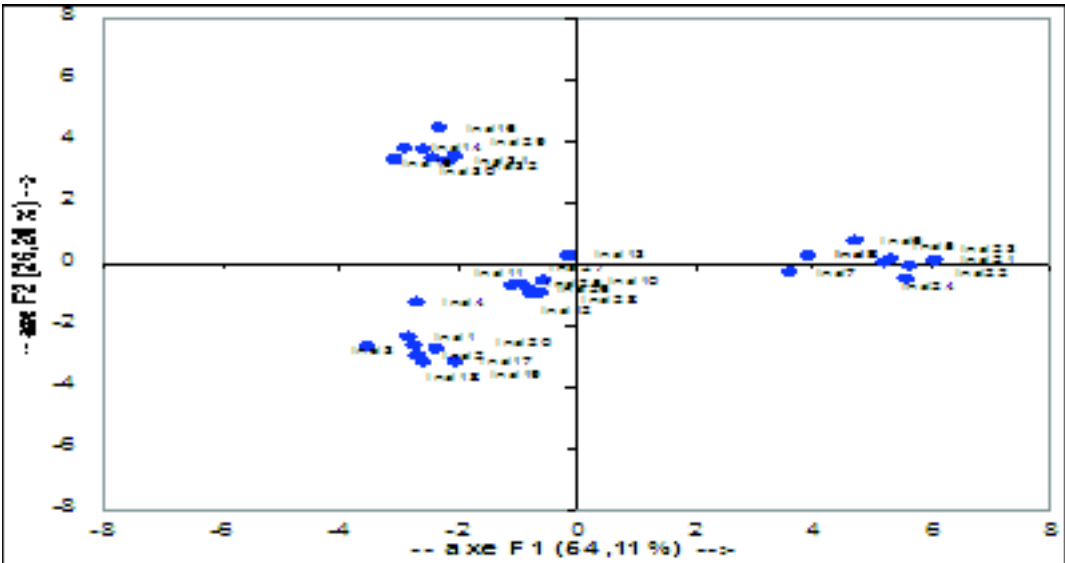


Figure 7. Dispersion des génotypes dans le plan engendré par les axes 1 et 2

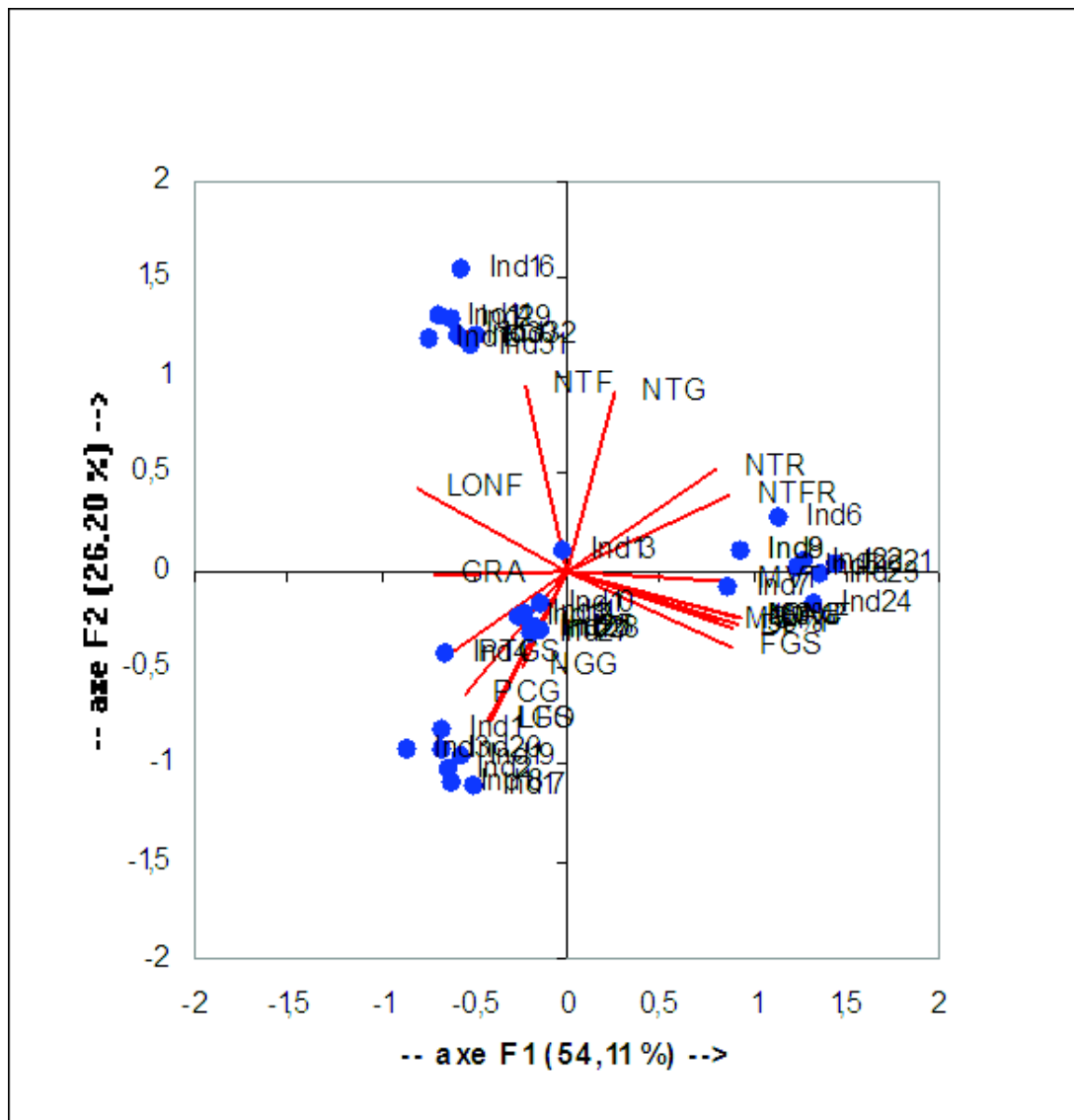


Figure 8. Dispersion des génotypes dans le plan engendré par les axes 1 et 2

CONCLUSION

L'étude sur la caractérisation de 16 écotypes de *Vicia* d'origine différente a montré une variabilité génotypique hautement significative pour tous les paramètres agronomiques et phénologiques étudiés.

Elle indique une importante diversité biologique entre ces écotypes de *Vicia*. Certains sont tardifs tels que les écotypes de *Vicia dasycarpa* qui sont très productifs en matière sèche et peu productifs en rendement grains. Cela suppose que l'exploitation de cette espèce serait mieux utilisée dans les pâturages et avec des irrigations complémentaires pour pouvoir assurer un rendement grain acceptable.

D'autres écotypes sont précoces, tels que les écotypes de *Vicia ervilia* et *Vicia narbonensis*, qui ont donné de hauts rendements en grains et un rendement en matière

sèche modéré. Il semble que ces deux espèces peuvent être utilisées pour l'alimentation du bétail sous forme de concentré.

Les écotypes de *Vicia sativa* qui sont ni précoces ni tardifs ont produits moyennement des rendements moyens en matière sèche et en grains. Cette espèce peut être exploitée à double fin, en fourrage et en grain. *Vicia dasycarpa* se ramifie beaucoup, contient un grand nombre de fleurs et une hauteur de la plante très importante.

Vicia narbonensis et *Vicia sativa* se caractérisent par le nombre de grains par gousse le plus élevé et de longues gousses. *Vicia ervilia*, se caractérise par le nombre de feuilles par plant, les feuilles longues et le nombre total de gousses par plant. Il est à noter que *Vicia narbonensis* et *Vicia ervilia* présentent un port érigé ce qui leur permet une récolte mécanique alors que chez *Vicia sativa* il est semi-érigé et chez *Vicia dasycarpa*, il est très rompart.

D. EFFET DE L'IRRIGATION DE COMPLEMENT SUR LE COMPORTEMENT DE QUATRE ESPECES DU GENRE *Vicia* spp SOUS CLIMAT SEMI-ARIDE.

INTRODUCTION

Les stress environnementaux, notamment le stress hydrique, limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale (Wang *et al.*, 2003). En Algérie, le déficit hydrique constitue un important facteur limitant pour la production agricole et les cultures fourragères en particulier (Abdelguerfi, 1994). La culture de la vesce n'échappe pas à cette contrainte notamment dans les zones semi-arides qui se caractérisent par une forte irrégularité des précipitations et de fortes températures sur une grande partie de l'année (Monneveux et Nemmar, 1986).

Pour surmonter le stress hydrique, les plantes utilisent plusieurs stratégies d'adaptation qui diffèrent d'une espèce à une autre et qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques et biochimiques (Ludlow et Muchow, 1990). L'une des stratégies, adoptée par les plantes réside dans le phénomène de tolérance au stress hydrique. Ce dernier s'explique par le fait que les plantes accumulent un certain nombre d'osmotocums tels que la proline, les carbohydrates et la bétaine (Wang *et al.*, 2003) qui, en association avec d'autres facteurs tels que la réduction de la transpiration par la fermeture des stomates et la réduction de la surface foliaire (Kumar et Singh, 1991), permettent de garder la turgescence et un volume cytosolique aussi élevé que possible (Monneveux et Nemmar, 1986; Bouzoubaa *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2003).

L'amélioration génétique des plantes pour la résistance au stress hydrique fait partie, depuis longtemps du processus de sélection dans la plupart des cultures qui ont été ou sont cultivées dans des conditions arides et semi-aride (Davoud *et al.*, 2009). La tolérance des cultures à la sécheresse est devenue l'une des priorités de la recherche agronomique dans ces régions. Néanmoins, cette tolérance à la sécheresse est un caractère complexe résultant de la contribution de nombreux facteurs (Merah, 2001). Le critère de sélection le plus efficace parmi les différents caractères (morphologiques, physiologiques, phénologiques et le rendement) permettant d'identifier les génotypes

résistants au stress hydrique, on peut citer le rendement en grain moyen (moyenne arithmétique et géométrique) en présence et en absence du stress hydrique (Araus, 2002 ; White, *et al.*, 1994). Plusieurs indices de stress ont été proposés comme moyens d'identifier les géotypes ayant une meilleure tolérance au stress ; tels que, la tolérance au stress (Rosielle and Hambling, 1981) ; la productivité moyenne et la productivité moyenne géométrique (Ramirez and Kelly 1998] ; l'indice de sensibilité au stress (Fischer and Maurer, 1978) et l'indice de la tolérance au stress (Fernandez, 1992). La résistance à la sécheresse est définie par Hall (1993) comme le rendement relatif d'un géotype comparé aux autres géotypes soumis au même stress hydrique. La sensibilité à la sécheresse d'un géotype est souvent mesurée en fonction de la réduction du rendement en condition de stress (Blaum, 1988). Par ailleurs, Rosielle et Hamblin (1981) définissent la tolérance au stress comme la différence entre le rendement obtenu en conditions de stress et celui obtenu en condition non stressée et la productivité moyenne comme la moyenne des rendements obtenus sous condition de stress et sous condition normale.

Fischer et Maurer (1978) ont proposé un indice de sensibilité au stress de la variété. Fernandez (1992) a défini un nouveau indice appelé indice de la tolérance au stress, qui peut être utilisé pour identifier des géotypes qui produisent des rendements élevés dans les conditions à la fois stressées et non stressées.

La présente étude vise à évaluer l'effet du stress hydrique sur des paramètres agronomiques et biochimiques tels que, la synthèse de la proline (Taylor, 1996 ; Rhodes *et al.*, 1999 ; Wang *et al.*, 2003 ; Esra Koc, *et al.*, 2010) et des sucres totaux, et d'examiner les différences entre ces paramètres entre quatre espèces de vesces représentées chacune par deux écotypes.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. La phénologie

Les résultats de l'analyse de variance indiquent que les caractères mesurés dépendent significativement de l'écotype et du stress. L'effet année, n'est significatif que pour le début floraison (Tableau 25). L'effet de l'irrigation est de loin le plus important, expliquant une grande partie de la variation observée dans les variables soumises à l'analyse. Cet effet met en évidence l'influence de l'irrigation sur les différences observées dans la date d'avènement et la durée des différents stades phénologiques des écotypes évalués.

Tableau 25. Carrés moyens de l'analyse de la variance des stades phénologiques en jours en fonction de l'irrigation durant deux campagnes agricoles 2006 – 2008

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia spp.*) dans la région semi-aride de Sétif.

Sources de variation	Ddtl	DFL	50%FL	100%FL	MAC
Écotypes (E)	7	672.87**	1009.05**	1506.52**	837.28**
Stress (S)	1	4.00**	94.01**	590.04**	4887.76**
Année (A)	1	57.04**	19.26ns	5.04ns	41.34ns
E x S	7	1.69ns	9.75ns	30.92**	64.81**
E x A	7	3.26ns	5.52ns	3.68ns	1.06*
S x A	1	0.17ns	23.01ns	60.17*	10.01ns
E x S x A	7	0.57ns	2.22ns	3.52ns	0.49ns
Résiduelle	62	4.38	7.10	8.95	16.39
Ecart Type		2.09	2.68	2.99	4.05
C.V	2.30		2.70	2.80	2.40

, *: significatif à 5% et * 1%, ns: non significatif DFL: Début de floraison;

50%FL: 50% floraison; 100%FL : Pleine floraison ; MAC : Maturité complète

Les résultats du tableau 26, indiquent que la plupart des stades phénologiques ont sensiblement diminué sous l'effet de l'irrigation, de 1,22% pour le Début floraison, 2,01% pour le 50% floraison, 4,54% pour la pleine floraison et 7,95% pour la maturité complète. Les écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* à savoir 2455 et 2438 ont été de loin les plus tardifs pour le début de floraison (98.83–99.33 jours), pour 50 % floraison (110.67-111.58 jours), le 100 % floraison (123-124.17 jours) et la maturité complète (175.58-176.17 jours). Les plus précoces, pour les mêmes stades sont les écotypes 2393, 2388 de l'espèce *V. narbonensis*, 2518 et 2521 de l'espèce *V. ervilia* (83-84, 88.33-92.17, 96.67-98.75 et 154.75-164.58 jours), alors que les écotypes 2504 et 2638 de l'espèce *V. sativa* occupent la place intermédiaire (93.50-93.75, 95.83-99.42, 150.17-108.50 et 166.83-170.08 jours).

Chez les légumineuses, la période de floraison exerce un effet important sur l'expression du potentiel génétique. En effet, Silim *et al.* (1993) ont indiqué qu'en présence du stress hydrique, la date de floraison contribue pour beaucoup dans la variabilité génotypique totale du rendement. Les écotypes précoces en l'occurrence les écotypes 2393, 2388 de l'espèce *V. narbonensis*, 2518 et 2521 de l'espèce *V. ervilia* ont tendance à manifester un mécanisme d'échappement ou d'esquive au déficit hydrique. Abernethy (1987) a indiqué que la floraison précoce engendre une longue période de remplissage des graines et par conséquent, un rendement potentiel élevé. Malhotra *et al.* (2002) ont signalé que la floraison précoce est la principale composante d'évitement du stress hydrique chez le pois chiche. Ceci permet à la plante de terminer son cycle de développement avant l'épuisement des réserves d'eau dans le sol. La floraison précoce a été largement utilisée comme critère de sélection de génotypes tolérant le stress hydrique (Saxena *et al.*, 1993). En revanche, une floraison tardive induit une courte période reproductive et un faible rendement en grains, c'est le cas des écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* à savoir 2455 et 2438. La durée de la saison des pluies est généralement de 4 à 5 mois dans les régions semi-arides. L'utilisation de variétés plus ou moins précoces permet une augmentation et une stabilisation des rendements dans ces zones. Pour les variétés à floraison tardive et afin de palier les effets néfastes des hautes températures, elles devraient avoir un semis précoce.

Caractères Traitements	DF	50%L	100%F	MAC	MS	GRA	IR	RBIO	NOD	NGG
<i>Effet de l'irrigation (I)</i>										
Irriguer	90.25	98.38	109.10	172.00	51.14	23.65	30.45	82.48	25.58	4.24
Non Irriguer	89.15	96.40	104.15	158.33	45.33	18.71	28.96	69.34	12.84	3.78
Test de F (5%)	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
<i>Effet de l'année (A)</i>										
2007/2008	90.42	97.83	106.85	164.81	47.01	20.18	29.35	72.67	18.12	4.16
2008/2009	88.88	96.89	106.39	166.12	49.47	22.18	30.00	79.15	20.30	3.85
Test de F (5%)	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*	*
<i>Interaction (Ix A)</i>										
	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Effet de l'écotype (E)</i>										
VN1	84.00	89.75	98.42	164.58	43.41	25.43	36.33	69.46	24.11	4.51
VN2	81.75	88.63	96.67	160.83	45.82	25.24	40.08	62.93	25.93	4.31
VS1	93.50	99.42	105.17	166.83	50.18	23.78	30.67	78.18	14.48	5.38
VS2	93.75	95.83	108.50	170.80	50.28	22.81	31.67	72.12	16.06	5.58
VD1	98.83	110.67	123.00	175.58	59.01	12.64	13.75	96.21	26.07	3.19
VD2	99.33	111.58	124.17	176.27	57.51	12.55	13.25	97.39	20.92	3.09
VE1	83.00	91.33	98.33	154.92	40.09	23.88	36.13	66.12	15.66	3.07
VE2	83.00	92.17	98.75	154.75	39.50	23.11	35.75	64.87	10.47	2.99
Test de F (5%)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Interactions :</i>										
ExA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ExI	ns	ns	*	*	*	ns	*	ns	*	*
ExIx A	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Ppds (5%)</i>	2.81	3.60	4.71	6.38	2.60	2.29	3.37	9.96	4.72	0.45

Tableau 26. Moyennes des caractères étudiés en fonction des traitements

*: significatif à 5%, ns: non significatif DF: Début de floraison; 50%FL: 50% floraison; 100%FL: Pleine floraison; MAC: Maturité complète; MS: matière sèche; GRA: Rendement grains; IR: Indice de récolte; RBIO: Rendement biologique; NOD: nombre de nodosité par plante; NGG: nombre de grains par gousse.

2. Productions

L'analyse de la variance indique des différences significatives entre les facteurs étudiés pour l'ensemble des caractères mesurés (Tableau 27). Les rendements en matière sèche, les plus élevés ont été assurés par les écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* à savoir 2455 et 2438 avec des valeurs moyennes de 59.01 et 57.51 qx/ha. Ces mêmes écotypes ont enregistré les plus faibles rendements en grains avec des moyennes de 12.64 et 12.55 qx/ha. Ceci peut être expliqué par les plus faibles taux de l'indice de récolte obtenus par ces deux écotypes et dont les valeurs sont comprises entre 13.75 % – 13.25 %.

Par ailleurs, Silim *et al.* (1993) ont remarqué qu'un haut indice de récolte est associé à une moindre sensibilité à la sécheresse. De ce fait, les écotypes 2393, 2388 de l'espèce *V. narbonensis* sont les plus performants en rendement grains (25.43 et 25.24 qx/ha) et en indice de récolte (36.33% et 40.08%).

Les faibles rendements en matière sèche ont été observés chez les écotypes de l'espèce *V. ervilia* (2518 et 2521) avec des valeurs moyennes de 40.09 et 39.50 qx/ha. La différence due à l'effet de l'irrigation est de 11.36 % pour la matière sèche, 20.88 % pour le rendement en grains, 15.93 % pour le rendement biologique, 49.80 % pour le nombre de nodosités et 10.85 % pour le nombre de grains par gousses (Tableau 26).

D'après Pacucci *et al.* (2006), dans des conditions de sécheresse, la vigueur des plants et la production élevée de la matière sèche pourraient être envisagées comme principales caractéristiques pour le maintien et l'amélioration du rendement en grains des légumineuses. A ce sujet, Singh *et al.* (1994) ont indiqué que les génotypes tolérants au stress hydrique produisent 40 à 50 % de leur rendement en grains potentiels, alors que les génotypes sensibles n'en produisent que 10 %.

D'après Sarrafi *et al.* (1993), la résistance à la sécheresse d'un génotype pourrait être évaluée par sa capacité à maintenir un rendement acceptable en conditions de déficit hydrique. Selon Rosielle *et al.* (1975), le rendement en grains et l'indice de récolte sont influencés par les conditions du milieu de culture.

L'effet de l'irrigation a engendré une réduction du nombre de nodosité pour l'ensemble des écotypes et ceci est valable pour les deux années d'étude. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Ashraf et Iram (2005)** sur deux espèces de légumineuses étudiées sous stress hydrique (*Phaseolus vulgaris* et *Sesbania aculeata*).

Tableau 27. Carrés moyens de l'analyse de la variance des caractères relatifs aux Productions en fonction de l'irrigation durant deux campagnes agricoles. 2006 - 2008

Sources de variation	Ddl	MS (qx/ha)	GRA (qx/ha)	NGG	NOD	IR (%)	RBio(Qx/ha)
Ecotypes (E)	7	651.75*	347.14*	13.90*	411.91*	1302.01*	2263.77*
Stress (S)	1	810.90*	583.76*	5.06*	3892.96*	53.25*	4143.17*
Année (A)	1	145.17*	95.86*	2.21*	113.73*	9.07ns	1007.45*
E x S	7	18.56*	1.61ns	0.51*	212.30*	24.66*	71.39ns
E x A	7	7.80ns	2.77ns	0.17ns	1.97ns	3.76ns	25.14ns
S x A	1	0.67ns	5.62ns	0.34ns	9.77ns	9.06ns	10.87ns
E x S x A	7	15.34*	1.00ns	0.02ns	1.20ns	1.47ns	10.63ns
Résiduelle	62	3.75	2.90	0.11	12.35	6.28	54.92
Ecart Type		1.94	1.70	0.34	3.51	2.51	7.41
C.V	4.00		8.00	8.4	18.30	8.40	9.8

*: significatif a 5%, ns: non significatif ; MS : matière sèche ; GRA : Rendement grains ; NGG : nombre de grains par gousse ; NOD : nombre de nodosité par plante ; IR : Indice de récolte ; RBio : Rendement biologique

3. Interactions

L'analyse de la variance combinée révèle la présence de certaines interactions significatives entre les différents facteurs étudiés. Selon Yan *et al.* (2000), le changement du classement des génotypes d'une année à l'autre est une indication de la présence d'interaction.

Le stade de 100 % floraison, la maturité complète, le rendement en matière sèche, l'indice de récolte, le nombre de nodosité et le nombre de grains par gousse, dépendent significativement de l'écotype et de l'irrigation (interaction écotypes x irrigation significative), cela suppose que le comportement des écotypes étudiés varie en fonction de l'irrigation (Tableau 28).

Écotypes		VN1	VN2	VS1	VS2	VD1	VD2	VE1	VE2	Moy	Test F	Ppds
MS	IR	47.47	48.07	52.21	52.10	63.73	61.87	41.89	41.80	51.14	*	4.26
	NIR	39.34	43.56	48.16	48.45	54.29	53.15	39.34	37.40	45.33		
IR	IR	36.50	39.50	29.50	31.50	16.50	15.83	37.25	37.00	30.45	*	28.96
	NIR	36.17	40.67	31.83	31.84	11.00	10.57	35.00	34.50	28.96		
NOD	IR	35.61	39.54	19.01	20.50	33.70	25.27	18.75	12.17	25.58	*	7.73
	NIR	12.60	12.32	9.96	11.52	18.43	16.58	12.57	8.78	12.84		
100%F	IR	99.83	97.83	108.0	114.7	125.5	125.5	100.5	101.0	109.1	**	7.02
	NIR	97.00	96.50	102.3	102.2	120.5	122.8	96.17	96.50	104.1		
MAC	IR	171.3	165.2	174.0	182.3	183.2	183.5	160.8	160.5	172.0	**	9.50
	NIR	157.8	156.5	159.7	157.8	168.0	168.8	149.0	149.0	158.3		
MGG	IR	5.02	4.58	5.89	5.88	3.22	3.18	3.17	2.99	4.24	*	0.74
	NIR	4.00	4.01	4.87	5.28	3.17	2.99	2.97	2.99	3.78		

Tableau 28. Effet de l'interaction écotypes x irrigation sur certains caractères mesurés.

IRR ; NIR : Irriguer et non irriguer respectivement. MS : matière sèche ; IR : indice de récolte ; NODO : nodosités ; 100% F : pleine floraison ; MAC : maturité complète ; NGG : nombre de grain par gousse

On note cependant, que quelle que soit la présence ou l'absence d'irrigation, les deux écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* (2455 et 2438) se classent toujours en première position pour, la précocité du stade de 100 % floraison, le rendement en matière sèche et la précocité du stade de maturité complète et en dernière position pour l'indice de récolte. Ceci est une indication de leur haut potentiel de rendement en matière sèche et leur longue période de floraison et de maturité complète.

Les écotypes de l'espèce *V. sativa* (2504 et 2638) viennent en deuxième position, suivis par les écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388) et enfin les écotypes de l'espèce *V. ervilia* (2518 et 2521) qui occupent la dernière place. En effet, nos résultats sont similaires à ceux obtenus sur le même genre par Abdelmoneim *et al* (1992), Siddique *et al.* (1996), Mebarkia et Abdelguerfi (2007), Celal *et al.* (2008).Mebarkia *et al.* (2010).

On note aussi la présence de l'interaction écotype x irrigation x année seulement pour le rendement en matière sèche, ce qui montre que ce paramètre dépend significativement de la variation de ces trois facteurs (Tableau 29). Cette interaction classe les écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* (2455 et 2438) en tête, suivis par les écotypes de l'espèce *V. sativa* (2504 et 2638), puis viennent les écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388) et en dernière position on trouve les écotypes de l'espèce *V. ervilia* (2518 et 2521).

Tableau 29. Effet de l'interaction (écotype x irrigation x année) pour la matière sèche

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

Ecotypes	Année			
	2006/2007		2007/2008	
	Irrigation			
	Irriguer	Non Irriguer	Irriguer	Non Irriguer
VN1	46.43	37.57	49.51	41.11
VN2	46.38	42.59	49.76	44.53
VS1	49.68	46.15	54.73	50.16
VS2	50.32	47.39	53.89	49.51
VD1	66.05	51.72	61.42	56.87
VD2	63.27	51.86	60.46	54.44
VE1	39.74	37.88	44.04	38.69
VE2	39.74	36.35	43.86	38.46
F-Test	**			
Ppds 5%	6.43			

En présence d'irrigation, on assiste à une grande variabilité du comportement intra et inter espèces. Sur le plan phénologique, les écotypes de l'espèce *Vicia dasycarpa* (2555 et 2438) ont été de loin les plus tardifs, les écotypes des espèces *V. ervilia* (2518 et 2521) et *V. narbonensis* (2393 et 2388) ont été les plus précoces quant aux écotypes de *V. sativa* (2504 et 2638), ils ont occupé une place intermédiaire.

En matière de production de matière sèche, ce sont les écotypes de *V. dasycarpa* qui ont donnés les meilleurs rendements (2455 et 2438) et les plus faibles rendements ont été enregistrés par les écotypes de *V. ervilia* (2518 et 2521). Par contre sur le plan des rendements en grains, les plus importants rendements ont été assurés par les écotypes de *V. narbonensis* (2393 et 2388) ainsi que les écotypes de *V. ervilia* (2518 et 2521).

4. Dosage de la proline et des sucres solubles totaux

L'analyse de variance indique des différences hautement significatives entre les écotypes, l'irrigation et leur interaction pour les quantités de proline et de sucres totaux accumulées par les différentes feuilles (apicales, médianes et basales) des plantes de *Vicia* (Tableau 30).

	P F A	P F M	P F B	S F A	S F M	S F B
Ecotypes (E)	9251.52**	7991.80**	9614.05**	6093.25**	4666.44**	4200.83**
Irrigation (I)	5448.10**	17965.30**	18874.98**	32707.49**	29708.22**	10706.60**
E x I	2335.16**	620.98**	1174.94**	603.59**	518.34**	921.07**
Résiduelle	4.88	7.66	3.66	2.00	2.43	2.47
E t	2.21	2.77	1.91	1.42	1.56	1.57
CV	3.90	4.00	2.20	2.10	2.40	2.60
Moy. Générale	57.05	69.95	88.53	66.79	64.65	59.49

Tableau 30. Carrés moyens de l'analyse de variance de la proline et des sucres totaux des feuilles (Apicales, médianes et basales) en fonction de l'irrigation durant l'année 2007/2008.

** : signification à 1% ; P F A : Proline des feuilles apicales ; P F M : Proline des feuilles médianes ; P F B : Proline des feuilles basales ; S F A : Sucres des feuilles apicales ; S F M : Sucres des feuilles médianes ; S F B : Sucres des feuilles basales. E.t : Ecart type ; CV : Coefficient de Variation.

En effet, en absence d'irrigation, tous les écotypes testés ont réagi par l'augmentation des quantités de proline et de sucres totaux au niveau de leurs cellules. En effet, on a enregistré, pour l'essai en irrigué, des taux de réduction en proline de 36.60%, 43.33% et 31.17% pour les feuilles basales, feuilles médianes et feuilles apicales respectivement. Pour les sucres solubles totaux, les taux de réductions sont respectivement de 40.13%, 55.57% et 56.20% pour les feuilles, basales, médianes et apicales (Tableau 31).

Tableau 31. Influence de l'irrigation sur les quantités de proline et des sucres totaux chez les trois types de feuilles (Basale, Médiane, Apicale) des huit écotypes étudiés.

Caractères		Min. (Ecotypes)	Max. (Ecotypes)	Moyenne	TR%
PFB	IR	30.20 (VS1)	130.13 (VN2)	68.70	36.60
	NIR	60.40 (VS1)	180.20 (VN1)	108.36	
PFM	IR	24.40 (VS1)	100.50 (VN1)	50.60	43.33
	NIR	54.30 (VS1)	162.30 (VN2)	89.30	
PFA	IR	18.99 (VS1)	91.90 (VN1)	46.39	31.47
	NIR	10.30 (VS1)	175.50 (VN1)	67.70	
SFB	IR	16.43 (VD2)	76.87 (VN2)	44.55	40.13
	NIR	50.76 (VS1)	145.87 (VN2)	74.42	
SFM	IR	10.76 (VD1)	89.54 (VN2)	39.77	55.57
	NIR	43.98 (VS1)	150.67 (VN2)	89.53	
SFA	IR	17.87 (VE2)	99.65 (VN2)	40.69	56.20
	NIR	34.98 (VD2)	143.76 (VN1)	92.90	

IR : irrigué ; NIR : non irrigué ; PFB : proline dans les feuilles basales ; PFM : proline dans les feuilles médianes ; PFA : proline dans les feuilles apicales ; SFB : sucres dans les feuilles basales ; SFM : sucres dans les feuilles médianes ; SFA : sucres dans les feuilles apicales. TR % : taux de réduction

Selon Monneveux (1989), cette accumulation n'est autre qu'une forme d'adaptation de la plante au manque d'eau par l'ajustement de son potentiel osmotique. Nos résultats indiquent que les fortes concentrations en proline se trouvent au niveau des feuilles basales quel que soit le régime hydrique et l'écotype. Par contre, celle des sucres totaux est variable et dépend des écotypes ; pour les écotypes 2393 de *V. narbonensis*, 2455 de *V. dasycarpa* et 2521 de *V. ervilia*, l'accumulation des sucres est localisée en quantité importante au niveau des feuilles apicales et médianes ; par contre, chez les écotypes de l'espèce *V. sativa* (2504 et 2638), la forte concentration de sucres se trouve au niveau des feuilles basales (Tableau 32). Ashraf et Iram (2005) ont montré que le déficit hydrique entraîne une augmentation significative des acides aminés libres dans toutes les parties des plantes de *Phaseolus vulgaris* et *Sesbania aculeata*.

Tableau 32. Moyenne des caractères étudiés en fonction des traitements

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif.

Caractères Traitements	PROLINE			SUCRES TOTAUX		
	FA	FM	FB	SFA	SFM	SFB
Irriguer	46.39	50.60	68.70	40.69	39.77	44.55
Non Irriguer	67.70	89.30	108.36	92.90	89.53	74.42
Test de F (5%)	**	**	**	**	**	**
Effet des écotypes						
VN1	133.70	130.40	150.25	111.66	83.48	70.89
VN2	93.35	126.40	151.16	116.37	120.11	111.37
VS1	14.65	39.35	45.30	44.76	36.42	47.31
VS2	47.20	55.45	64.93	71.37	78.43	82.33
VD1	63.24	55.42	85.70	61.32	45.87	42.15
VD2	45.52	55.45	65.47	26.82	44.43	43.92
VE1	29.79	49.19	75.63	49.33	59.21	42.42
VE2	28.92	47.95	69.77	52.71	49.27	34.49
Test de F (5%)	**	**	**	**	**	**
Interactions : Exl	**	**	**	**	**	**
Ppds (5%)	5.22	6.54	4.52	3.35	3.68	3.72

** : signification à 1% ; P F A : Proline des feuilles apicales ; P F M : Proline des feuilles médianes ; P F B : Proline des feuilles basales ; S F A : Sucres des feuilles apicales ; S F M : Sucres des feuilles médianes; S F B : Sucres des feuilles basales.

La quantité de proline contenue dans les feuilles apicales sous irrigation varie de 10,30 à 91,90 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) et sans irrigation de 18,99 à 175,50 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) (Fig 9). Dans les feuilles médianes, la quantité de proline se situe entre 24,40 et 100,50 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) sous irrigation et ente 54,30 et 62,30 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) sans irrigation (Fig 10), alors que dans les feuilles basales, la quantité de proline est comprise entre 30,20 et 130,13 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) sous irrigation et entre 60,40 et 170,20 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) en l'absence d'irrigation (Fig 11).

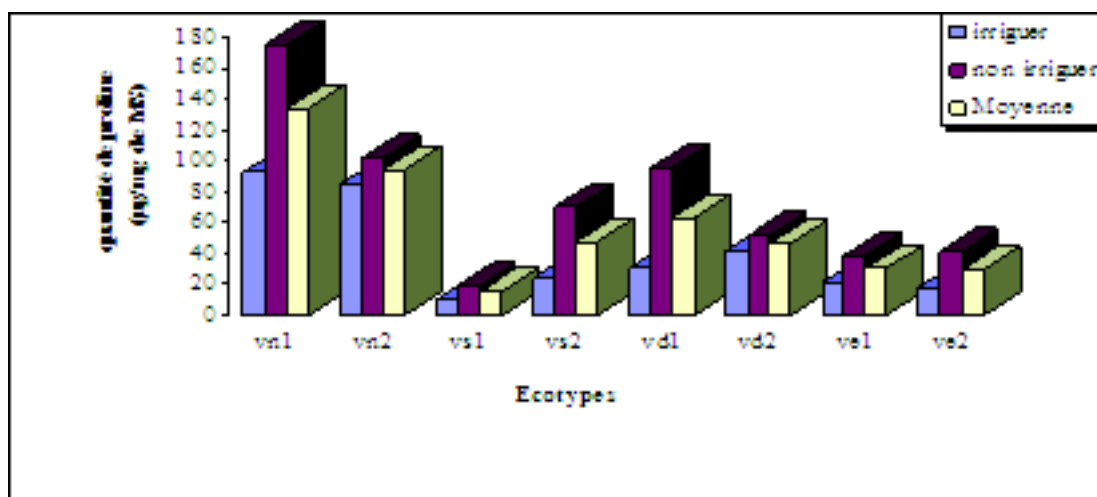


Figure.9. Evolution de la proline des feuilles apicales en fonction de l'irrigation chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

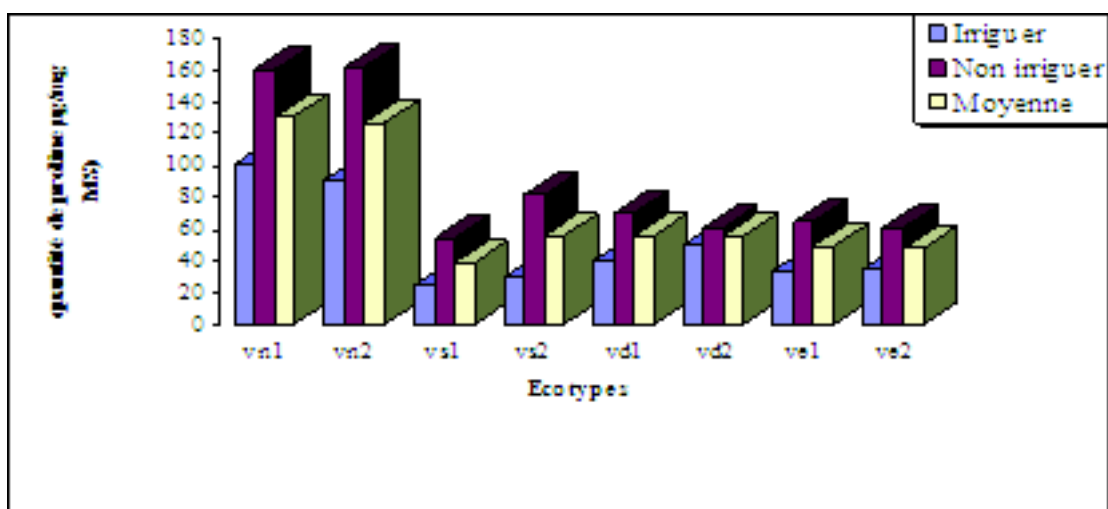


Figure.10. Evolution de la proline des feuilles médianes en fonction de l'irrigation chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

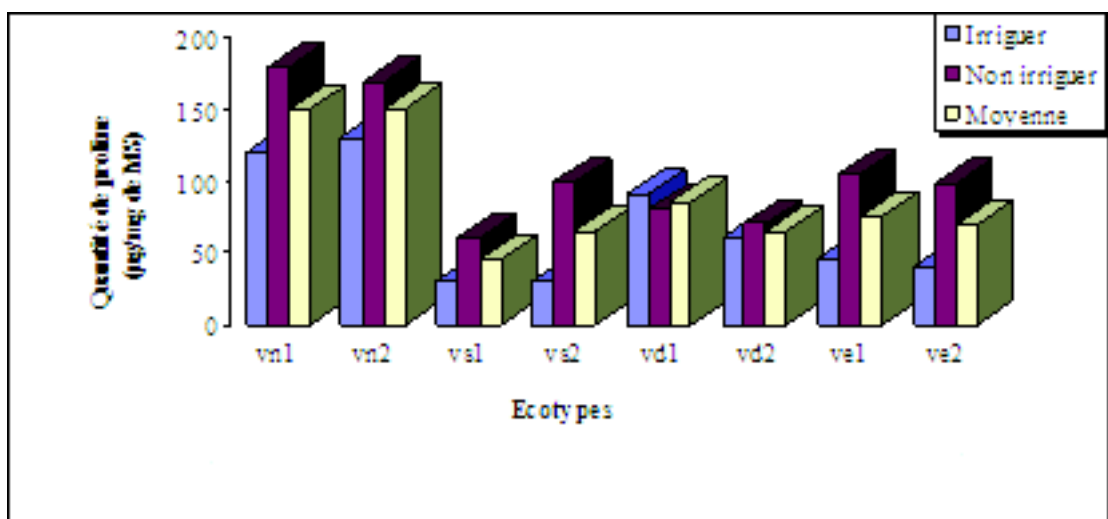


Figure.11. Evolution de la proline des feuilles basales en fonction de l'irrigation chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

Pour les sucres solubles totaux, la quantité accumulée dans les feuilles apicales sous irrigation, varie entre 17,87 et 99,65 (µg/mg de MS) alors que sans irrigation, elle est comprise entre 3498 et 14376 (µg/mg de MS) (Fig 12).

Dans les feuilles médianes, la quantité de sucres totaux enregistrée est comprise entre 10,76 et 89,54 (µg/mg de MS) sous irrigation et entre 43,98 et 150,67 (µg/mg de MS) sans irrigation (Fig 13).

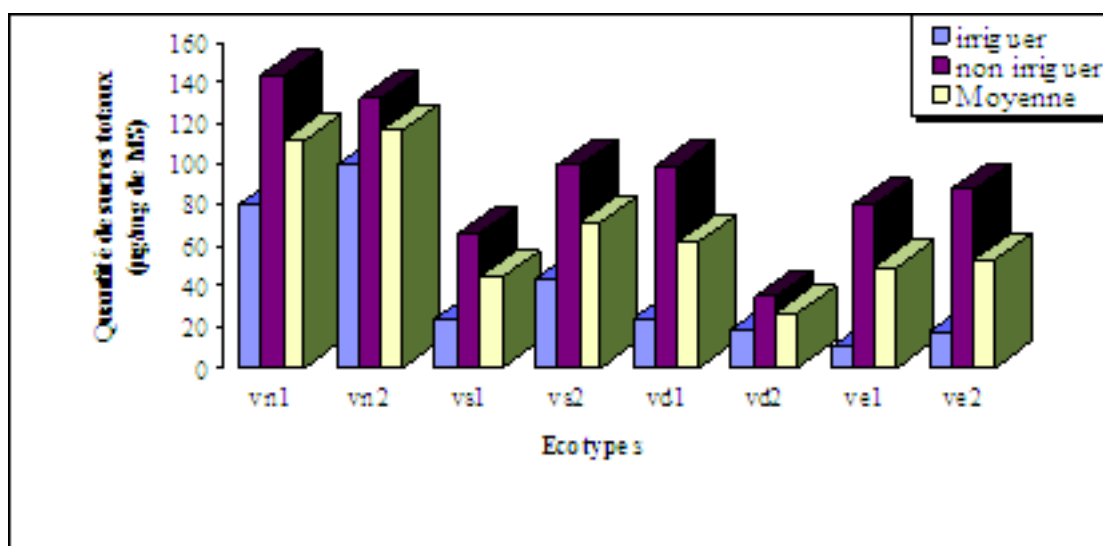


Figure.12. Evolution des sucres solubles totaux en fonction de l'irrigation chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

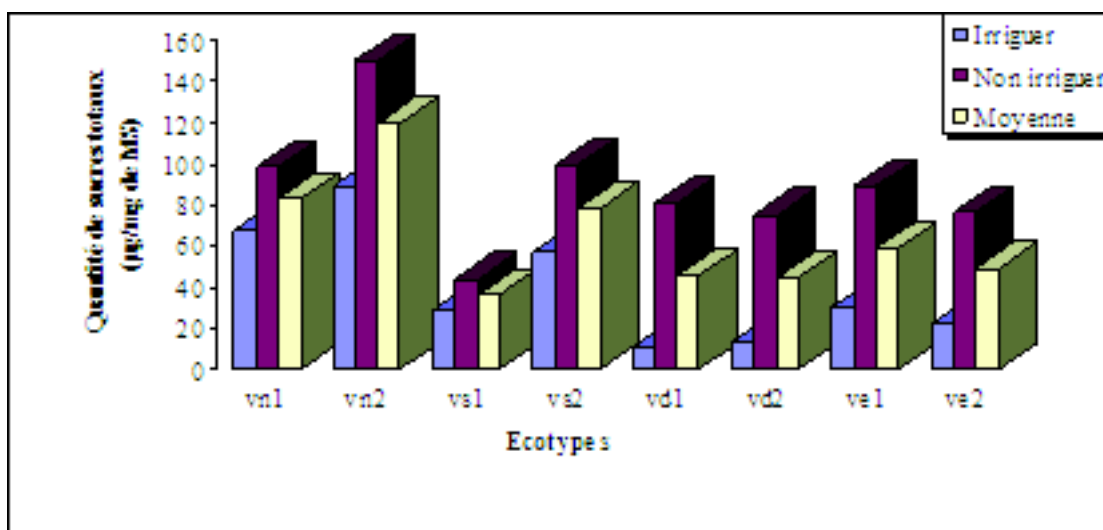


Figure.13. Evolution des sucre solubles totaux des feuilles médianes chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

Dans les feuilles basales, la quantité de sucres totaux est située entre 16,43 et 87,98 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) en présence de l'irrigation et entre 50,76 et 145,87 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de MS) en l'absence d'irrigation (Fig 14).

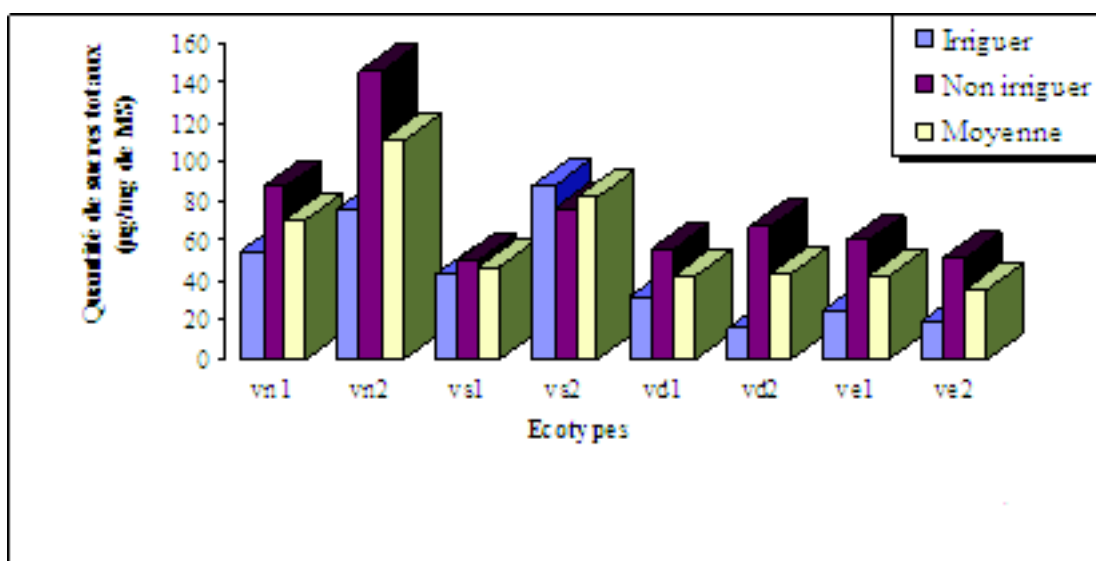


Figure.14. Evolution des sucres solubles totaux des feuilles médianes chez les huit écotypes du genre *Vicia* durant l'année 2007/2008

On note, que quelles que soient les feuilles utilisées pour le dosage de la proline et les sucres totaux, en présence ou en absence d'irrigation, les plus importantes quantités enregistrées se retrouvent chez les deux écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388).

De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lorsqu'elle se trouve en conditions défavorables (Sivaramakrishnan *et al.*, 1988 ; Kameli et Losel, 1995) ce qui traduit le caractère de la résistance aux stress (Greenway et Munns, 1980). Chez les plantes sensibles, la présence de cet acide aminé est par contre amoindrie (Chen *et al.*, 1995).

5. Relation entre paires de variables

Les corrélations phénotypiques entre les paires de variables étudiées, montrent que le rendement grains est corrélé négativement avec les périodes de floraison et de maturité complète et positivement avec l'indice de récolte, le nombre de grains par gousse, la teneur en proline et en sucres totaux. L'indice de récolte est corrélé négativement avec les périodes de floraison et la matière sèche.

Au contraire, le rendement en matière sèche est corrélé positivement avec les périodes de floraison, le rendement biologique et le nombre de nodosités. La teneur en proline est corrélée positivement avec le nombre de nodosités.

Il semble que les écotypes les plus productifs en rendement grains, accumulent mieux la proline et les sucres dans leurs feuilles et cela est valable pour les deux modes de conduite.

Nos résultats concernant les corrélations négatives entre la période de floraison (DFL, 50% et 100%F), l'indice de récolte et le rendement grains a été signalé par d'autres auteurs (Siddique *et al.*, 1996 ; Mebarkia et Abdelguerfi, 2007 ; Turk *et al.*, 2008 ; Larbi *et al.*, 2010a, 2010b ; Mebarkia *et al.*, 2010).

Ces corrélations montrent que les écotypes à floraison tardive produisent moins de grains dans les zones semi-arides et arides. Toutefois, cette période de floraison tardive leur permet de produire plus de nodosités et plus de matière sèche (Tableau 33).

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia spp.*) dans la région semi-aride de Sétif.

	DF	50%F	100%F	MAC	MS	GRA	IR	RBI	NOD	NGG	PFA	PFM	PFB	SFA	SFM	SFB
DFL	1.000															
50%F	0.991**	1.000														
100%F	0.974**	0.993**	1.000													
MAC	0.949**	0.969**	0.974**	1.000												
MS	0.606*	0.687**	0.756**	0.751**	1.000											
GRAIN	-0.710**	-0.745**	-0.766**	-0.622**	-0.591*	1.000										
IR	-0.858**	-0.902**	-0.937**	-0.867**	-0.812**	0.907**	1.000									
RBI	0.674*	0.740**	0.804**	0.836**	0.920**	-0.517*	-0.813**	1.000								
NOD	0.145	0.224	0.304	0.424	0.663**	-0.076	-0.373	0.707**	1.000							
NGG	0.104	0.021	-0.034	0.133	-0.314	0.555*	0.322	-0.113	0.070	1.000						
PFA	-0.317	-0.249	-0.167	-0.041	0.273	0.362	0.097	0.391	0.763**	0.106	1.000					
PFM	-0.507*	-0.432	-0.368	-0.218	0.114	0.536*	0.313	0.191	0.681*	0.108	0.956**	1.000				
PFB	-0.538*	-0.457	-0.380	-0.257	0.143	0.431	0.257	0.191	0.717**	-0.026	0.927**	0.977**	1.000			
SFA	-0.581*	-0.546*	-0.499	-0.339	-0.153	0.635*	0.457	-0.017	0.599*	0.315	0.848**	0.915**	0.912**	1.000		
SFM	-0.566*	-0.514*	-0.494	-0.342	-0.218	0.553*	0.453	-0.158	0.493	0.238	0.680*	0.835**	0.820**	0.884**	1.000	
SFB	-0.344	-0.312	-0.318	-0.124	-0.190	0.570*	0.388	-0.077	0.497	0.500	0.586*	0.742**	0.676*	0.813**	0.938**	1.000

Tableau 33. Les corrélations entre les variables mesurées chez les huit écotypes étudiés durant l'année 2007/2008

DF : début de floraison (jrs) ; 50%F : 50 % floraison (jrs) ; 100% F : pleine floraison (jrs) ; MAC : maturité complète (jrs) ; MS : matière sèche (q/ha) ; GRA : rendement grains (q/ha) ; IR : indice de récolte (%) ; RBI : rendement biologique (q/ha) ; NOD : nombre de nodosité à la floraison ; NGG : nombre de grains par gousse ; PFA : proline dans les feuilles apicales ; PFM : proline dans les feuilles médianes ; PFB : proline dans les feuilles basales ; SFA : sucres dans les feuilles apicales ; SFM : sucres dans les feuilles médianes ; SFB : sucres dans les feuilles basales ; Ddl : 47

6. Indices de tolérances

Sur la base du rendement grains des écotypes étudiés sous conditions d'irrigation (YI) et pluviales (YP), plusieurs indices de tolérance au stress hydrique ont été utilisés pour évaluer les réponses de ces écotypes au stress hydrique.

Il s'agit de l'Indice de sensibilité au stress (ISS), Indice de tolérance (TOL), la productivité moyenne (MP), la productivité moyenne Géométrique (PMG), l'Indice de tolérance au stress (ITS) et la moyenne Harmonique (MHA).

L'analyse des résultats montrent que les rendements en grains sous irrigation (YI) et sous régime pluvial (YP) ont les mêmes corrélations avec les indices de stress (Tableau 34) ; soit des corrélations positives avec la productivité moyenne (MP), productivité moyenne géométrique (PMG), l'indice de tolérance au stress (ITS) et la moyenne Harmonique (MHA) et négativement avec l'indice de sensibilité au stress (ISS) et l'Indice de tolérance (TOL).

Le rendement en grains sous irrigation est corrélé positivement au rendement en grains sous régime pluvial. Des corrélations similaires ont été rapportés chez le Haricot (Kristin *et al.*, 1997), le Maïs (Farshadfar et Sutka, 2003), le Blé dur (Golabadi *et al.*, 2006), le Blé tendre (Bahari *et al.*, 2008) et le Fenugrec (Davoud *et al.*, 2009).

Les corrélations observées, entre les différents indices de stress, mettent en évidence des informations très intéressantes : l'indice de tolérance au stress (ITS) est hautement corrélé à la productivité moyenne géométrique (PMG) et ces deux paramètres sont négativement corrélés avec l'indice de sensibilité au stress (ISS) et l'indice de tolérance au stress (ITS).

L'indice de sensibilité au stress est lié positivement à l'indice de tolérance. Ainsi, pour une meilleure caractérisation de la tolérance au stress hydrique des écotypes de *Vicia* étudiés, deux types de paramètres sont à prendre en considération ;

le premier type comprend la productivité moyenne géométrique, l'indice de tolérance et la productivité moyenne et le deuxième type est composé de l'indice de tolérance et l'indice de sensibilité au stress.

Les valeurs les plus élevées pour l'un des deux types de paramètres permettent de sélectionner les écotypes les plus performants dans les deux situations (irrigation et condition pluviale).

Tableau 34. Les coefficients de corrélations des différents indices des huit écotypes conduits en irrigation et en régime pluvial durant l'année 2007/2008.

	YI	YP	ISS	TOL	MP	GMP	ITS	MHA
YI	1.000							
YP	0.987**	1.000						
ISS	-0.900**	-0.964**	1.000					
TOL	-0.568*	-0.693*	0.858**	1.000				
MP	0.996**	0.997**	-0.941**	-0.637*	1.000			
GMP	0.995**	0.998**	-0.946**	-0.647*	1.000**	1.000		
ITS	0.997**	0.994**	-0.932**	-0.618*	0.999**	0.999**	1.000	
MHA	0.994**	0.999**	-0.950**	-0.657*	1.000**	1.000**	0.998*	1.000

*, **: signification à 5%, 1% ; YI :rendement sous irrigation ;YP :rendement sous régime pluvial ;ISS :indice de sensibilité au stress ; TOL :indice de tolérance ; MP :productivité moyenne ; GMP : productivité géométrique moyenne ;ITS :indice de tolérance au stress ; MHA :moyenne harmonique ; Ddl :7

Les écotypes ayant les plus faibles valeurs de l'indice de tolérance et de l'indice de sensibilité se comportent parfaitement bien sous les deux situations (condition pluviale et irrigation) comme dans le cas des écotypes de l'espèce *V. ervilia* (2518 et 2521) et les écotypes de *V. sativa* (2504 et 2638) (Tableau 35).

Dans le cas contraire, les écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* (2455 et 2438), qui présentent les valeurs moyennes les plus élevées de ces deux paramètres, se montrent relativement sensibles au stress hydrique par rapport à l'ensemble des écotypes.

La sélection basée sur les paramètres de l'indice de tolérance et la productivité moyenne géométrique, se traduira par les écotypes tolérants et possédant un potentiel de rendement en grains élevé, comme le cas des écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388).

Ces deux types de paramètres peuvent être utilisés pour évaluer la tolérance au stress hydrique des écotypes du genre *Vicia* pour soutenir la sélection sur la base des performances de rendements dans les régions semi-arides et arides.

Tableau 35. Les valeurs moyennes des rendements, grains (GRA), les indices de tolérance et de sensibilité au stress chez les huit écotypes étudiés. (Intensité de la contrainte pour le rendement grains (IS= 22%).

Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia spp.*) dans la région semi-aride de Sétif.

Ecotypes	YI	YP	ISS	TOL	MP	GMP	ITS	MHA
VN1	28.26	22.61	0.90	5.65	25.43	25.27	1.12	25.12
VN2	27.81	22.67	0.86	5.14	25.24	25.10	1.10	24.97
VS1	26.37	21.18	0.90	5.19	23.77	23.63	0.98	23.49
VS2	24.84	20.77	0.77	4.07	22.80	22.71	0.90	22.62
VD1	15.47	9.80	1.68	5.67	12.63	12.31	0.26	11.99
VD2	17.00	9.75	1.95	7.25	13.37	12.87	0.29	12.39
VE1	25.93	21.82	0.72	4.11	23.87	23.78	0.99	23.79
VE2	25.14	21.07	0.77	4.07	23.10	23.01	0.93	22.92
Moyenne	23.85	18.70						

YI :rendement sous irrigation ;YP :rendement sous régime pluvial ;ISS :indice de sensibilité au stress ; TOL :indice de tolérance ; MP :productivité moyenne ; GMP : productivité géométrique moyenne ;ITS :indice de tolérance au stress ; MHA :moyenne harmonique

Certains auteurs proposent que si l'indice de tolérance est supérieur à 1 chez le blé, la sensibilité au stress sera moyenne (Guttieri *et al.*, 2001) et la sélection basée sur une combinaison des deux paramètres à savoir la productivité moyenne géométrique et l'indice de sensibilité au stress peut permettre une amélioration intéressante de la résistance au stress hydrique (Ramirez et Kelly, 1998).

Chez le blé, l'indice de sensibilité au stress et le rendement grains ont été utilisés comme des paramètres de stabilité pour identifier les génotypes résistants au stress hydrique (Bansal *et al.*, 1991).

Par conséquent, de ce point de vue les indices de tolérance au stress et de la productivité moyenne géométrique semblent les plus importants.

Fernandez (1992) a indiqué que l'indice de tolérance au stress discrimine les génotypes à haut rendement et ceux qui possèdent un potentiel de tolérance au stress, autrement dit les écotypes qui ont un bon rendement en condition de stress sont les plus tolérants au stress.

Dans cette étude, un modèle de régression linéaire général du rendement en grains sous condition pluviale (YP) avec l'indice de tolérance au stress (IST) a révélé une corrélation positive ($r = 0,99$) (Fig 15).

Autrement dit, les écotypes conduits sans irrigation et qui donnent des taux importants en indice de tolérance au stress sont considérés comme tolérants au manque d'eau de complément.

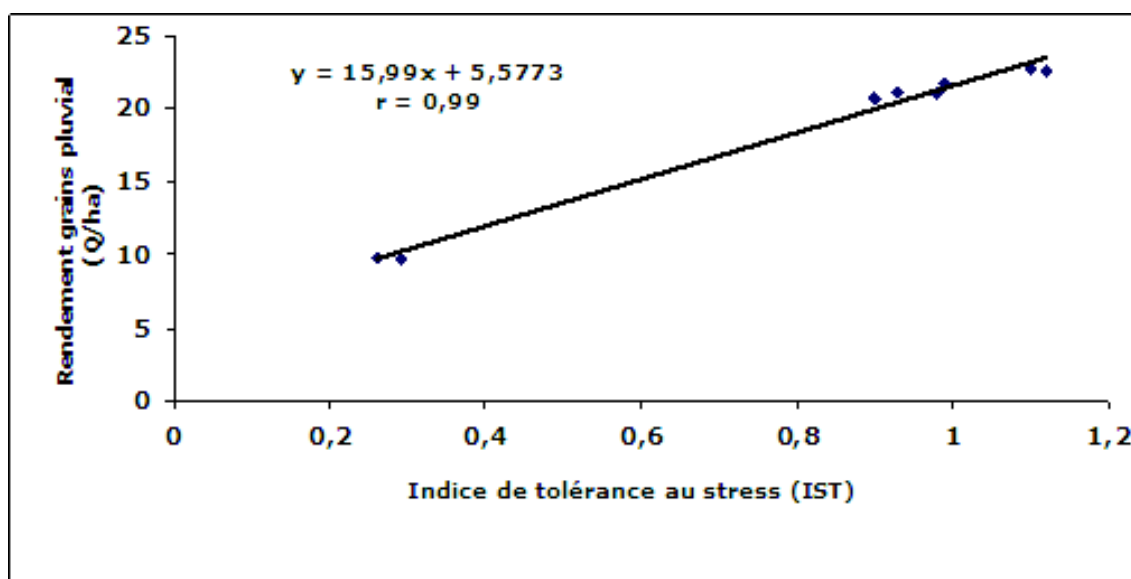


Figure.15. Relation entre le rendement grains sous condition pluviale (YP) et l'indice de tolérance au stress (IST)

CONCLUSION

Cette étude a montré une variabilité génotypique hautement significative pour tous les paramètres agronomiques et phénologiques étudiés. Elle indique une importante diversité biologique entre ces écotypes de vesce.

Sur le plan phénologique, certains sont précoces, tels que (2393, 2388) de l'espèce *V. narbonensis*, (2518, 2521) de l'espèce *V. ervilia*, d'autres sont intermédiaires, tels que 2504, 2638 de l'espèce *V. sativa* et d'autres sont tardifs, tels que 2455 et 2438 de l'espèce *V. dasycarpa*. Ces derniers ont donné de faibles rendements en grains et de bons rendements en matière sèche. Ils sont plutôt considérés comme des légumineuses fourragères qu'à grains ce qui explique clairement leurs faibles indices de récolte.

Les écotypes productifs en grains, tels que les (2393, 2388) de l'espèce *V. narbonensis* et (2518) de l'espèce *V. ervilia* peuvent être considérés comme des légumineuses à grains et les écotypes intermédiaires, de l'espèce *V. sativa* (2504 et 2638), donnant à la fois de la matière sèche et du grain, sont classés dans la catégorie des légumineuses fourragère et grainière.

Aussi, les huit écotypes étudiés ont utilisé les mêmes stratégies de tolérance vis à vis du manque d'eau de complément mais la seule différence réside au niveau des taux de synthèse des acides aminés libres et les sucres solubles totaux.

Sur la base de leur accumulation, les écotypes des espèces, *V. sativa* (2504) et *V. dasycarpa* (2438) accumulent moins de proline et de sucres donc présentent une certaine sensibilité, alors que les écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388), qui accumulent plus de quantité, sont les plus tolérants et, enfin, les écotypes des espèces, *V. sativa* (2638), *V. dasycarpa* (2455), et *V. ervilia* (2518 et 2521) sont moyennement sensibles.

Ainsi, sous les conditions pluviales, parmi les caractères agronomiques étudiés, le rendement en grains, la production de matière sèche, l'indice de récolte, la date de floraison,

le nombre de nodosités et le nombre de grains par gousse sont les plus utiles pour la caractérisation des écotypes de vesce tolérants au stress hydrique.

L'intensité relative au stress (rapport de la moyenne générale du rendement en grains de tous les écotypes sans irrigation sur la moyenne générale du rendement en grains de tous les écotypes sous irrigation, (YP/YI) dans cette étude est de 22% et 13% pour le rendement grains et matière sèche respectivement.

On voit, que le rendement en grains est plus affecté par le manque d'eau et diminue de 22% par rapport aux conditions optimales. Les valeurs les plus élevées au niveau de l'indice de tolérance au stress, la productivité moyenne géométrique, la productivité moyenne et la moyenne harmonique, sélectionnent les écotypes les plus tolérants au stress ; c'est le cas des écotypes de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388).

En revanche, les écotypes de l'espèce *V. dasycarpa* (2455 et 2438), ayant des valeurs importantes au niveau de l'indice de tolérance et l'indice de sensibilité, sont déclarés sensibles au manque d'eau de complément. L'autre groupe d'écotypes, tels que les 2504, 2638 (*V. sativa*), 2518 et 2521 (*V. ervilia*) sont moyennement tolérants.

En comparant les deux types de sélection pour la tolérance et la sensibilité au stress; l'une basée sur la synthèse des acides aminés libres et les sucres solubles totaux et l'autre basée sur les indices de tolérance, les résultats obtenus convergent vers le même classement des écotypes: écotypes tolérants de l'espèce *V. narbonensis* (2393 et 2388), écotypes moyennement sensibles des deux espèces ; *V. sativa* (2504 et 2638) et *V. ervilia* (2518 et 2521) et écotypes sensibles de l'espèce *V. dasycarpa* (2455 et 2438).

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

cette étude se fixait comme objectifs, d'analyser les performances agronomiques et la variabilité phénologique et l'effet de l'irrigation de complément sur le comportement de quatre espèces de vesce dans la région semi-aride de Sétif; Il s'agit de *Vicia sativa* L., *Vicia villosa* ssp. *Dasycarpa* Ten., *Vicia ervilia* Wild. et *Vicia narbonensis* L.

L'étude a révélée que la culture des vesces connaît une multitude de contraintes de déficit hydrique, sécheresse, gelée tardive de printemps en période de floraison et l'égrenage des gousses qui affecte négativement le rendement semencier.

Cette situation constitue un facteur limitant de la production et limite les espérances de bons rendements dans cette zone.

La variabilité intra et extra espèces est considérable et laisse entrevoir des possibilités d'adaptation aux différents systèmes de production et situations climatiques.

Cette variabilité montre une importante diversité biologique entre ces écotypes de vesce. *Vicia ervilia* L. et *Vicia narbonensis* sont les espèces les plus précoces pour la floraison et la maturité complète, et sont les plus productives en grain. Elles peuvent être considérées comme des légumineuses à graines.

Vicia villosa ssp. *dasycarpa*. Ten est la plus tardive pour la floraison et la maturité complète et donne la meilleure production de fourrage et le plus faible rendement en grain. Elle est plutôt plus appropriée pour la pâture.

Quant à *Vicia sativa*, elle est moyennement productive en fourrage et en grain et sera considérée comme une légumineuse à double exploitation.

Les observations orientent la sélection pour le rendement en grain vers les écotypes précoces pour les quatre espèces (*Vicia sativa* et *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*, *Vicia ervilia* L. et *Vicia narbonensis* L.).

Sur le plan de la caractérisation morphologique, l'étude a montré des différences hautement significatives entre les espèces de Vesce; *Vicia dasycarpa* a produit beaucoup de ramification, de fleurs et une bonne hauteur de plante à la floraison.

Vicia ervilia se caractérise par une production de feuilles longue par plant et de gousses par plant. *Vicia sativa* présente des gousses très logues et très fertiles. Quant à *Vicia narbonensis*, elle est reconnue pour ses longues folioles.

A travers des observations visuelles, nous avons remarqué que les espèces *Vicia narbonensis* et *Vicia ervilia* ne s'égrènent pas à maturité par rapport à *Vicia sativa* qui présente le taux le plus élevé de déhiscence.

L'étude sur la tolérance au stress hydrique durant la période de floraison met en évidence les difficultés à appréhender ce facteur très important. Pour cela, nous avons utilisé deux osmoticums de stress : un acide aminé qui est la proline et les sucres solubles. Les résultats de cette analyse ont montrés que la capacité d'accumulation de la proline et des sucres varie en fonction des années et des écotypes.

En absence de stress, les teneurs de ces éléments sont relativement bas et similaires chez presque l'ensemble des quatre espèces.

Ce taux d'accumulation est élevé en conditions de stress. Les écotypes de *Vicia sativa* et *Vicia dasycarpa* accumulent le moins de proline et de sucres en conditions de stress donc ils présentent une certaine sensibilité alors que les écotypes de *Vicia narbonensis* accumulent le plus de quantité, ce sont les plus tolérants et, enfin, les écotypes de l'espèce *Vicia ervilia* sont moyennement sensibles.

On note également que sur le plan de tolérance au froid ; l'espèce *Vicia ervilia* et *Vicia narbonensis* semblent les plus tolérantes au froid que *Vicia sativa*, tandis que *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* se montre moyennement sensible : sa période de floraison longue et tardive pourrait lui permettre d'échapper au froid.

Nous pensons que la sélection des écotypes précoces à la floraison, possédant un niveau de tolérance acceptable au stress hydrique et peut être une approche de sélection vis-à-vis des stress abiotiques (froid et sécheresse) au niveau de la zone semi-aride.

De cette étude, il ressort que certains écotypes s'adaptent parfaitement bien à la région semi-aride et de ce fait ils méritent d'être sélectionnés en vue de les intégrer dans les systèmes de production. Les écotypes de *Vicia narbonensis* (2388 et 2468) et ceux de *Vicia ervilia* (2518 et 2515) sont considérés comme les plus intéressants et présentent plusieurs avantages : très productifs en grains et en fourrages, taux d'égrenage (observations visuelles) très faible, très tolérants aux stress abiotiques (froid et sécheresse), précoces à la floraison (critère recherché dans ces zones), graines riches en protéine et, enfin, leur port érigé facilite une récolte mécanique.

Cette étude sur le genre *vicia spp*, mérite d'être poursuivi pour d'autres aspects qui demeurent sans réponse :

- La production de semences des vesces doit être prise en considération pour pouvoir mettre à la disposition des agriculteurs la disponibilité des semences au moment opportun.
- Etudier le déterminisme génétique de l'égrenage par des croisements entre écotypes à fort et à faible égrenage.
- Enrichir surtout le germoplasme par des prospections et récoltes dans différents sites écologiques.

Vu la richesse en protéines des graines des espèces de *Vicia narbonensis* et *Vicia ervilia*, elles peuvent être utilisées dans l'alimentation des ruminants sous forme de concentré en substitution du soja dans des taux variables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aarssen, L. W., Hall, I. V. & Jensen, K. I. N. (1986). The biology of Canadian weeds .76. *Vicia angustifolia* L., *Vicia cracca* L., *Vicia sativa* L, *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb and *Vicia villosa* Roth. *Canadian Journal of Plant Science*, 66, 711-737.
- A bbas K** et Madani T, 2000. *Diversité des systèmes d'élevage associés à la céréaliculture dans la zone semi-aride de Sétif*, séminaire scientifique international « L'apport de la recherche scientifique et des nouvelles technologies dans la mise en valeur des régions arides et semi-arides » Organisation Arabe du développement Agricole, El Oued, Algérie, 2000.
- Abbas K., Abdelguerfi A. (2005) : "Perspectives d'avenir de la jachère Pâturée dans les zones céréalières semi-arides", *Fourrages*, 184, 533-546.
- Abbas, K., Abdelguerfi-Laouar, M., Madani, T., Mebarkia, A and A. Abdelguerfi, 2005. Rôle et usage des prairies naturelles en zone semi-aride d'altitude en Algérie, *Fourrages*, 183, 475-479.
- Abbas K., Abdelguerfi-Laouar M., MadaniT., M'Hammedi Bouzina M., Abdelguerfi A. (2006) : "Place des légumineuses dans la valorisation de l'espace agricole et pastoral en regions nord d'Algérie", *Diversité des fabacées fourragères et de leurs symbiotes : applications biotechnologiques, agronomiques et environnementales*, Workshop int., Alger 19-22 février 2006, A. Abdelguerfi éd., 309-320.
- Abd El Moneim, A.M. (1984). ICARDA Annual Report: 257-259. P.O.Box 5466, Aleppo, Syria
- Abd El Moneim, A.M and P.S.Cocks, 1988. Yield stability of selected forage vetches (*Vicia* spp.) under rainfed conditions in west Asia, *J. Agric. Sci., Camb.*(1988), III, 295-301.
- Abd El Moneim, A.M, M. A. Khairand .S. Rihaw, 1990. Effect of genotypes and plant maturity on forage quality of certain forage legume species under rainfed conditions. *J. Agronomy and Crop Science* 164, 85-92.
- Abd El Moneim A.M. (1992) : "Agronomic potential of three vetches (*Vicia* spp.) under rainfed conditions", *Agronomy Sc. Crop Science*, 170, 113-120.
- Abd El-Moneim. A.M, P. S. Cocks. 1992. "[Adaptation and yield stability of selected lines of *Lathyrus* spp. under rainfed conditions in West Asia](#) ," *Euphytica*, vol. 66, no. 1-2, pp. 89–97, 1992.
- Abdelguerfi A. (1976) : Contribution à l'étude de la répartition des espèces locales de luzernes annuelles en fonction des facteurs du milieu (200 stations). Liaisons entre les caractères de ces 600 populations étudiées à Beni-Slimane et leur milieu d'origine, thèse ingénieur INA, 74p.
- Abdelguerfi, A. (1994). Autoécologie de quelques légumineuses spontanées d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. Dans : *Facteurs Limitant la Fixation Symbiotique*
-

- dans le Bassin Méditerranéen, Montpellier (France). *Les Colloques de l'INRA*, 77 : 229-238.
- Abernethy R.H., 1987. Response of *Cicer Milkvetch* seed to osmoconditioning. *Crop Sci.*, 27, 117-121.
- Açıkgoz E., 1982. Parameters of cold tolerance in common vetch, *Euphytica* (1982) 31: 997-1001
- Acikgoz, E. 1988. Annual forage legumes in the arid and semi arid regions of Turkey. In Nitrogen Fixation by legumes in Mediterranean Agriculture (D.P. Beck and L.Materon, eds). ICARDA., Aleppo, Syria. 47-52.
- Allard, F., Houde, M., Kröl, M., Ivnov, I., Huner, N.P.A and Sarhan, F. 1998. Betaine improves freezing tolerance in wheat. *Plant and cell physiology*, 39: 1194-1202.
- Allkin, R., Macfarlane, T.D., White, R.J., Bisby, F.A. and Adey, M.E., (1983). The geographical distribution of *Vicia*. *Viceae Database Project*, Publication N°. 5, ISSN 0263-8517
- Annichiarico, P., Bellah, F., and Chiari, T. 2006. Repeatable genotype x location interaction and its exploitation by conventional and GIS- based cultivar recommendation for durum wheat in Algeria. *Eur. J. Agro.* 24:70-81.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? *Annals of Botany* 89:925-940.
- Ashwell, G. 1957. Colorimetric analysis of sugars. *Methods Enzymol.* 3:73–105.
- Ashraf, M. and A. Iram, 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, 200: 535-546.
- Baldy C. (1974) : Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leur influence sur la production des principales zones céréalières en Algérie, INRA-ITGC, 152 p.
- Baldy, C., Ruelle, P. et Fernandes, A. 1993. Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen. *Sécheresse* , 4 : 85-93.
- Bansal, K.C. and Sinha, S.K. 1991. Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species I. Total dry mater and grain yield stability. *Euphytica* 56:7-14.
- Bahari, M., Bahari, R. and Hossainpour, T. 2008. Assessment of drought tolerance in bread wheat genotypes. Abstracts of Poster Presentations of 9th Int. Conference on Dryland Development, Egypt, 7-10 Nov., ICARDA, OFID, IFAD, AAAID and GFAR, p.42.
- Bahhady, F.A., Christiansen, S., Thomson, E.F., Harris, H., Eskridge, K.M et A. Pape, Christiansen, A. 1997. Performance of Awassi lambs grazing common vetch in on-farm and on station trials. In Proceeding of a symposium on Crop/Livestock Integration, (Haddad N., Thomson, E.F et Tutwiler R. ed.), 1995, Amman Jordan.
- Bahlouli, F., H. Bouzerzour and A. Benmahammed, 2008. Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les

- conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(1), 31-39
- Belarbi N. (1998) : Comportement et évaluation de quelques espèces fourragères dans la région de Sétif, thèse d'ingénieur INA, Alger, 27p.
- Berger. J. D., L.D. Robertson and P.S. Cocks., 2002. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: Key differences between and within *Vicia* species in terms of phenology, yield, and agronomy give insight into plant adaptation to semi-arid environments.
- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bouzerzour, H et A. Benmahammed, 1994. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaus of eastern Algeria. *Rachis*, 12, 11-14
- Bouzoubaa, Z., El Mourid, M., Karrou, M. et El Gharous, M. 2001. *Manuel d'analyse chimique et biochimique des plantes*. Eds INRA Maroc.
- Bull, B., Mayfield, A. (1988) Growing vetch. Bold Images, Cowandilla, South Australia.
- Buyukburc U., Iptas S. (2001). The yield and yield components of some narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) lines in Tokat ecological conditions. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 25: 79-88.
- Castleman, G.H, 1994. A review of narbon bean (*Vicia narbonensis* L.) Victorian Department of Agriculture, Walpeup.
- Celal. Y, Hatice. H., Hüseyin. K. F., Abdullah. Ç., Adem Emin. A. 2008. Forage Yield Stability of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Genotypes in the Çukurova and GAP Regions of Turkey
- Chen H., D.Kuang & J.Wang., 1995. Studies on selection and characterisation of a stress tolerant sugarcane cell line. *Chin.J.Biotechnol.*,11,2.
- Chenaffi H. (1997) : Optimisation de l'apport d'appoint d'eau sur trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à différents stades. Cas des hautes plaines Sétifiennes, thèse magister INA, Alger, 64 p.
- CIHEAM., 2006. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranéenne. *Annuel Rapport 2006*, pp: 291-312.
- Cocks, P.S., E.F.Thomson., K. Somel and A.M. Abd El Moneim, 1986. Degradation and rehabilitation of agricultural land in north Syria. ICARDA-110. Ar, En, Aleppo. International Centre for Agricultural Research in the dry Areas, Aleppo. Syria.
- Cocks P.S., Thomson E.F. (1988): Increased feed resources for small ruminants in the Mediterranean basin", Thomson F.S.. et Thomson E.F.ed., Increasing small ruminant productivity in semi arid areas", ICARDA, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 51-66.
- Cooper P.J.M., Gregory D.J., Tully D., Harris H.C. (1987) : "Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa", *Exp. Agric.*, 15-23, 110-160.
- Davoud Sadeghzadeh Ahari , Abdol Karim Kashi, Mohammad Reza Hassandokht, Ahmed Amri and Khoshnood Alizadeh. 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3&4): 414 - 419*.

- Delauney, A.J., Verma, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.* 4: 215-223.
- Duke, J. A. (1981) Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York.
- Ducellier, L. 1932. Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. *Direction de l'Agriculture et de la colonisation*.
- Durutan, N., K. Meyveci, M. Kraca and M. Avci, 1990. Annual Cropping Under Dryland Conditions in Turkey: A Case Study. In: *The Role of Legumes in Farming Systems of the Mediterranean Areas*. (Osman, A.E., M.H. Ibrahim and M.A. Jones (Eds.) pp: 239-255. (Kluwer Academic: Dordrecht.).
- Eason, P.J., R.J. Johnson and G.H. Castleman, 1987. Narbon bean a potential new grain legume for poultry. *Proc. Nutr. Soc. Aust.*, 12, 119.
- Enneking, D. 1995. *The toxicity of Vicia species and their utilisation as grain legumes*. Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) Occasional Publication 6. Nedlands: CLIMA.
- Enneking, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean: *Vicia narbonensis* L. (Leguminosae). In: Smartt, J. & Simmonds, N.W. *Evolution of crop plants*, 2nd edition, pp. 316-321. Longman Group, Harlow, Essex.
- Erskine, W., Smartt, J. et Muchlbauer, F.J. 1994. Mimicry of lentil and the domestication of common vetch and grass pea. *Economic Botany* 48 (3):326-332.
- Esra K., #C. Islek, A.S. Ustun. 2010. Effect of Cold on Protein, Proline, Phenolic Compounds and Chlorophyll Content of Two Pepper (*Capsicum annuum* L.) Varieties.
- Estelle, D, 2008. Tolérance au gel après acclimatation au froid chez le pois: Identification des protéines et cartographie PQL et QTL. Thèse de Doctorat Science, Lille I, 2008. 13p.
- FAO, 1987: Agriculture towards 2000, Food and Agriculture Organization of the United Nations C87/27, Rome, FAO.
- FAO (2001, 2005 and 2006), TRADESTAT. Vetches. Food and Agriculture Organization. FAO Data. Element: Seed, Area Harvested Yield, Production Quantity.
- Farshadfar, E. and J. Sutka, 2003. Screening drought tolerance criteria in maize. *Acta Agronomica. Hungarica*, 50: 411-416.
- Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29:897-912.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In Kuo, C.G. (ed.) *Proc. of Sym. Taiwan*, 13-16 Aug.
- Frankel, O. H. 1977. Natural variation and its conservation. In Muhammed, A., Aksel, R. & von Borstel, R.C. (eds.) *Genetic diversity in plants*. Plenum Publishing Corporation, 21-44.
- Frontier S., 1981. Méthode statistique. Applications à la biologie, la médecine et l'écologie. Paris : Masson.

- Garlinge, J. E. & Perry, M.W. (1993). Potential for *Vicia* and *Lathyrus* species as new grain and fodder legumes for southern Australia. Proceedings of the Vicia/Lathyrus Workshop, Perth, Western Australia October 1992. Co-operative Research Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture, Occasional Publication No. 1. June 1993
- Gazeau (2002): les végétaux et les basses températures. Marina Botard ep. Raffaud tuteur : Claude Gazeau. Université Pierre et Marie curie (Paris 6) DEUG science et vie année 2002.
- George, D. 1987a. Grains legumes for low rainfall areas. Final report, South Australia Department of Agriculture, Adelaide.
- George, D, 1987b. Narbon bean – a grain legume with potential. In: Agronomy 1987-responding to change. : Australian Society of Agronomy; 1987C: 221. (Proceedings of the 4th Australian Agronomy Conference La Trobe University Melbourne, Victoria August 1987).
- Golabadi, M., A. Arzani and S.A.M. Mirmohammadi 2006. Assessment of Drought Tolerance in Segregating Populations in Durum Wheat. African J. Agricultural Res., 1(5): 162-171.
- Greenway H. & R. Munns., 1988. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes Annual Review of Plant Physiology, 25.
- Guttieri, M.J., Stark, J.C., Brien, K. and Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Sci. 41:327-335.
- Hadjipanayiotou M., Economides S. 2001: Chemical composition, *in situ* degradability and amino acid composition of protein supplements fed to livestock and poultry in Cyprus. Livestock Research for Rural Development, 13, 6, 35- Hall, A.E. 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments? In Close, T.J. and Bray, E.A. (eds). Plant Responses to Cellular Dehydration during Environmental Stress. pp. 1-10.
- Hanelt, P. & Mettin, D. (1989). Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). Annual Review of Ecology and Systematics, 20, 199-223.
- Havaux, M. et Lannoye, R. 1982. Changements biochimiques observés pendant l'adaptation au froid de l'orge. Agronomie 2 (10) 923-929.
- Hopf, M. 1986. Archaeological evidence of the spread and use of some members of the Leguminosae family. In Barigozzi, C., ed. *The origin and domestication of cultivated plants. Symposium, 25-27 November 1985, Rome, Italy*. Amsterdam: Elsevier; 1986; pp. 35-60
- Hossain, A.B.S., A.G. Sears, T.S. Cox and G.M. Paulsen, 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Sci., 30: 622-627.
- Hossein Jafary, Majid Jami Al-Ahmadi, Mohamad Reza Tookaloo and Javad Lamei. 2010 Evaluation of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) in Pure and Mixed Cropping with Barley (*Hordeum vulgare* L.) to Determine the Best Combination of Legume and Cereal for Forage Production. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 5 (2): 169-176, 2010
- Hu Zizhi., Zhang Degang. 2001. Country Pasture/Forage Resource Profiles China. ICARDA, 200. Annual Report for 2002. ICARDA, Aleppo

- Jones, M.J. 1990. The role of forage legumes in rotation with cereals in Mediterranean Ares. P 195-204. In the role of legumes in the farming Systems of the Mediterranean Ares (A.E. Osman et al. Ed). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Keatinge, J. D. H., Asghar, A., Roidar Khan, B., Abd El Moneim, A. M., and Ahmad, S. 1991. Germplasm evaluation of annual sown forage legumes under environmental conditions marginal for crop growth in the highlands of West Asia. *Journal of Agronomy and Crop Science -Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau*, 166,48-57.
- Khalili, M., Kazemi, M., Moghaddam, A., Shakiba, M., 2004. Evaluation of drought tolerance indices at different growth stages of late-maturing corn genotypes. Proceedings of the 8th Iranian Congress of Crop Science and Breeding. Rasht, Iran, 298p
- Kameli, A. et Lösel, D.M. 1995. Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J. Plant Physiol.*, 145 : 363-366
- Kernick M.D. (1978) : "Indigenous arid and semi-arid forage plants of North Africa, The Near and Middle East: In: Ecological Management of Arid and semi-Arid –Lands in Africa and the Near and Middle East (EMASSAR). Vol IV, pp, 519- 589. FAO, Rome, Italy
- Kupicha, F.K. (1974). *Taxonomic studies in the tribe Viceae (Leguminosae)*. Ph.D. thesis, University of Edinburgh
- Kupicha, F. K. 1976. The infrageneric structure of *Vicia*. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, 34, 287-326.
- Kupicha, F.K. 1981. Viciae. In Polhill, R.M. and Raven, P.M. (Eds) *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew. 377-381.
- Krause, S., H.Waltzien., O. Mazmlouk., and P.S. Cocks., 1988. Yield decline in continuous cereal systems. Pasture, Forage and Livestock, Program, Annual Report 1987, pp 218-229.
- Kristin, A.S., Serna, R.R., Perez, F.I., Enriquez, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallejo, R.R., Wassimi, N. and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci.* 37:43-56.
- Krause, S., H.Waltzien., O. Mazmlouk., and P.S. Cocks., 1988. Yield decline in continuous cereal systems. Pasture, Forage and Livestock, Program, Annual Report 1987, pp 218-229.
- Kumar, P.K. and Singh, R.A. 1991. Germination and metabolism in susceptible and tolerant mung bean genotypes under moisture stress. *Indian J. Plant Physiol.*, 34: 267.
- Larbi. A, S. Hassan, G. Katash, A.M. Abd El-Moneim, B. Jammal, H. Nabbil and H. Nakkul, 2010a. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 2. Grain and straw yield and straw quality, *Anim. Feed Sci. Technol.* **160** , pp. 90–97.
- Larbi. A, A.M. Abd El-Moneim, H. Nakkul, B. Jammal and S. Hassan, 2010b. Intra-species variation in yield and quality determinants in *Lathyrus* species: 1. Grasspea (*L. sativus* L.), *Anim. Feed Sci. Technol.*

- Lerwick, D.M. 1976. The relevance of cereal-pasture rotation in the Middle East and the North African. P 266-291 in proceedings of the third Regional Wheat Workshop. Tunis
- Lopez, B. 1994. Grain legumes for animal feeding. In: Hernando Bermejo JE, León J (eds) Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, pp 273–288
- Ludlow. M.M., Muchow. R.C., 1990. A critical evaluation of traits improving crop yield in water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 43, 107-153.
- Malhotra R.S., Saxena M.C., 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. *Caravan ICARDA*, 17.
- Mouret, JC., Conesa, A., Gaid, A., Monneveux, P. 1989. Etude intégrée de l'agrosystème blé dur. Identification des facteurs de variabilité du rendement (1987/88). Projet de recherche –développement sur l'intensification des céréales, légumineuses secs, fourrages, dans la wilaya de Sidi bel Abbes. INRA-ITGC, 99p.
- MATIC R. (2005): Vetch in Australian Crop Rotations and Impact on Yield of Following Cereal Crops. Presented at Australian Legume Breeders, Perth, Australia
- Max.T., D. Enneking., 2006. Les vesces : vers une valorisation alimentaire pour l'homme? GRAIN LEGUMES No. 47 – 3rd quarter 2006.
- Maxted, N. 1993. A phenetic investigation of *Vicia* L. subgenus *Vicia* (Leguminosae, Viciae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 111, 155-182.
- Maxted, N. (1995). An ecogeographical study of *Vicia* subgenus *Vicia*. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools 8. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute.
- Maxted, N., Obari, H., Tan, A. 1989. *Viciae* (Leguminosae): new and interesting endemic species from the eastern Mediterranean. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter*, 78/79, 21-25.
- Mekhlouf, M et A, Mebarkia. 1994. Rapport annuel du programme amélioration expérimentation des légumineuses fourragères (*Vicia* spp). pp, 74-80. ITGC. Sétif.
- Mebarkia, A. 2002. Caractérisation et comportement de 4 espèces du genre *Vicia* spp dans une région semi-aride de Sétif. Thèse de Magister. INA.p25
- Mebarkia, A., L, Bouaza., et F, Telaouit. 2003. Actes des journées de création du Réseau Maghrébin pour l'Avoine et la Vesce (REMAV). Bureau Régional de la FAO pour le Proche Orient Caire, Egypte.
- Mebarkia. A et Abdelguerfi. A., 2007. Etude du potentiel agronomique de trios espèces de vesces (*vicia* spp.) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif (Algérie).
- Mebarkia. A., Abbas. K., Abdelguerfi.A., 2010. Phenology and Agronomic Performances of the Species *Vicia narbonensis* L. in the Semi-arid Region of Sétif. *Journal of Agronomy* 9(3): 75-81, 2010. ISSN 1812-5379.
- Merah, O. 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean condition. *Journal of Agricultural Science* 137:139-145.

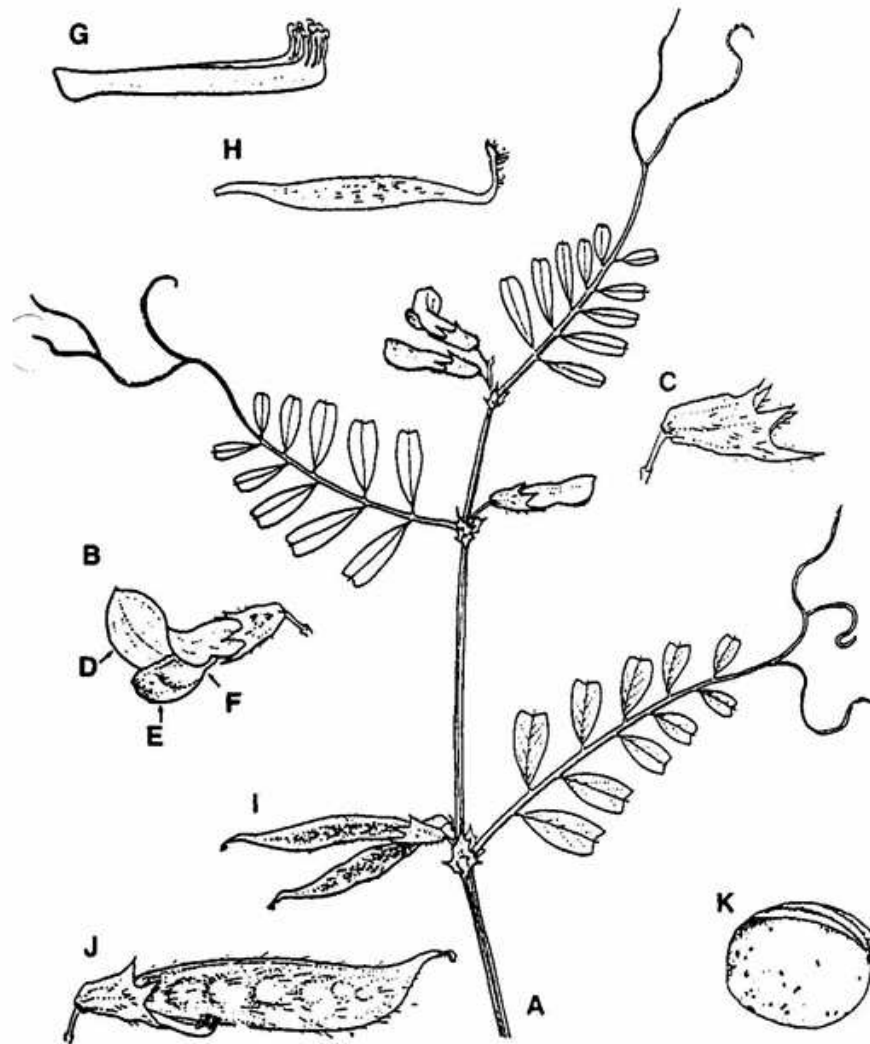
- Mihailovic, V., A. Mikic and B. Cupina, 2007. Potential of annual legumes for utilisation in animal feeding. *Biotechnol. Anim. Husbandry*, 23 (5-6), p 573– 581. Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun.
- Mihailovic. V., Mikic. A., Vasiljevic. S., Milic. D., Katic. S., Karagic. #., ataki I. 2006: Yield and chemical composition of spring vetch (*Vicia sativa* L.) cultivars of diverse geographic origin. *Proceedings of the 2nd COST 852 Workshop Sward Dynamics, N-flows and Forage Utilisation in Legume-Based Systems*, Grado, Italy, 10-12 November 2005, 73-77.
- Mikic A., Cupina B., Katic S., Karagic, Đ 2006: Importance of annual forage legumes in supplying plant proteins. *A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 42, 1, 91-103.
- Milczak, M., Pedzinski, M., Mnichowska, H., Szwed-urbas, K., Rybinski W. 2001. Creative breeding of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) in Poland. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2, 85-89.
- Mitra, J., 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Curr Sci*, 80, 758-762
- Monneveux, P. et Nemmar, M. 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* desf.) : étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 6 : 583-590.
- Monneveux, P. (1989). Quelles stratégies pour l'amélioration génétique des céréales d'hiver ? Dans : *Jour. Scie. de l'AUPELEF*, Tunis (Tunisie), 4-9 Déc., ENSA-INRA, Montpellier, 24 pp.
- Nikiforova, O. D. 1988 . *Dikorastushchie viki Sibiri. (Wild vetches of Siberia)*. Novosibirsk, USSR: Nauka.
- ONM (1996, 1997, 2003, 2006 et 2008) : Bulletin météorologique de la région de Sétif, Office National de la Météorologie.
- Oplinger, E.S., L.L. Hardman, E.T. Gritton, J.D. Doll, and K.A. Kelling. 1989. *Alternative field crops manual, canola (rapeseed)*. Ext. Bull. Nov. 1989. Univ. of Wisconsin, Madison, WI.
- Oram, P. A., 1956: Pâturage et cultures fourragères d'assolement dans la région méditerranéenne. *Cahiers N° 57*. FAO. Rome
- Oram, P., 1988: Agricultural production and food deficits in West Asia and North Africa: Future prospects and the role of high elevation areas. *Winter Cereals and food legumes in Mountaneous areas*, 99-131. Aleppo: ICARDA.
- Pacucci G.C., Troccoli B., Leoni B., 2006. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. *Agric. Eng. Int.*, 8.
- Papanastasis, V.P., Mansat, P. (1996). Grasslands and related forage resources in Mediterranean areas. In: *Grassland and Land Use Systems*, European Grassland Federation, Grado, Italy, 47-57.
- Pasquale, M., 1998. Influence of agronomic factors on the relation ship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. *Agronomie* 18 (591-601), INRA, Elsevier Paris.

- Perrier A., Soyer J.P. (1970) : Culture Céréalière sur les hauts plateaux Etude de la rotation blé/jachère dans la région de Sétif, *doc. de travail SEA de Sétif*, 24 p.
- Petterson, D.S., J.B. Mackintosh and S. Sipsas, 1997. The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses. Grains Research and Development Corporation, Barton, ACT.
- Plitmann, U. 1973. Biological flora of Israel. 4 *Vicia sativa* subsp. *amphicarpa* (Dorth.) Aschers. & Graebn. *Israel Journal of Botany*, 22, 178-194.
- Puckridge., French. 1983. The annual legumes pasture in cereal ley farming systems of southern Australian: a review *Agriculture Ecosystems and Environment* 9: 229-269.
- Ramirez, P. and J.D. Kelly, 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99: 127-136.
- Reid, R., Bettencourt, E. et Konopka, J. 1993. Genetic resources of *Lathyrus* and *Vicia*, and associated quarantine problems: Proceedings of the *Vicia Lathyrus* workshop, September 1992, Perth, Western Australia.
- Ridge P.E., Pye. D.L. 1985 : "The effects of temperature and frost at flowering on the yield of peas grown in a Mediterranean environment", *Field Crops Research, Volume 12, 1985, 339-346, Victorian Crops Research Institute, Private Bag 260, Horsham, Vic. 3400, Australia.*
- Rihawy S.L., Capper B.S., Osman A.E., Thomson E.F. (1987) : "Effect of crop maturity, weather conditions and cutting height on yield, harvesting losses and nutritive value of cereal. Legumes mixtures grown for hay production", *Exp. Agric.*, 10-23, 398- 459.
- Robertson, L.D., K.B. Singh, W. Erskine & A.M. Abd El Moneim, 1996. Useful genetic diversity in germplasm collections of food and forage legumes from West Asia and North Africa. *Genet. Resour. Crop Evol.* 43: 447–460.
- Rochester, I. and M. Peoples. 2005. Growing vetches (*Vicia villosa* Roth) in irrigated cotton systems: Inputs of fixed N, N fertiliser savings and cotton productivity. *Plant Soil* 271:251–264.
- Rhodes, D. 1987. Metabolic responses to stress. In "The Biochemistry of Plants" (DD Davies ed), Vol. 12, Academic Press, New York, pp. 201-241.
- Rhodes D, Verslues PE, Sharp RE. 1999. Role of amino acids in abiotic stress resistance. In (BK Singh ed.) "Plant Amino Acids: Biochemistry and Biotechnology", Marcel Dekker, NY, pp. 319-356.
- Rosielle A.A. & Frey K.J., 1975. Estimates of selection parameters associated with harvest index in oat lines derived from a bulk population. *Euphytica*, 24, 121- 131.
- Rosielle, A.A. and Hambelen, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop. Sci.* 21:943-946.
- Rudolph AS, Crowe JH, Crowe LM 1986 Effects of three stabilizing agents proline, betaine and trehalose - on membrane phospholipids. *Arch. Biochem. Biophys.* 245: 134-143.
- Samaras Y, Bressan RA, Csonka LN, Garcia-Rios MG, Paino D'Urzo M, Rhodes D 1995 Proline accumulation during drought and salinity. In (N Smirnoff ed)

- "Environment and Plant Metabolism: Flexibility and Acclimation," Bios Scientific Publishers, Oxford, pp 161-187.
- Santarius KA 1992 Freezing of isolated thylakoid membranes in complex media. VIII. Differential cryoprotection by sucrose, proline and glycerol. *Physiol. Plant.* 84: 87-93.
- Santoro MM, Liu Y, Khan SMA, Hou L-X, Bolen DW 1992 Increased thermal stability of proteins in the presence of naturally occurring osmolytes. *Biochemistry* 31: 5278-5283.
- Sarrafi A., Mentewab A. & Monneveux P., 1993. Variabilité génétique de la fluorescence chlorophyllienne chez les haploïdes doubles d'orge et son utilisation dans la sélection pour la résistance au stress hydrique. *In: Monneveux P. & Ben Salem M. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale.* Paris : Éditions INRA, 396-402.
- Saxena N., Johansen P.C., Saxena M.C. & Silim S.N., 1993. Selection for drought and salinity resistance in coolseason food legumes. *In: Singh K.B. & Saxena M.C., eds. Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, 245-270
- Schäfer, H.I., 1973. Taxonomie der *Vicia narbonensis* - Gruppe. *Kulturpflanze*, 21: 211-273.
- Seltzer P. (1947) : Le climat de l'Algérie, éd. Institut de Météorologie et de Physique du globe de l'Algérie, Université Alger.
- Seymour, M., K. Siddique, R. Jones and G. Riethmulle, 2006. Narbon Bean, a multi-purpose grain legume for the low cropping areas. Department of Agriculture and Food. Farmnote 23/2001.
- Siddique, K.H.M., S.P. Loss et D. Enneking. Narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) 1996 : a promising grain legume for low rainfall areas of south Western Australia, *Aust. J. Exp. Agric.* 36 , pp. 53–62
- Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.H. Halila, E.J. Knights, M.M. Verma, 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses, *Euphytica.*, 73, 137-149.
- Silim. S.N., Saxena M.C., 1993. Adaptation of springsown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply. *Field Crops Res.*, 34, 121-136.
- Sivaramakrishnan S., V.Pattel, G.Flower and LG. Paleg., 1988. Proline accumulation and nitrate reductase activity in contrasting sorghum lines during mid season drought stress. *Plant Physiol.*, 74, p.418-426.
- Smith, J., Valenzuela, H. 2002. "Wolypod vetch". Sustainable agriculture green manure crops Aug. 2002 SA-GM 13, College of Tropical agriculture and human resources, University of Hawaii, Honolulu.
- SPSS 18.0. Logiciel de statistique. PASW. Statistics 18.
- Statitcf. 1991. Logiciel de statistique. Version 5, 0. *Edition ITCF*
- Thomson, E.F., and M. Oglah, 1988: On-farm experimpents with forage legumes –six years results from Breda. In: Annual Report, 1987, Pasture, Forage and Livestock Program, pp, 74-82. ICARDA, Aleppo, Syrie

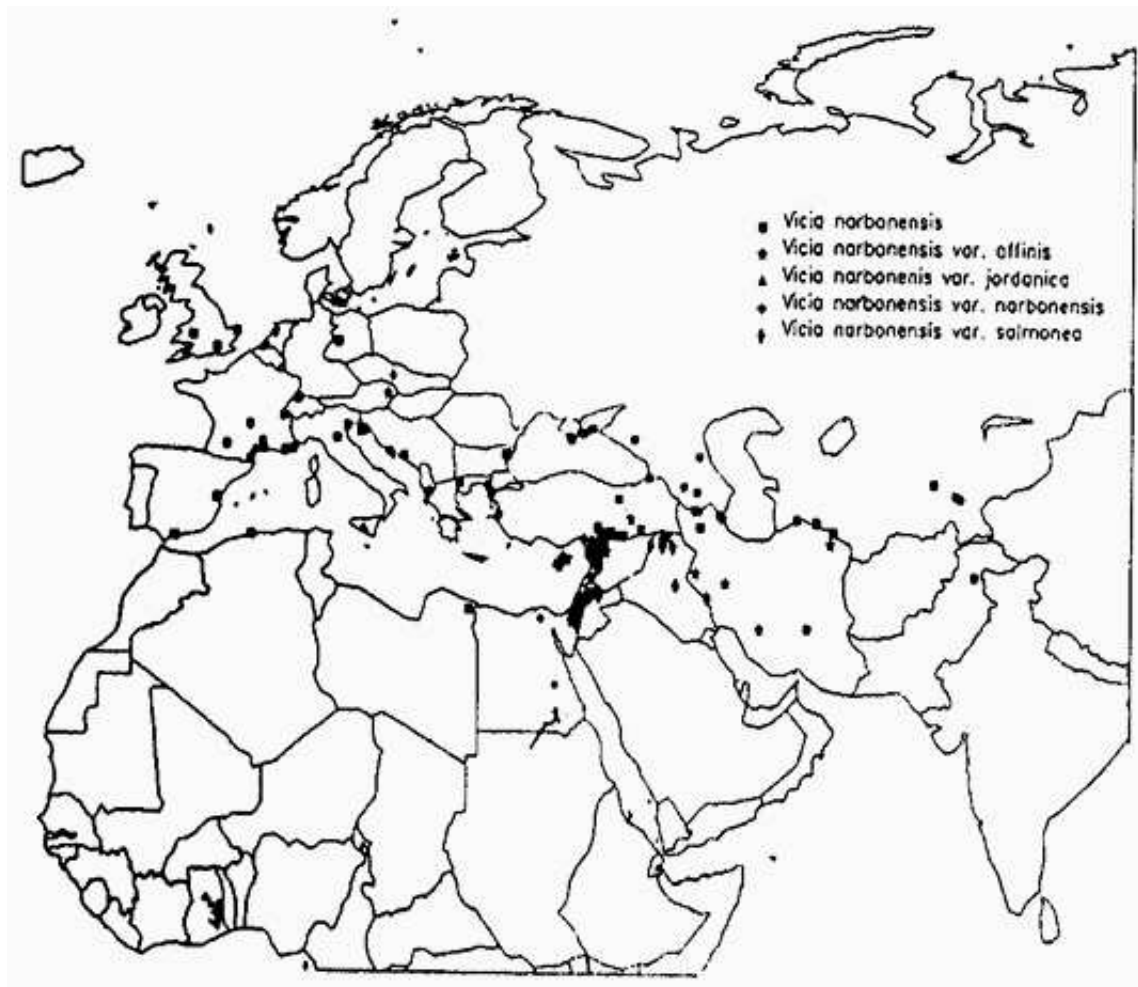
-
- Townsend, C. C. 1974. *Flora of Iraq. Vol. 3*. Baghdad: Ministry of Agriculture and Agrarian Reform of Iraq.
- Turk, M.A. 1999. Effect of sowing rate and irrigation on dry biomass and grain yield of bitter vetch (*Vicia ervilia*) and narbon vetch (*Vicia narbonensis*). **Indian Journal of Agricultural Sciences** . Volume 69, Issue 6, June 1999, Pages 438-443
- Turk, M, N. Celik, G. Bayram and E. Budakli, 2008. Relationships between seed yield and yield components in narbon bean (*Vicia narbonensis* L.) by path analysis, *Bangladesh J. Bot.* **37** , pp. 27–32
- Troll. W., J. Lindsley. 1955. A photometric method for the determination of proline; *J.Biochem*: 655-660.
- Taylor CB 1996 Proline and water deficit: ups and downs. *Plant Cell* 8: 1221-1224.
- Villax E. K., (1963) : La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale. Cah. Rech. Agro., INRA., Rabat, 17-641 p
- Walton, G. H. (1991) Vetches. Western Australian Department of Agriculture Farmnote 56/91:4pp.
- Wang, W.X., Brak, T., Vinocur, B., Shoseyov, O. and Altman, A. 2003. Abiotic resistance and chaperones: possible physiological role of SP1, a stable and stabilising protein from *Populus*. In: Vasil IK (ed), *Plant biotechnology 2000 and beyond*. Kluwer, Dordrecht, pp. 439-443.
- White, J.W., Castillo, J.A., Ehleringer, J.R., Garcia, J.A. and Singh, S.P. 1994. Relations of carbon isotope discrimination and other physiological traits to yield in common bean (*Phaseolus vulgaris*) under rainfed conditions. *Journal of Agricultural Science* 122:275-284.
- XLSTAT, 2008. L'analyse de données et les statistiques. Version 2007
- Yan W., Hunt L.A., Sheng Q. & Szlavnic Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.*, 40, 597-605.
- Zohary, D. 1989. Domestication of the Southwest Asian Neolithic crop assemblage of cereals, pulses, and flax: the evidence from the living plants. In Harris, D. R., Hillman, G. C. (Eds.) *Foraging and Farming: the Evolution of Plant Exploitation*. London, UK; Unwin Hyman Ltd, 358-373
- Zohary, D., Hopf, M. 1988. *Domestication of plants in the old world*, Oxford: Clarendon.
- Zulfiqar. A. G., M. Shafiq Zahid., Muhammad Bashir., 2006. Performance of vetch, *vicia sativa* cultivars for fodder production under rainfed conditions of pothwar region. Fodder Research Programme, National Agricultural Research Centre, Islamabad. *J. Agric. Res.*, 44(4).
-

ANNEXES

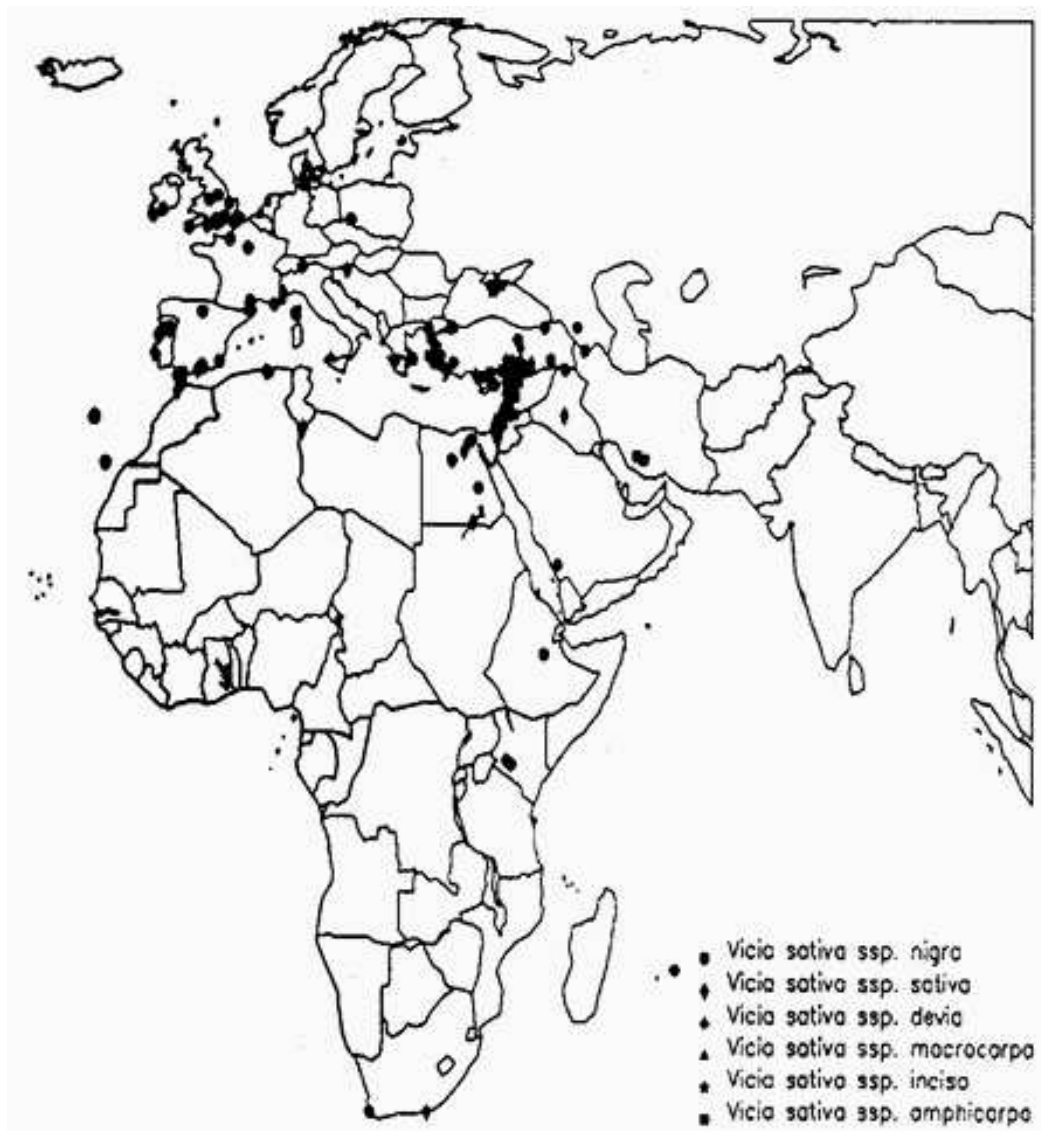


A: Port de la plante; B: Fleurs; C: Calice; D: Pétales; E: Aile pétale; F: Corène;
G: Etamines; H: Ovaire, style et stigmate; I: Fruits; J: Fruits; K: Semences

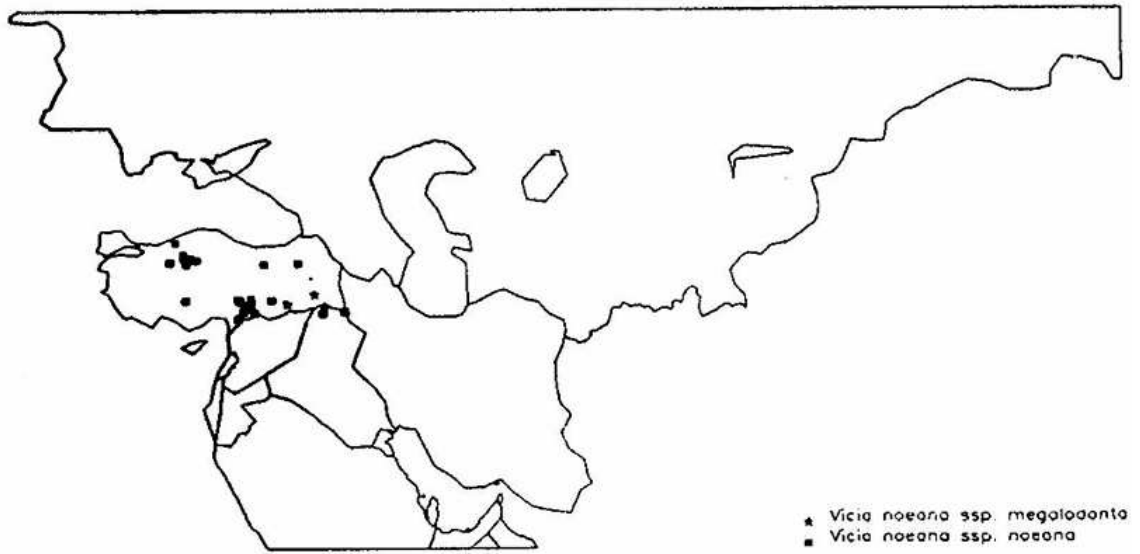
Diagramme général des Vesces



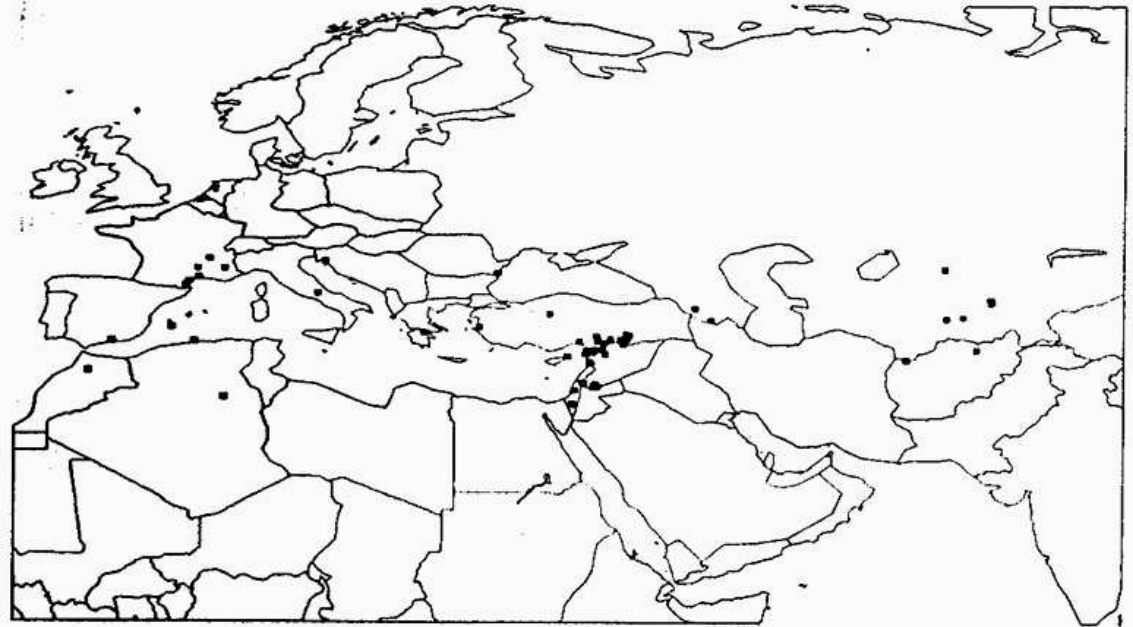
Carte de distribution de Vicia narbonensis



Carte de distribution de Vicia sativa (Europe, Afrique et l'Ouest Asiatique)



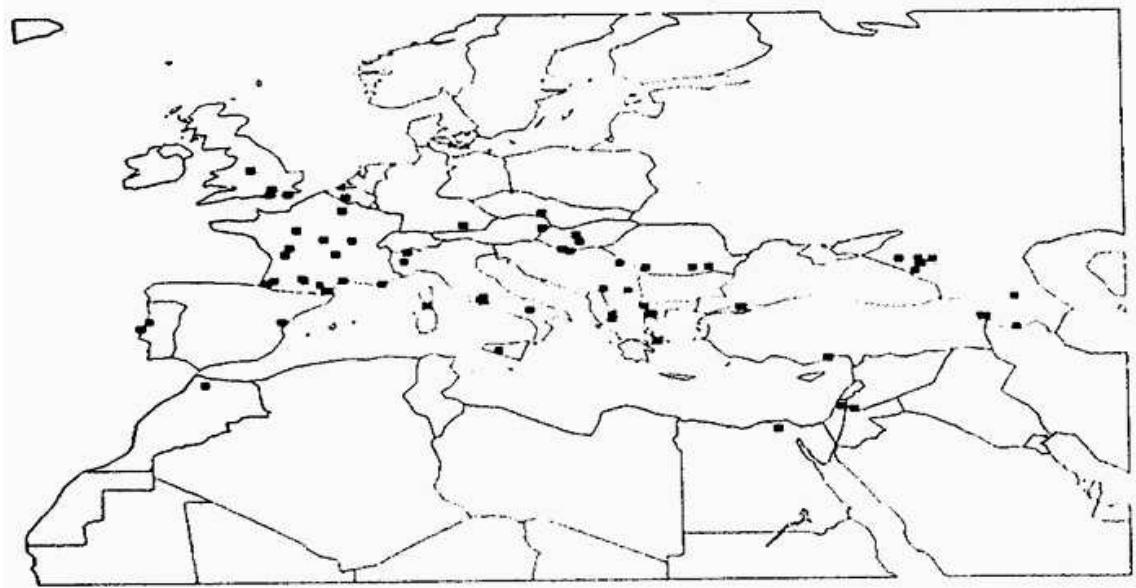
Carte de distribution de Vicia noeana



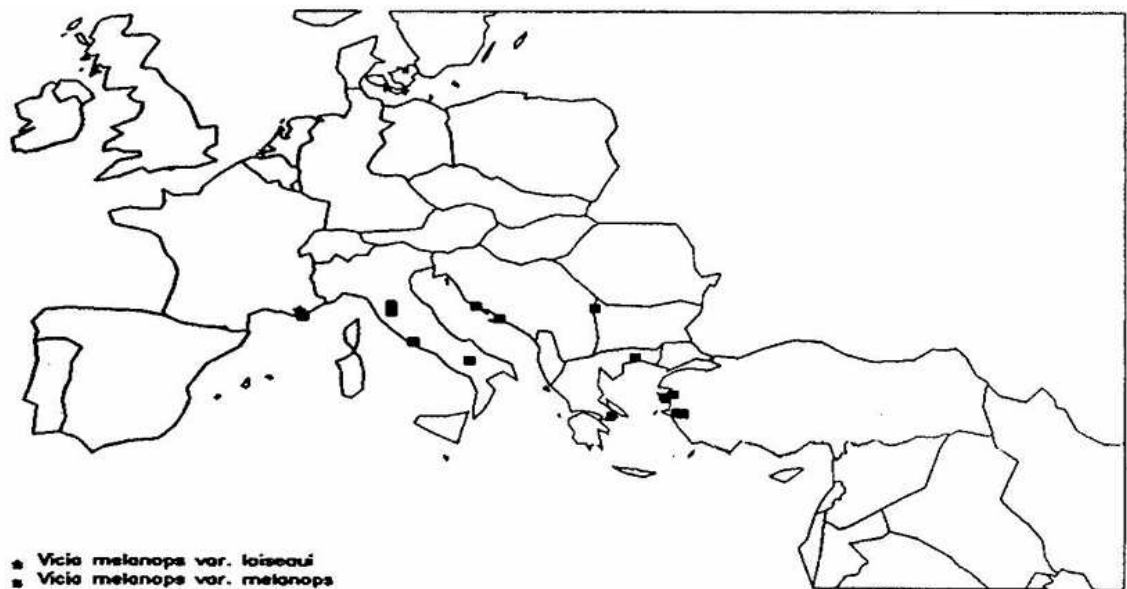
Carte de distribution de Vicia peregrina



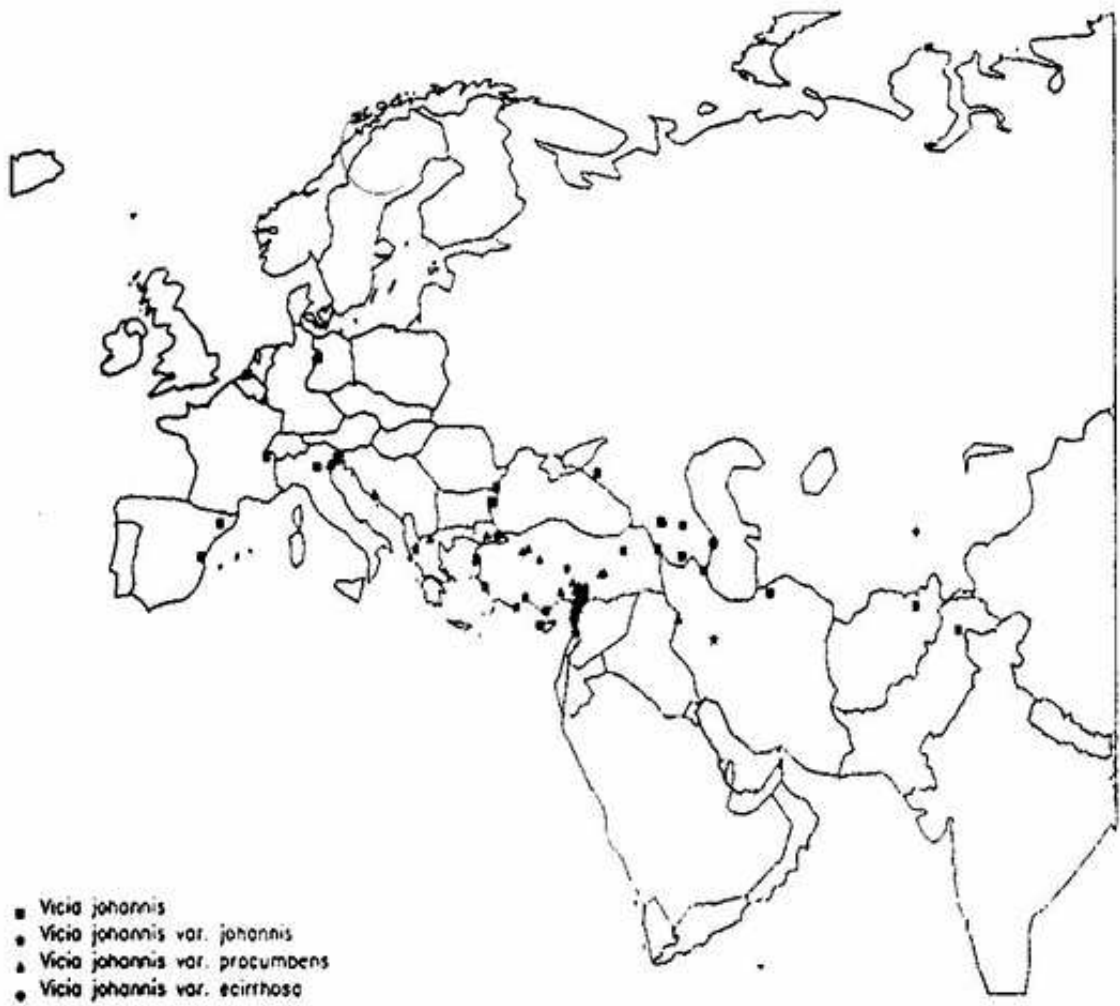
Carte de distribution de Vicia lathyroides



Carte de distribution de Vicia serratifolia



Carte de distribution de Vicia melanops



Carte de distribution de Vicia johannis



Carte de distribution de : *Vicia luteo* *Vicia luteo* ssp .*luteo* *Vicia luteo* ssp .*restito*