

Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre Orobanche crenata Forsk (Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)

Présenté par : Mme DJENNADI Farida

née AIT ABDALLAH

BOUZNAD Z. Directeur de thèse Professeur. ENSA - El Harrach (Alger)

HADJMILOUD D. Co directeur de thèse Chargé de cours ENSA –El Harrach (Alger)

19/01/2012

Mme MEKLIICHE L. Président Professeur. ENSA - El Harrach (Alger) Melle ZERMANE N.
Examineur Maître de conférences. ENSA-El Harrach (Alger)

Table des matières

Remerciements . . .	5
Résumé . . .	6
Summary . . .	8
ص خ لم . . .	9
Liste des abréviations . . .	10
INTRODUCTION GENERALE . . .	11
1. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE . . .	13
1.1. Données sur les légumineuses alimentaires en Algérie . . .	13
1.1.1. Evolution des superficies . . .	13
1.1.2. Evolution de la production . . .	13
1.1.3. Evolution des rendements . . .	14
1.1.4. Zones de production . . .	15
1.2. Données bibliographiques sur l'orobanche . . .	15
1.2.1. Famille des <i>Orobanchacées</i> . . .	16
1.2.2. Genre <i>Orobanche</i> . . .	16
1.2.3. Répartition géographique des principales espèces d'orobanche dans le Monde . . .	16
1.2.4. Répartition d' <i>Orobanche</i> spp. en Algérie . . .	18
1.2.5. Principales espèces nuisibles et leurs plantes hôtes dans le Monde . . .	19
1.2.6. Principales espèces nuisibles et leurs hôtes en Algérie . . .	20
1.3. Biologie de l'orobanche . . .	21
1.3.1. Phase souterraine . . .	22
1.3.2. Phase aérienne . . .	24
1.4. Symptômes et dégâts . . .	24
1.5. Conséquence du parasitisme sur les cultures dans le monde . . .	25
1.6. Conséquence du parasitisme sur les cultures en Algérie . . .	26
1.7. Méthodes de lutttes contre l'orobanche . . .	26
1.7.1. Lutte préventive . . .	26
1.7.2. Lutte curative . . .	28
2. PARTIE EXPERIMENTALE . . .	31
2.1 MATERIELS ET METHODES . . .	31
2.1.1. Caractérisation génétique pour la résistance à l'orobanche . . .	31
2.1.2. Effet de l'application de trois herbicides sur le contrôle de l'infestation par l'orobanche et sur l'amélioration du rendement de la culture de la fève . . .	38
2.1.3. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur l'infestation de la fève par <i>O. crenata</i> . . .	39
3. RESULTATS ET DISCUSSIONS : . . .	42
3.1. Caractérisation génétique pour la résistance à l'orobanche . . .	42
3.1.1. Analyse univariée . . .	42
3.1.2. Analyse multivariée . . .	46
3.1.3. DISCUSSION . . .	59

3. 2. Effet de l'application de trois herbicides sur la réduction du niveau de l'infestation en Orobanche et sur le rendement de la fève . .	60
3.2.1. Effet de l'application des différents herbicides sur l'évolution du rendement en grains . .	61
3.2.2. Effet de l'application des différents herbicides sur le niveau de l'infestation en orobanche . .	62
3.3. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur le contrôle de l'orobanche de la fève . .	63
3.3.1. Effet de la date de semis . .	65
3.3.2. Effet de la variété . .	67
3.3.3. Effet de l'application du glyphosate . .	70
3.3.4. Les effets d'interactions . .	72
3.3.5. DISCUSSION . .	74
CONCLUSION GENERALE . .	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .	80
ANNEXES . .	88

Remerciements

Au terme de ce travail, je voudrai exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à Monsieur Z. BOUZNAD professeur à l'école nationale supérieure agronomique, d'avoir accepté de diriger cette recherche.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur D. HADJMILOUD, qui a assuré la codirection de ce travail.

Je suis très sensible à l'honneur que me fait Madame L. MEKLIICHE .en acceptant de présider le jury.

Je remercie très chaleureusement Mademoiselle N. ZERMANE pour avoir accepté de juger ce travail, comme je la remercie pour son aide, sa gentillesse, ses encouragements et sa disponibilité.

Je remercie également Monsieur D.HAREK de l'INRA de m'avoir aidé dans l'analyse statistique.

Je tiens à remercier mes amies et collègues de l'ITGC pour leur soutien moral ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Et enfin je remercie mon mari Rachid pour le grand soin avec lequel il a assuré la présentation du document, pour son aide et son soutien. Cette thèse lui est dédiée.

Résumé

Les phanérogames parasites de la famille des *Orobanchaceae*, constituent une menace pour le développement des légumineuses alimentaires en Algérie, en particulier l'*Orobanche crenata*, sur la culture de la fève (*Vicia faba* L.), en absence des méthodes de luttés pratiques et économiques.

Cette étude nous a permis de caractériser 19 lignées productives, résistantes à l'orobanche, précoces et caractérisées par une faible hauteur des plants à la floraison. Elle montre aussi une très bonne adaptation aux conditions climatiques algériennes, un groupe de 7 lignées tolérantes à l'orobanche, peu productives, précoces, présentant une hauteur des plants faible à la floraison. Elles sont intéressantes à introduire dans des programmes de lutte intégrée. Un autre groupe de 7 lignées, peu intéressantes mais peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration génétique, ces lignées sont demi précoces à tardives, présentant une hauteur des plants à la floraison élevée, sensibles à l'orobanche et très peu productives.

Il a été montré également que les traitements au glyphosate et à l'Imazethapyr ont permis une amélioration significative du rendement de la culture de fève en conditions d'infestation par orobanche. L'application foliaire de ces produits à la dose de 60 et 25 g de m.a./ha, respectivement, avant l'émergence de l'orobanche, au stade attachement a permis un gain de rendement en grains de 7q/ha en moyenne.

Par ailleurs les résultats obtenus avec l'application de l'Imazaquine n'étaient pas satisfaisants à cause des effets de phytotoxicité irréversibles.

En plus du traitement chimique à base du glyphosate, l'utilisation du semis tardif et des variétés tolérantes à l'orobanche ne font qu'améliorer les rendements en grain de la fève et réduire significativement l'infestation par l'orobanche.

Dans notre cas, une réduction d'infestation de 86%, ainsi qu'une baisse du pourcentage de perte de rendement due à l'attaque de l'orobanche de 12.64% sont obtenus uniquement par un semis tardif de décembre. Par ailleurs la baisse de rendement induite par le retard dans le semis est relativement tolérable par rapport à celle due à l'effet de l'orobanche. Elle peut être minimisée si le retard de semis ne dépasse pas 10 à 14 jours par rapport à la date de semis optimale. Cette période est largement suffisante pour réduire significativement l'infestation en orobanche.

La protection contre le parasite est encore améliorée par l'utilisation de variétés tolérantes à l'orobanche. Une réduction de l'infestation de 76% et 83.3% est obtenu, respectivement par les variétés 18105 (s) et 18009 (s), alors que le taux de perte de rendement n'est que de 2.35 et 1.24 %, respectivement pour les mêmes variétés, semées en décembre. Une double application foliaire au glyphosate a permis un contrôle total de l'orobanche et ce, quelle que soit la date de semis et la variété testée. Cependant, des symptômes de phytotoxicité ont été notés. L'utilisation de ce type de produit nécessite beaucoup d'attention car la tolérance de la fève au glyphosate est relativement faible et très influencée par le stade de développement de la culture au moment du traitement ainsi que par les conditions de l'environnement.

Le traitement au glyphosate a permis une destruction totale de l'orobanche quelle que soit la variété utilisée, en induisant par conséquent des effets négatifs sur la fertilité du plant de fève due à la phytotoxicité, surtout pour la variété sensible Séville qui présente une faible sélectivité vis-à-vis du glyphosate. En faisant abstraction de l'effet de la date de semis, le traitement au glyphosate a induit une baisse de fertilité de 11% pour la variété Séville alors qu'il a contribué dans son

amélioration de 3% pour la variété Sel. 88 Lat. 18105(s) qui est considérée comme une variété tolérante à l'orobanche et relativement sélective au glyphosate.

Les différents points abordés dans ce travail montrent qu'au niveau de la lutte chimique contre l'orobanche, il y a des contraintes au niveau de la technique d'application et en particulier le stade d'application. La voie génétique et la meilleure méthode de lutte contre ce fléau. Ainsi, la recherche dans ce domaine nécessite de trouver des sources de résistances stables et transférables aux variétés productives.

Enfin, la lutte contre l'orobanche par l'utilisation d'une seule technique de lutte, que ce soit culturale ou chimique reste une solution insuffisante. Seule une combinaison de différentes méthodes, élaborées dans un programme de lutte intégrée selon les situations, pourrait atténuer voire éradiquer cette plante parasite.

Summary

The parasitic weeds, threaten the development of food legumes in Algeria, especially *Orobanche crenata* on faba bean *Vicia faba* L.

In this study we have characterized 19 strains productive, resistant to broomrape, early and characterized by low plant height at flowering. It also shows a very good adaptation to Algerian climatic conditions, seven lines tolerant to broomrape, very productive, early, with a low plant height at flowering. They are interesting to be introduced into IPM programs, and another group of seven lines, not interesting but can be used in breeding programs, these lines are too late, susceptible to broomrape and non productive. It was also shown that treatment with glyphosate and imazethapyr have significantly improved the yield of the crop in terms of bean broomrape infestation. Foliar application of these herbicide at rate of 60 and 25 g ai; / ha, respectively, before the emergence of broomrape, attachment stage has improved yield

Moreover the results obtained with the application of imazaquin were not satisfactory because of phototoxic effects

It is also apparent that in addition to chemical treatment based on glyphosate, the use of late sowing and tolerant varieties to broomrape improve grain yields of faba bean and significantly reduce the infestation by the broomrape.

In our case, a reduction of infection of 86% and a decrease in the percentage of yield loss due to broomrape attack of 12.64% is obtained only by a late sowing

Moreover, the yield reduction caused by the delay in planting is relatively tolerable compared to that due to the effect of broomrape. It can be minimized if the delay in planting does not exceed 10 to 14 days compared to the optimum planting date. This period is more than sufficient to significantly reduce the broomrape infestation. It is also clear that the protection against the parasite is further enhanced by the use of tolerant varieties to *Orobanche* and which have certain plasticity with respect to the late sowing. A reduction in the infestation of 76% and 83.3% was obtained respectively by sel. Lat. 18105 (s) and 18 009 (s).

A double foliar application of glyphosate has total control of broomrape and this, regardless of planting date and variety tested. However, symptoms of phytotoxicity were noted. Using this type of herbicide requires a lot of attention because of faba bean tolerance to glyphosate is relatively low and very influenced by the developmental stage of culture at the time of treatment as well as by environmental conditions. The study showed that there are constraints in the application technique and in particular the stage of application. Thus, the search for other effective herbicides and whose application is simple needed to remedy the difficulties and to expand the range of choice.

However, the genetic is the best way to fight against this parasite. Thus, research requires finding stable sources of resistance and transferable to productive varieties.

Finally, control of *Orobanche* by using a single technique, whether cultural or chemical solution is insufficient. Only a combination of different methods, developed in an IPM program in different situations, could reduce or even eradicate this parasitic plant in order to prevent the spread of infested areas, taking into account the customs, cultural practices and climatic conditions of the country.

ص خلم

الهالوك عشب طفيلي يهدد تطور إنتاج البقوليات خاصة منتج الفول، عند غياب طرق المكافحة.

سمحت لنا هذه الدراسة من إيجاد 19 صنفا من نبات الفول المقاومة للهالوك، كثيرة الإنتاج، مبكرة و تتميز بقصر طول ساقها عند الإزهار، هذه الأصناف تتلاءم مع الظروف المناخية للجزائر.

كما سمحت لنا هذه الدراسة أيضا من إيجاد 7 أصناف أخرى متحملة للهالوك، قليلة الإنتاج، تتميز بقصر طول ساقها عند الإزهار، هذه الأصناف تستعمل في برامج التحسين الوراثي.

كما تم إيجاد 7 أصناف أخرى غير مقاومة للهالوك، مؤخرة تتميز بطول ساقها عند الإزهار وهي ضعيفة الإنتاج.

بينت لنا هذه الدراسة أن المكافحة الكيميائية باستعمال مبيدات من عائلة imidazolinone أو Glyphosate سمحت بتحسين مردود محصول الفول مع ظهور بعض أعراض التسمم على النبات

إن تأخير فترة الزرع مع استعمال أصناف متحملة للهالوك سمح بتحسين المردود و التقليل من حدة إصابة الحقل بهذا النبات الطفيلي ب 86 %، كما أن التأخير في فترة الزرع تسبب أيضا في تقليل مقبول في مردود نبات الفول

مهما تكن فترة الزراعة و مهما يكن الصنف المستعمل لرش المبيدات العشبية مثل يسمح بالقضاء على النبات الطفيلي مع ظهور أعراض التسمم على Glyphosate النبات

إن طرق المكافحة المختلفة التي تمت دراستها في هذه التجارب بينت أن استعمال الأصناف المقاومة هي أحسن طريقة لمكافحة الهالوك حاليا

استعمال المبيدات العشبية بينت نقائصها بظهور أعراض التسمم، استعمال كل طريقة لوحدها لم تسمح بمكافحة كاملة، بل استعمال كل الطرق مع بعض بنطاق برنامج المكافحة المتكاملة و هي تشمل تطبيق كافة الإجراءات الضرورية لمكافحة جكيمة و متوافقة، تشمل حزمة المكافحة المتكاملة التي نوصي بها هي الزرع المتأخر إلى منتصف ديسمبر مع استعمال صنف مقاوم مثل (S) set 88 tit 18009 مع رشتين على الأوراق من مبيد sGLYPHOSATE في معالجة مع بعد الإنبات بمعدل 2 X 60 م ف/هـ بدءا من موعد إزهار الفول بفاصل أسبوعين

و على المزارع مراقبة حقوله و تفويم الإصابة بها على نحو منتظم و عليه أيضا فهم مشكلة بنك بدور الهالوك في التربة و أهمية حفظها على المدى المتوسط و الطويل

Liste des abréviations

- FAO :Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et 'Agriculture
- ITGC :Institut Technique des Grandes Cultures
- INRA :Institut National de la Recherche Agronomique
- ICARDA :Plan National de Développement Agricole et Rural
- MADR :Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- PNDAR :International Center of Agricultural Research in the Dry Areas
- MATUR_S :Durée du cycle
- ANTH_SEM :Durée de la phase semis- anthèse
- HAUTPLF :Hauteur des plants à la floraison
- NBREOR/PLT :Nombre d'orobanches / plant
- NBREOR/L :Nombre d'orobanches / ligne
- RDT/PLT :Rendement en grains / plant
- NBPLT/L : Nombre de plants levés par ligne
- N BGR/L :Nombre de grains / ligne
- NBGR/PLT :Nombre de grains / plant
- NBRBRF :Nombre de tiges fertiles
- NBRBRS :Nombre de tiges stériles
- RDT/L :Rendement en grains / ligne
- ACP : Analyse en Composantes Principales
- CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

INTRODUCTION GENERALE

La culture des légumineuses alimentaires remonte à 6000 ans. Ces dernières figurent dans les systèmes d'assolement des premières dynasties égyptiennes et plus tard à l'époque romaine (FAO 1955).

Dans le monde, ces espèces sont consommées essentiellement dans les pays en développement, qui en absorbent environ 90% de la production mondiale destinée à l'alimentation humaine. Dans de nombreux pays pauvres, les légumineuses apportent environ 10% des protéines et 5% de l'énergie dont la population a besoin (FAO 2006).

En Algérie, depuis les plus anciennes époques, ces cultures ont été pratiquées pour leur production de graines destinées essentiellement à l'alimentation humaine. Les principales espèces cultivées sont la lentille (*Lens culinaris* Medik.), la fève (*Vicia faba* L.), le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), le haricot sec (*Phaseolus vulgaris* L.) et le pois rond (*Pisum sativum* L.). Elles sont une composante importante dans les systèmes de production céréaliers.

Bien qu'elle ait bénéficié de quelques programmes de développement, la production de ces cultures n'a pas connu l'évolution escomptée, alors que la demande de consommation ne cesse d'augmenter, d'où le recours systématique à l'importation. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importés chaque année, qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (FAO 2006).

L'insuffisance de la production des légumineuses alimentaires en Algérie est due à la régression de la sole qui leur est réservée. Cette régression est due, d'après les résultats du projet d'encadrement des programmes prioritaires en grandes cultures (INRA / ITGC, 2004), à plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- Faible marge bénéficiaire due à la faible productivité de ces espèces, comparée aux coûts élevés à l'hectare;
- Utilisation de variétés non performantes;
- Non maîtrise des techniques culturales surtout de la récolte (pertes importantes);
- Coût onéreux des facteurs de production qui engendrent des charges élevées à l'hectare ;
- Indisponibilité des intrants au moment opportun (désherbants et traitements phytosanitaires) ;
- Marché semencier non organisé, avec difficulté d'écoulement de la production;
- Concurrence par des produits importés de meilleure qualité;
- Absence d'une industrie de transformation.

A cela s'ajoutent des contraintes abiotiques et biotiques qui entravent le développement des légumineuses alimentaires en Algérie et qui font que certaines d'entre elles soient des cultures à risque. Ces cultures sont prédisposées à des attaques d'insectes ravageurs, de mauvaises herbes et de divers agents phytopathogènes.

Plusieurs espèces d'insectes ravageurs peuvent causer des dégâts, entraînant des chutes de rendement et une dépréciation de la qualité de la production ou des graines stockées (Plancquart *et al.* 1991).

Les légumineuses alimentaires sont sujettes aux maladies qui sont causées par une centaine d'espèces fongiques; certaines d'entre elles sont responsables de maladies économiquement dangereuses (Sohl *et al.* in Bouznad *et al.* 1996). Plusieurs travaux ont été effectués afin de déterminer la distribution et l'importance de ces maladies. D'après Sayoud *et al.* (1999), leur importance est variable, dont certaines, peuvent anéantir des cultures complètes tels que l'antracnose, le flétrissement, les pourritures racinaires, le botrytis et la rouille.

Le problème des mauvaises herbes et des plantes parasites, constitue aussi une contrainte majeure pour le développement de ces cultures.

Au regard de cette situation, des actions ont été entreprises dans le cadre du plan national de développement agricole et Rural (PNDAR/MADR 2009) pour la relance et le développement des légumineuses alimentaires dont les objectifs se résument dans les points suivants :

- Réduction de la jachère et valorisation du capital sol ;
- Satisfaction des besoins nationaux;
- Organisation de la relance du secteur des légumineuses alimentaires.

L'objectif du programme 2009/2014 est d'implanter une superficie totale en légumineuses alimentaires de 120.000 hectares toutes espèces confondues, avec une production totale attendue de 2.8 millions de quintaux dont 1.000.000 quintaux de pois chiche et lentille.

A cet effet, un dispositif est mis en place dans le cadre du PNDAR, pour l'octroi d'aide financière aux agriculteurs pour l'application de l'itinéraire technique: semences, engrais et désherbants pour l'amélioration de la productivité, et l'institution de prime compensatoire pour la mise en culture de la jachère et une autre prime à la production des légumineuses alimentaires.

Cependant, la présence de parcelles infestées par les phanérogames parasites dans certaines régions constitue un danger pour le déroulement normal et la réussite du projet.

La présente étude abordera ce dernier facteur qui bloque le développement des légumineuses alimentaire en Algérie et dans tous les pays du Maghreb, à savoir le problème des phanérogames parasites du genre *Orobanche* qui occasionnent des pertes de rendement considérables, notamment sur la culture de fève. C'est dans ce cadre que s'inscrit précisément l'objectif de notre travail:

- Recherche des sources de résistance à l'orobanche dans un matériel génétique de différentes provenances ;
- Evaluation de l'efficacité des herbicides de la famille des imidazolinones ;
- Elaboration d'un procédé de lutte intégrée, pratique et économique en déterminant des effets d'interaction entre le semis tardif, l'utilisation des variétés tolérantes à l'orobanche et le traitement chimique au glyphosate, pour une meilleure maîtrise de l'orobanche, dans une culture de fève semée dans des conditions d'infestation par l'orobanche.

Néanmoins, un aperçu général sur la culture des légumineuses nous semble utile.

1. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Données sur les légumineuses alimentaires en Algérie

Les légumineuses alimentaires sont cultivées dans leur quasi-totalité en conditions pluviales et enregistrent sous l'effet des conditions climatiques, des variations annuelles en superficies, production et rendement.

1.1.1. Evolution des superficies

Les superficies emblavées en légumineuses alimentaires n'ont pas cessé de diminuer au fil des années. En effet, elles ne sont plus qu'à 87296 hectares en 2011 contre 112230 hectares en 1994, dont les fèves occupent 50%, suivies par le pois chiche avec 36% et le pois avec 11%, alors que les autres espèces n'occupent que 3% de la sole des légumineuses (statistiques agricoles serie B). Au cours de la dernière décennie, leur superficie a régressé. Elle est passée de 112230 hectares en 1994, à 61211 hectares en 2008, atteignant le plus bas niveau en 2001 avec 59470 hectares (Fig.1)

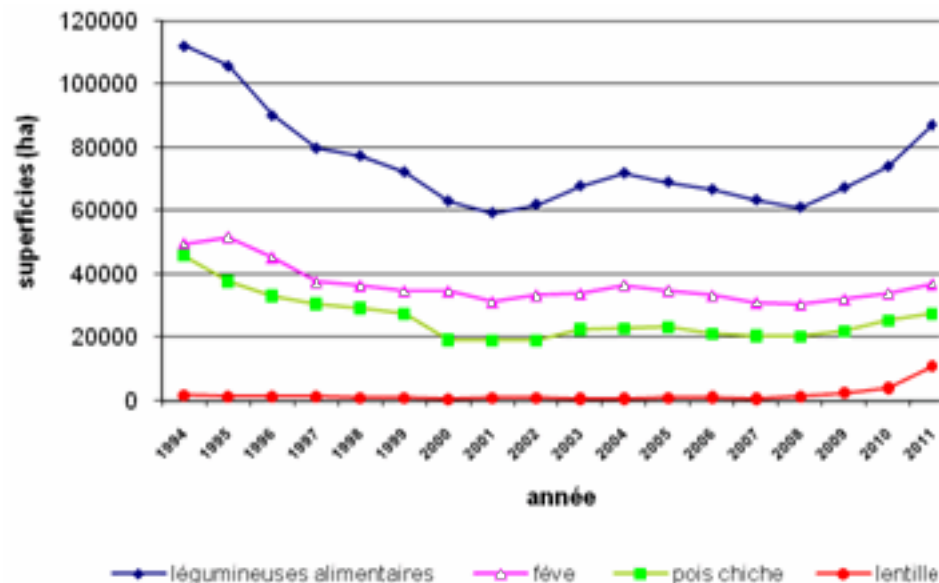


Fig. 1 : Evolution des superficies des légumineuses alimentaires en général: fève, pois chiche et lentille en particulier. (Statistiques agricoles, série B)

1.1.2. Evolution de la production

Les statistiques montrent que la production des légumineuses alimentaires reste faible et irrégulière et son évolution ne suit pas forcément celle de la superficie (Figs. 1 et 2)

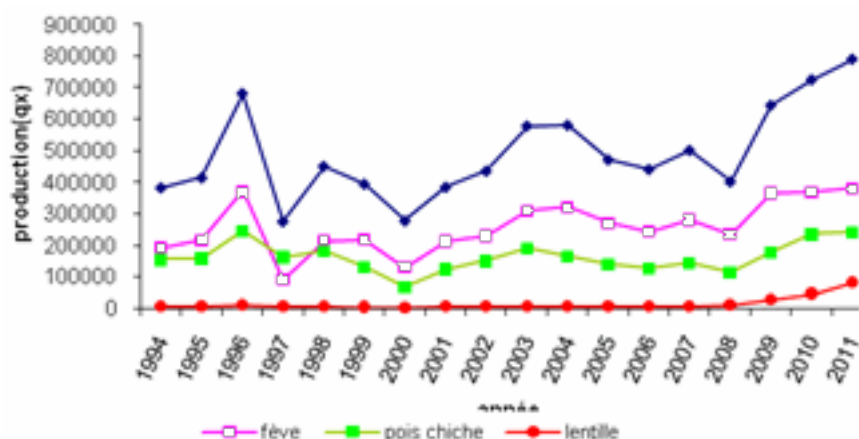


Fig. 2: Evolution de la production des légumineuses alimentaires en général: fève, pois chiche et lentille en particulier. (Statistiques agricoles, série B)

La production moyenne, toutes espèces confondues, ne dépasse pas les 439000 quintaux, avec des pointes de 680.000 quintaux en années favorables et 218.000 quintaux en années défavorables du point de vue climatique (Tabl.1. et Fig.2).

1.1.3. Evolution des rendements

Le rendement national des légumineuses alimentaires reste faible et instable, avec une moyenne de 6.62 q/ha sur la période allant de 1994 à 2011 (Fig. 3). Le rendement le plus élevé est de 8.5 q/ha, obtenu en 2003. Mais son évolution reste très variable et loin du potentiel optimal à atteindre à travers les différentes zones de production. Les principales causes des faibles rendements sont les conditions climatiques, le non maîtrise des techniques de production et la mauvaise qualité des semences utilisées.

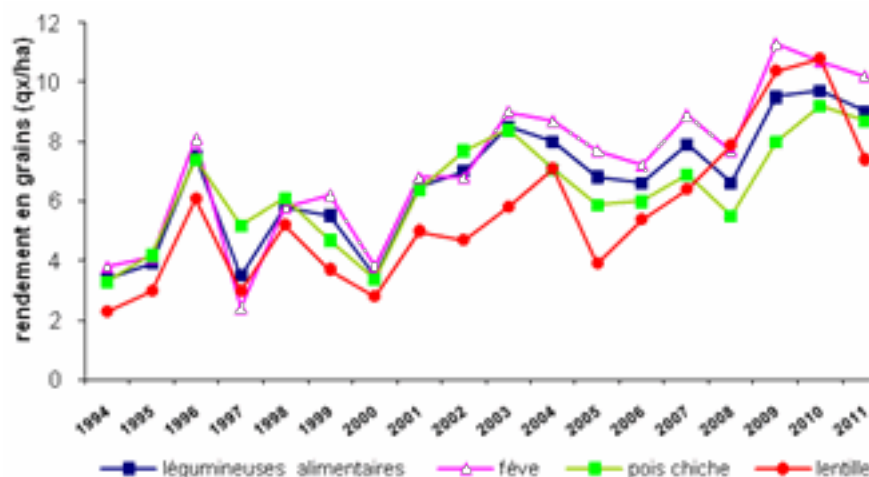


Fig. 3: Evolution des rendements des légumineuses alimentaires en général: fève, pois chiche et de la lentille en particulier. (Statistiques agricoles, série B)

Ainsi, la majorité des superficies sont emblavées avec des semences ordinaires, initialement destinées à la consommation ou des semences standard provenant de l'importation. Ce matériel est souvent de faible productivité et de faible résistance aux différents stress, donc de qualité incertaine.

Année	Légumineuses. alimentaires	Fève	Pois Chiche	Lentille
<i>Evolution des superficies (hectares)</i>				
1994	112 230	49 820	46 000	1 970
2011	87296	37090	27734	11090
<i>Moyenne (17 ans)</i>	<i>75166.33</i>	<i>36752</i>	<i>26132.44</i>	<i>195072</i>
<i>Evolution de la production (quintaux)</i>				
1994	382 970	191 450	153 940	4 580
2011	788170	379818	240512	82152
<i>Moyenne (17 ans)</i>	<i>490194.16</i>	<i>257374.77</i>	<i>160935.61</i>	<i>13069.11</i>
<i>Evolution des rendements (quintaux/hectare)</i>				
1994	3,4	3,8	3,3	2,3
2011	9	10,2	8,7	7,4
<i>Moyenne (17 ans)</i>	<i>6.62</i>	<i>7.17</i>	<i>6.33</i>	<i>5.60</i>

Tabl. 1: Situation de la production des légumineuses alimentaires par espèce en Algérie.

Source: (Statistiques agricoles, série B)

1.1.4. Zones de production

Les légumineuses alimentaires n'occupent que des terres disponibles après la mise en place des céréales. Ces terres sont souvent peu profondes, calcaires ou caillouteuses, qui ne répondent pas à leurs exigences.

La production de ces cultures est principalement concentrée dans les régions recevant entre 300 et 500 mm de pluie, au niveau des wilayate suivantes :

Etage bioclimatique	Wilayate
Sub-humide à humide	Tizi ousou, Guelma, Skikda.
Semi aride	Bouira, Chlef, Médéa, les plaines de Constantine, Tlemcen, Aïn Temouchent, Sidi Bel Abbès, et Mascara

1.2. Données bibliographiques sur l'orobanche

Dans la région méditerranéenne, les orobanches sont considérées comme des plantes parasites redoutables particulièrement sur les légumineuses. Le danger vient de la longue

viabilité des semences, qui dépasse dix ans et de leur taux de multiplication très élevé (Cubero 1983).

Ce sont des holoparasites sans chlorophylle complètement dépendant de leurs hôtes, occasionnant une perte importante de rendements. Cette perte peut être totale sur certaines cultures, en cas de forte infestation.

1.2.1. Famille des *Orobanchacées*

Les *Orobanchacées* constituent une famille de dicotylédones, gamopétales de l'ordre des tubiflorales, se situant entre les scrophulariacées et les labiées (Aber 1984). Ce sont des phanérogames parasites, à feuilles réduites à l'état de bractées dépourvues de chlorophylle,

Les fleurs blanchâtres, brunâtres ou bleuâtres, sont disposées en grappe terminale simple ou composée. Le calice est souvent réduit à deux lobes, les sépales latéraux étant plus ou moins divisés. La corolle est tubuleuse bilabiée. Les étamines sont en nombre de quatre et l'ovaire uniloculaire à 2-3 carpelles, se prolonge par un style à stigmate bilobé (Quezel et Santa, 1963).

La famille des *Orobanchacées* constitue la fin du cycle évolutif atteint par les holoparasites, qui commence probablement par les *Rhinantheae* et *Gerardieae* (Cubero 1983).

Cette famille regroupe des plantes holoparasites répandues surtout dans l'hémisphère boréal, dans les régions chaudes et tempérées.

1.2.2. Genre *Orobanche*

Le nombre d'espèces du seul genre *Orobanche*, est estimé à plus de 150 (Musselman 1980, cité par Chester *et al.* 1989). Les espèces du genre *Orobanche* parasitent exclusivement les racines d'angiospermes, très souvent des dicotylédones herbacées. Elles regroupent des plantes sans chlorophylle, formées d'une tige dressée, sortant de terre, elles peuvent être terminées par une fleur unique ou dans la majorité des cas, par une inflorescence plus au moins allongée en épi, plus ou moins dense, quelque fois en grappes, avec des bractées en forme d'écailles à la base de chaque fleur. La partie souterraine, généralement renflée en forme de bulbe, est fixée sur les racines de la plante hôte.

1.2.3. Répartition géographique des principales espèces d'orobanche dans le Monde

La plupart des espèces du genre *Orobanche* se répartissent essentiellement dans les régions tempérées. Le principal centre de distribution se situe dans la région Méditerranéenne.

D'autres régions avec des conditions climatiques similaires sont aussi envahies par ce parasite en Californie, à l'Ouest de l'Australie et à Cuba (Kroschel *et al.* 1996). L'aire d'origine de ces espèces se trouve en Turquie, Italie, Espagne et au Maroc (Fig. 5).

Parmi les centaines d'espèces décrites jusqu'à présent, seule une dizaine d'entre elles, parasitent de nombreuses cultures importantes dans le Monde et posent ainsi un réel problème agro économique.

D'après Parker et Riches (1993), les 5 espèces les plus nuisibles sont: *O. cernua*, *O. crenata*, *O. ramosa*, *O. aegyptiaca* et *O. minor*. Les principales espèces d'orobanches présentant une importance économique ainsi que leur répartition géographique dans le monde sont résumés dans le tableau 2:

Tabl.2: Orobanches à importance économique et distribution géographique

Espèce	Distribution géographique
<i>Orobanche ramosa</i> L.	Europe Centrale, URSS, bassin Méditerranéen, tous les pays entre l'Est de l'Inde et l'Afrique de l'Est.
<i>Orobanche aegyptiaca</i> pers.	Introduite au Mexique et aux USA, répandue dans les pays chaudes
<i>Orobanche crenata</i> Forsk.	Bassin Méditerranéen
<i>Orobanche cernua</i> Loefl.	L'Europe de l'Est, URSS, subcontinent Indien

Source: Chester et al. (1989)

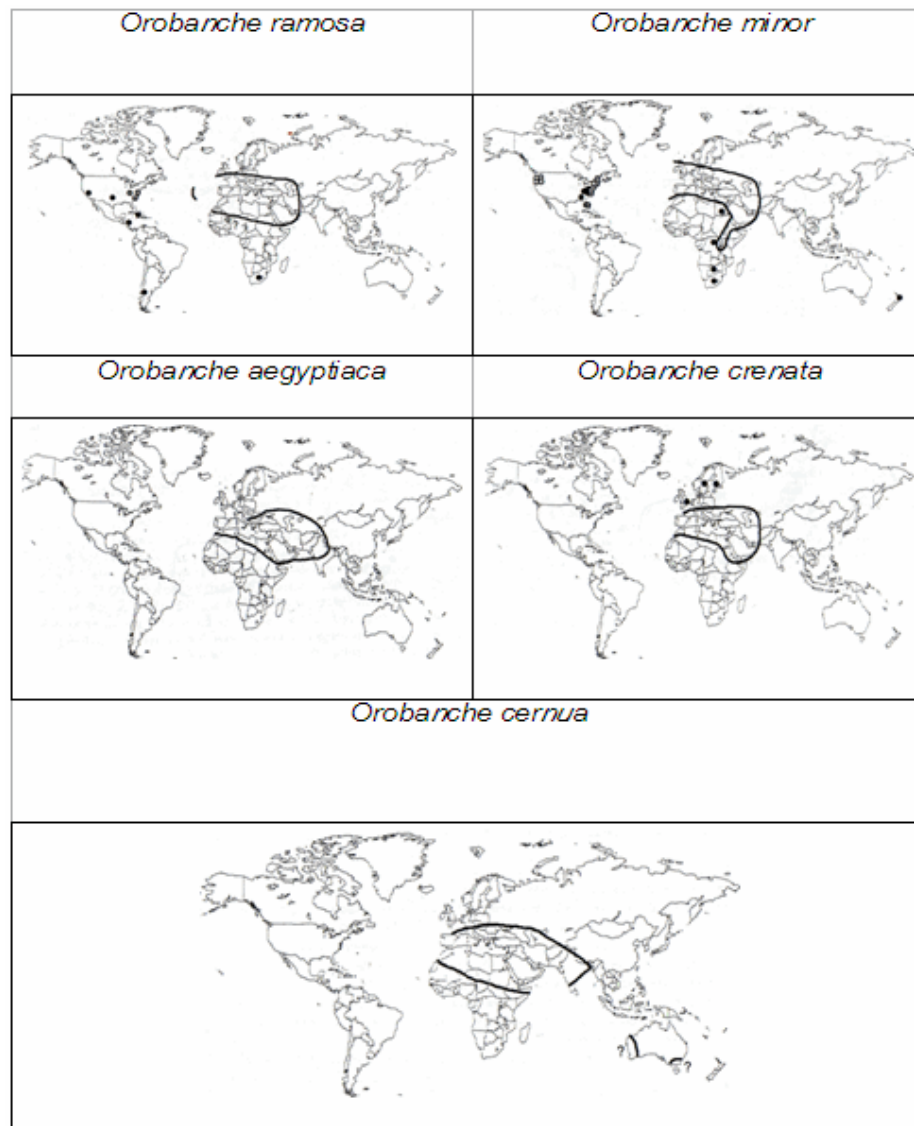


Fig. 4: Distribution des espèces d'orobanches à impact économique dans le monde (D'après Parker 1994)

1.2.4. Répartition d'*Orobanche* spp. en Algérie

Sur les 150 espèces du genre *Orobanche*, existantes dans le monde (Pieterse 1979 in Zermane 1998), 32 espèces ont été signalées en Algérie, dont 4 espèces endémiques (Zermane 1998), avec une multitude de taxons de rangs infra spécifique (sous espèces, variétés, et formes). Cette richesse de la flore algérienne en orobanches, soulève également des difficultés taxonomiques. En effet, de nombreuses incertitudes taxonomiques persistent dans certains groupes.

Les orobanches de l'Algérie appartiennent à deux sections, *Trionychon*, représentée par 8 espèces, dont 2 endémiques, parmi lesquelles uniquement *O. ramosa* peut s'attaquer aux cultures et la section *Orobanche* regroupant la majorité des espèces (24 espèces dont 2 endémiques) et dans laquelle *O. crenata* est la seule espèce ayant une incidence économique.

Quezel et Santa (1963) ont cité dans la flore de l'Algérie, l'espèce *Orobanche speciosa* = *O. crenata* Forsk comme l'espèce la plus redoutable, induisant des dégâts importants sur les légumineuses alimentaires, (Ducellier, 1923 cité par Blanchard, 1952), indique que 60% des terres sont devenues impropres à la culture des pois et des fèves par suite des dommages causés par ce parasite dans la Mitidja, la région Oranaise, le sahel d'Alger et le plateau de Maison carrée. D'après l'enquête menée par Zermane (1998), la présence de ce parasite a été également signalée dans la région de Ain Dem à la limite des communes de Boumedfa et Ouamri, wilaya de Ain Defla: piémont nord de l'Atlas Tellien dans les cultures de pois et de fève.

D'après Zermane (1998), *O. ramosa*, constitue une menace potentielle pour la culture des Solanacées en Algérie. Cette espèce est signalée depuis plusieurs années sur la tomate cultivée sous serre à Annaba dans la commune d'Ain El Barda. Par ailleurs, Saghir (cité par Zermane 1998) l'a rencontré sur culture de pomme de terre dans l'Est du pays en 1987 et attire l'attention sur le danger que représente la dissémination éventuelle de cette espèce, à partir des foyers d'infestation, dans les cultures de tomate, de pomme de terre et de Solanacées cultivées en général dans l'Est du pays si aucune mesure de prévention n'est prise en urgence.

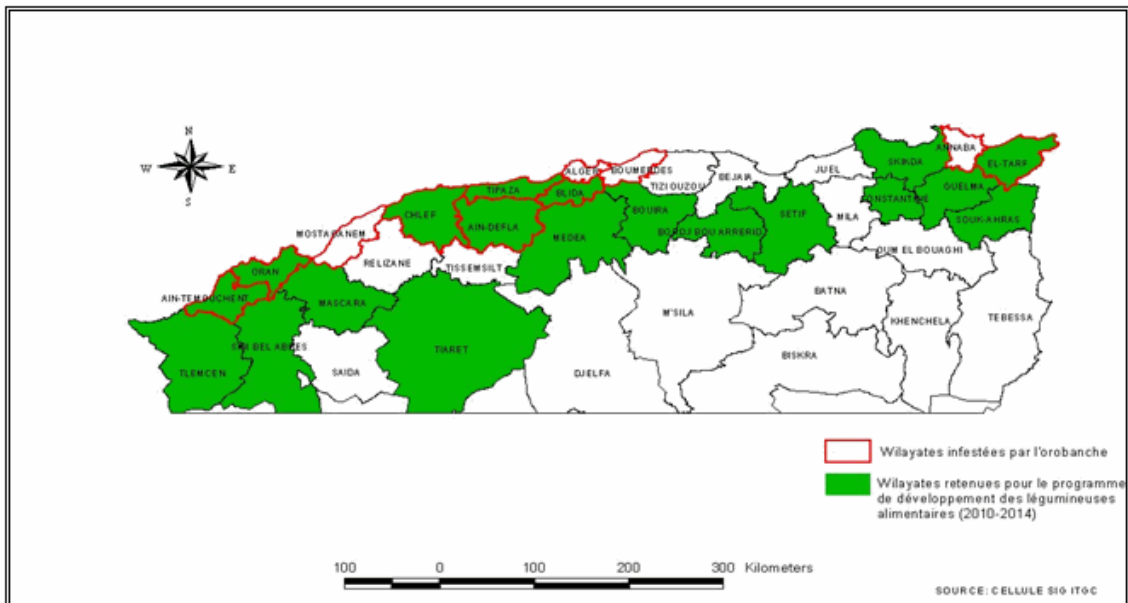


Fig. 5: Les zones retenues pour le programme de développement des légumineuses alimentaires et les zones

infestées par l'orobanche (Dekkiche, communication personnelle)

Actuellement le problème risque de prendre de l'ampleur avec le programme de développement des légumineuses alimentaires dans les zones déjà infestées (Fig.5), Ce programme concerne 19 wilayate dont 11 sont déjà infestées, comme le montre la carte (Fig.5) et 4 wilayate infestées non concernées par le programme, mais elles sont limitrophes des wilayate du programme.

Cependant, le risque d'infestation des zones indemnes est très important, surtout par le déplacement du matériel agricole et échange de semences entre wilayate.

1.2.5. Principales espèces nuisibles et leurs plantes hôtes dans le Monde

Les espèces d'orobanches parasitent les plantes du groupe des dicotylédones. Certaines espèces sont des parasites d'un hôte spécifique, d'autres présentent une gamme d'hôtes très large. D'après, Kroschel *et al.* (1996), les espèces les plus infestées par l'orobanche appartiennent à la famille des *Asteraceae*. On rencontre 150 espèces hôtes parasitées par 59 espèces d'orobanches; 130 espèces de

Fabaceae sont parasitées par 30 espèces d'orobanches et 70 espèces de *Lamiaceae* sont parasitées par 24 espèces d'orobanches. Le tableau 3, présentes les plantes hôtes les plus sévèrement affectées par les cinq espèces d'orobanches ayant un impact économique.

Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk (Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)

Famille	Espèce	Espèce d'orobanche				
		<i>O. aegyptiaca</i>	<i>O. mutabilis</i>	<i>O. crenata</i>	<i>O. cernua</i>	<i>O. minor</i>
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	+++	++		+++	
	<i>Solanum melongena</i> L.	+++	++		++	
	<i>Capsicum frutescens</i> L.	+				
	<i>Solanum tuberosum</i> L.	+++	+++			
	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	+++	+++		++	++
Fabaceae	<i>Viola faba</i> L.	++		+++		++
	<i>Pisum sativum</i> L.			+++		
	<i>Viola sativa</i> L.	+++		++		
	<i>Cicer arietinum</i> L.	++		++		
	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	++				
	<i>Arachis hypogaea</i> L.	+++	++			
	<i>Lathyrus odoratus</i> L.			++		
	<i>Medicago sativa</i> L.					++
	<i>Lotus corniculatus</i> L.					++
	<i>Trifolium pratense</i> L.					++
	<i>Trifolium repens</i> L.					++
	<i>Trifolium subterraneum</i> L.					++
<i>Lens culinaris</i> Medic.			+++		+	
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	+++		+++		
	<i>Apium graveolens</i> Mill.	++		++		
	<i>Petroselinum crispum</i> Mill.	++		++		
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	++		++		
	<i>Angelica archangelica</i> L.	++		++		
	<i>Anthriscus cerebifolium</i> L.	+		+		
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	++				
	<i>Armoracia lapathifolia</i> GILIB.	++	++			
	<i>Sinapis alba</i> L.	++				
	<i>Brassica rapa</i> L.	+++				
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	++	++	+	+++	++
	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	++				++
	<i>Lactuca sativa</i> L.	++	++			++
	<i>Gazania longiscapa</i> D.C.			++		
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	++				
	<i>Guizotia abyssinica</i> L.f. <i>Aster</i> sp.	++				++
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	++				
	<i>Cucurbita pepo</i> L.	+				
	<i>Cucumis melo</i> L.	++				
Lamiaceae	<i>Salvia solarea</i> L.	++		++		
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	++				
Geraniaceae	<i>Pelargonium graveolens</i> L.			++		
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.			++		

Tabl. 3: Les espèces hôtes les plus attaquées par les différentes espèces d'orobanches

Source: Chester et al. (1989)

+= Rare

++=quelques attaques, +++= attaque sévère

I.2.6. Principales espèces nuisibles et leurs hôtes en Algérie

Les principales espèces recensées comme plantes hôtes des orobanches en Algérie sont regroupées dans le tableau 4. Ces données ont été recueillies par Roumili (1993), Zermane (1998) et les inspections phytosanitaires des wilayate.

Orobanche crenata Forsk. est l'espèce la plus redoutée dans les cultures de légumineuses alimentaires et fourragères. Elle a été identifiée sur une quinzaine de cultures (Roumili, 1993).

Orobanche ramosa L. possède une gamme d'hôtes assez variée. Elle a été rencontrée sur plusieurs espèces appartenant à diverses familles.

Famille		Plante hôte	Espèce d'orobanche		
			<i>O. crenata</i>	<i>O. ramosa</i>	<i>O. cernua</i>
Espèces cultivées	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> (espèce cultivée)	+	+	
		<i>Apium graveolens</i>	+	+	
		<i>Petroselinum sativum</i>	+	+	
		<i>Foeniculum vulgare</i>	+	+	
	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	+	+	
		<i>Pisum sativum</i>	+	+	
		<i>Lens culinaris</i>	+		
		<i>Cicer arietinum</i>	+		
		<i>Medicago sativa</i>	+		
	Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i>		+	+
		<i>Nicotiana tabacum</i>		+	+
		<i>Solanum tuberosum</i>		+	
		<i>Solanum melongena</i>		+	+
Adventices	<i>Scorpiurus vermiculatus</i>		+		
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>		+		
	<i>Leontodon sp.</i>		+		
	<i>Cardus tenuiflorus</i>				
	<i>Daucus carota</i>	+	+		
	<i>Gallium tricome</i>	+	+		
	<i>Oxalis cernua</i>		+		
	<i>Vicia sp.</i>	+			
	<i>Trifolium sp.</i>	+			

Tabl 4. : Principales plantes hôtes d'orobanche en Algérie:

(Source : Roumili 1993 et Zermane 1998)

1.3. Biologie de l'orobanche

Le cycle biologique de l'orobanche se déroule en deux phases (Fig. 6):

- La phase souterraine qui dure entre 30 et 80 jours
- a phase aérienne qui dure environ 30 jours

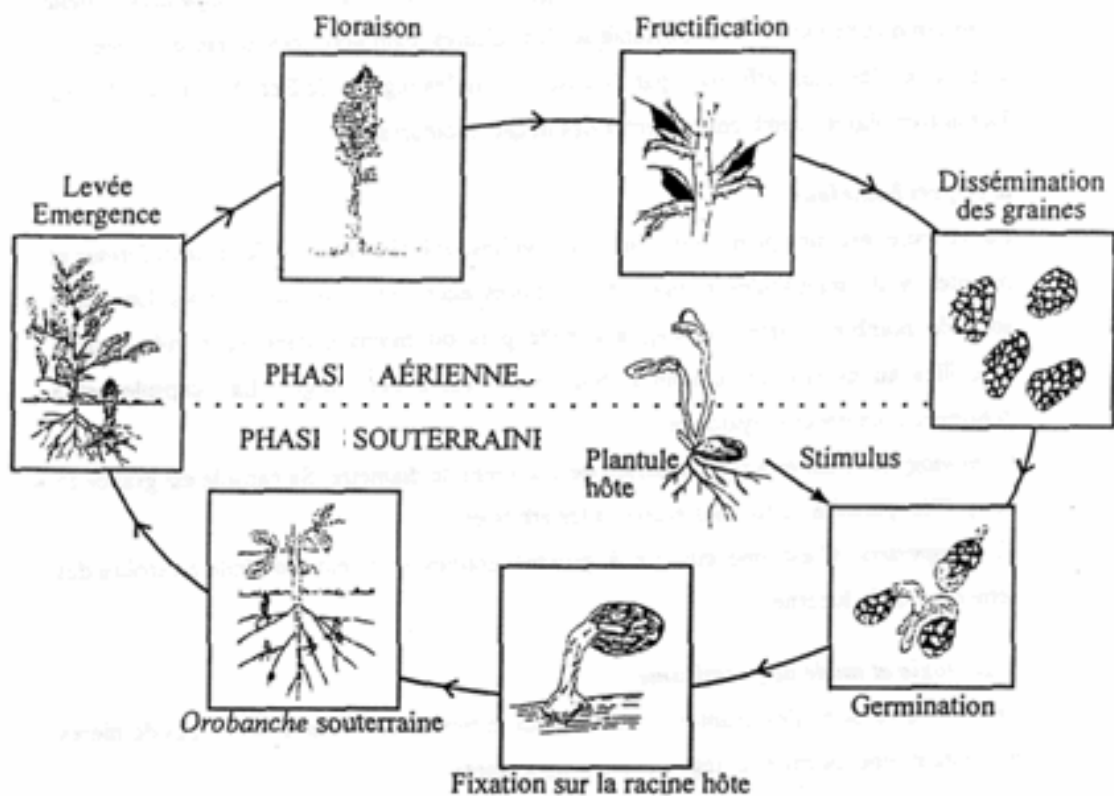


Fig. 6 : Cycle biologique d'*Orobanche crenata* sur fève

Source : Training Manuel, Biology and control of parasitic weeds, 1996

1.3.1. Phase souterraine

1.3.1.1. Graine d'orobanche

La graine d'orobanche est de petite taille (0.3 x 0.2 mm) et a un poids compris entre 3 et 6 μ .g. Cubero (1983) estime qu'un plant d'*O. crenata* peut produire entre 40.000 et 500.000 graines. Selon Parker et Riches (1993), une capsule d'*O. ramosa* renferme entre 600 et 800 graines et celle d'*O. crenata* plus que 4.000. La graine d'orobanche possède une dormance qui peut dépasser dix ans.

1.3.1.2. Germination

Plusieurs études montrent que la germination des graines d'orobanche est très loin d'être un simple processus (Cubero, 1983). Les graines de plantes parasites, qu'elles soient hémi ou holoparasites (Gui, Cuscuta, Thesium...), germent normalement en fonction des facteurs naturels favorables. Cependant d'autres plantes parasites, telles que le striga, orobanche et melampyre, ont une germination beaucoup plus complexe (Aber, 1984).

Plusieurs auteurs ont déjà signalé l'importance de la présence des racines de l'hôte pour favoriser la germination des graines d'orobanche. Koch (1883, cité par Wegmann, 1996) était le premier qui a cité l'importance des substances chimiques secrétées par les racines de la plante hôte pour provoquer la germination des graines d'orobanche. Cook et al. (1966 in Wegmann 1996) a réussi pour la première fois à isoler un stimulant naturel

de la germination à partir de plants de coton, qu'il nomma strigole parce qu'il a stimulé la germination des graines de *Striga lutea*.

La structure des stimulants de la germination, isolés à partir des racines des plantes hôtes de l'orobanche, tel que le trèfle rouge, nommé orobanchol a été proposée par **Kenji et al.** (1999) comme (2a) sur la base de la synthèse des différents stéréoisomères de (1a) et (2a) comme les racémates (Fig.7).

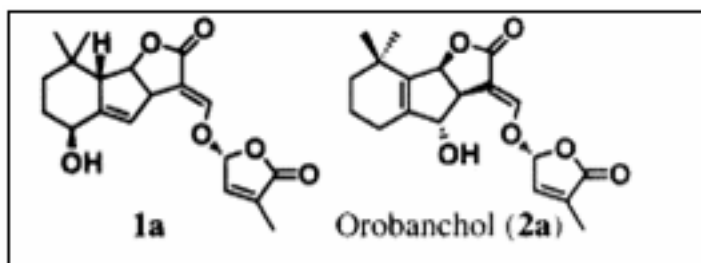


Fig. 7 : Composition chimique de l'orobanchol d'après **Kenji et al.**(1999)

Le stade de développement de la plante hôte pour induire la germination des graines d'orobanche n'est pas exactement fixé. Il est fluctuant et dépend fortement des conditions de l'environnement. Selon El-Ghamrawy et Newman (1986), la concentration optimale des substances actives pour la germination est obtenue tôt, au passage de la phase végétative à la phase reproductrice.

1.3.1.3. Fixation de l'orobanche sur les racines de l'hôte

Des exsudats racinaires sécrétés par de nombreuses plantes non hôtes sont capables de lever la dormance et d'induire la germination des graines d'orobanche, mais la fixation ne peut avoir lieu que sur la plante hôte spécifique au parasite (Kroschel et Sauerborn 1996).

1.3.1.4. Formation et morphologie du filament germinatif

Le filament germinatif, le germe, le tube germinatif, la radicule ou le procaulôme sont les différentes terminologies rencontrées pour désigner l'organe résultant de l'exposition des graines d'orobanche aux exsudats racinaires, des plantes hôtes ou non hôtes, pendant 96 heures (Chester *et al.* 1989).

Selon Blanchard (1952), le filament germinatif ou le germe apparaît au niveau du micropyle, souvent recourbé et recouvert de cellules épidermiques rectangulaires orientées dans le sens de la longueur et disposées en files, les unes à la suite des autres.

La longueur du germe complètement développé est très variable et peut varier entre 1 et 3 mm. Au cours de cette période, la graine est entièrement vidée de ses réserves par le germe.

1.3.1.5. Mécanisme de la fixation du parasite

D'après Kroschel *et al.* (1996), une fois que le tube germinatif développé et formé, l'haustorium qui constitue un pont morphologique et physiologique entre l'hôte et le parasite, se prépare pour envahir la racine de l'hôte.

La pénétration nécessite la présence de médiateurs tels que les exo-enzymes. Le processus est semblable à celui de l'infection par les champignons pathogènes (Wegmann, 1996). L'hypothèse apportée concernant la connexion entre le parasite et l'hôte d'après

Chester *et al.* (1989) est similaire à la fusion de la greffe, alors que les observations ultra-structurales sur le point de fusion n'indiquent pas de connexion directe entre le phloème des tissus de l'hôte et le parasite. Par contre, elle est directe entre le xylème de l'haustorium et l'hôte (Dörr et Kollmann, 1974; Saghir *et al.* 1973; cités par Chester *et al.* 1989)

1.3.1.6 Tubercule

Après la fixation, il y a formation d'un tubercule qui croît avec l'âge par renflement de la zone de contact et formation de racines adventives.

1.3.2. Phase aérienne

1.3.2.1. Bourgeon et tige souterraine

Le tubercule se transforme en un bourgeon, qui s'allonge verticalement en une jeune tige souterraine et progresse en direction de la surface du sol. Dès l'émergence, un axe dépourvu de chlorophylle se développe à proximité de la plante hôte et marque le début de la phase aérienne du cycle du parasite.

Dans un champ, l'infestation n'est donc visible que lorsque le parasite a émergé, ce qui est trop tard car les dégâts ont déjà été occasionnés.

1.3.2.2. Floraison

Les orobanches produisent des hampes florales munies d'écailles et porteuses d'épis de fleurs de couleurs variant du jaune-brun au rouge violacé en passant par le pourpre, le bleu et l'orange.

1.3.2.3. Fructification

Après fécondation, chaque fleur pollinisée forme une capsule bivalve de 0,5 à 2 cm de longueur qui, une fois mûre, la hampe florale se dessèche et prend une couleur marron pour libérer 200 à 500 graines et le cycle recommence.

1.4. Symptômes et dégâts

Les orobanches, dépourvues de toute activité photosynthétique et de véritables racines, dépendent entièrement de l'hôte pour leur alimentation carbonée, minérale et hydrique. De plus, incapables de réguler leur transpiration stomatique en période sèche, elles maintiennent leur hôte en déficit hydrique chronique (Sallé *et Neuman.* 2000).

L'ensemble de ces perturbations provoque un affaiblissement de la plante hôte qui se manifeste, dans un premier temps, par un nanisme, une perte de turgescence et un jaunissement des feuilles (flétrissement et chlorose), puis par un avortement des fruits et/ou un mauvais remplissage des graines.

1.5. Conséquence du parasitisme sur les cultures dans le monde

Les espèces d'orobanches constituent une contrainte majeure à la production de plusieurs cultures. Selon Kroschel *et al.* (1996), les pertes de production dépendent de l'importance et de la sévérité de l'attaque. Ces dernières sont rarement quantifiées d'une manière précise, mais elles peuvent varier entre 0% et 100% (Press et Graves, 1991).

La réduction considérable des productions des légumineuses alimentaires dans la région Méditerranéenne a conduit indirectement à la réduction des superficies cultivées par ces espèces (Lopez-Granadose et Garcia Torres, 1991). L'orobanche est répartie à travers le monde entier ou les pertes de production sont signalées principalement dans les régions du Sud et l'Est de l'Europe, le Nord de l'Afrique et l'Ouest de l'Asie. Dans la région Méditerranéenne et l'Ouest de l'Asie, 16 millions d'hectares des terres arables sont menacées par l'orobanche, ce qui correspond à 1.2% des terres arables du monde (Tabl. 5.)

Culture	Superficies infestées et menacées (x1000ha)	% des terres arables du monde
Légumineuses	4425	
Fève	1127	34.5
Pois	500	8.1
Pois chiche	1354	13.6
Lentille	1444	45.4
Solanacée	3907	
Aubergine	109	25.2
Pomme de terre	1742	9.6
Tabac	1200	27.7
Tomate	856	32.7
Carotte	48	8.1
Oléagineuse		
Tournesol	7440	51.5
Total	16170	1.2

Tabl.5: Les superficies infestées et menacées par les attaques d'orobanche en relation avec les espèces cultivées.

Source: Kroschel et Sauerborn (1996)

Schmitt *et al.* (1979) signalent que l'*O. crenata* représente une menace sérieuse pour la culture de la fève au Maroc, car plus de 25500 ha des superficies destinées aux fèves sont complètement détruites par ce parasite, ce qui correspond à près de 80 % de la surface totale destinée à cette culture (Schmitt ,1981 in Lutzeyer *et al.*1994).

La production de la fève au Maroc est réduite de plus de 46.37% entre 1974 et 1993. Par contre, en Tunisie, Kharrat et Halila (1994) estiment que les pertes de rendement dans les champs moyennement et hautement infestés varient entre 50 et 80 %.

1.6. Conséquence du parasitisme sur les cultures en Algérie

En Algérie, les pertes de rendement dues à cette mauvaises herbe parasite ne sont pas évaluées, mais plusieurs services de la protection des végétaux, à travers le pays signalent l'importance des dégâts occasionnés par ce parasite notamment sur les cultures de fève, pois, lentille, pois chiche ,vesce , carotte et tomate .

La situation alarmante dans les autres pays du Maghreb peut nous donner une idée sur le danger que représente l'orobanche pour les cultures vivrières et ses répercussions néfastes sur le plan socio - économique.

En Algérie, le problème de l'orobanche est réel et prend de plus en plus de l'ampleur. Les régions littorales du centre à vocation maraîchère sontdevenues impropres à laculture des légumineuses et les dégâts peuvent aller jusqu'à la destruction complète des récoltes, la même situation est observée dans la région oranaise. Les zones jusqu'à présent indemnes ne sont pas à l'abri d'éventuelle contamination, si les mesures de contrôle ne sont pas mises au point.

L'orobanche est un fléau, parasite extrêmement dangereux et difficile à éradiquer. La recherche de méthodes de lutte adéquates constitue donc une des plus urgentes priorités pour limiter l'extension du parasite et les dégâts qu'il provoque.

1.7. Méthodes de lutttes contre l'orobanche

La stratégie de lutte contre les phanérogames parasites en générale et les orobanches en particulier, met en jeu des mesures préventives et des mesures de lutte curatives.

1.7.1. Lutte préventive

Elle consiste à prendre des mesures et appliquer des pratiques pour empêcher la dissémination du parasite et sa propagation d'une zone infestée à une zone indemne.

En évitant :

- le déplacement du sol infesté par les véhicules, les machines et les outils agricoles et le matériel végétal ;
- le pâturage dans les champs infestés par *l'Orobanche* ;
- l'utilisation de terreau ou de fumier d'origine inconnue et susceptible de contenir les graines *d'Orobanche*.
- L'utilisation de la semence de ferme

En pratiquant les mesures suivantes:

1.7.1.1 Lutte culturale

1.7.1.1.1 Arrachage manuel:

Cette technique est assez coûteuse et n'est conseillée qu'en cas d'une faible infestation ou comme complément aux autres techniques pour éviter l'augmentation du stock de semences, dans la parcelle. Les tiges d'Orobanche doivent être arrachées au plus tard au moment de la floraison du parasite et doivent être immédiatement incinérées. Kharrat et Halila (1994) observent que cette technique ne permet pas d'augmenter significativement le rendement de la fève dans une parcelle fortement infestée par *O. foetida* et attribuent ceci aux préjudices causés par le parasite durant sa phase de développement souterrain.

1.7 .1.1.2. Utilisation des cultures pièges et captivantes

Les cultures pièges ou "trap crops" permettent la germination des graines d'orobanche indépendamment de tout parasitisme. Certaines espèces peuvent entraîner la germination des graines d'*O. crenata* comme le tournesol, le soja, le lin, le sulla et le haricot (Sauerborn, 1991). En Egypte, Al-Menoufi (1991) a constaté une diminution importante du niveau d'infestation d'*O. crenata* d'une parcelle de fève après quatre années successives de culture de trèfle d'Alexandrie. De bons résultats sont également obtenus par l'utilisation du fenugrec et du lin.

Les cultures captivantes ou "catch crops" permettent la germination du parasite et son développement. Elles sont généralement semées à forte densité pour permettre la germination d'un plus grand nombre de graines du parasite et sont détruites avant la floraison de ce dernier. Cette technique est pratiquée dans certains pays du bassin Méditerranéen en utilisant la féverole comme plante hôte.

1.7.1.1.3. Fertilisation

Des essais au champ montrent que la fertilisation azotée pourrait réduire l'infestation des cultures par l'orobanche et le striga (Pieterse, 1996). L'efficacité dépend de la forme et de la formulation de l'engrais azoté utilisé. A cet égard, la fertilisation à base de sulfate d'ammonium a donné les meilleurs résultats (Pieterse, 1996; Jain et Foy, 1987). Sauerborn (1991) a également signalé l'effet bénéfique du fumier pour la lutte contre les orobanches.

1.7.1.1.4. Date de semis

Plusieurs chercheurs ont constaté qu'un semis tardif permet de réduire les attaques d'Orobanche (Nassib et Hussein, 1984; Kukula et al., 1985; Mesa-Garcia et Garcia-Torres, 1986; Arjona-Berral et al. 1987 et Hezewijk et al. 1987). En Tunisie, les résultats d'expérimentations montrent qu'un semis tardif de fève (deuxième quinzaine de décembre) permet une réduction de 46.5 et de 54 % du nombre et du poids sec de tiges d'*O. foetida* émergées ce qui entraîne une augmentation de rendement de 20 % (Kharrat et Halila, 1994). En Algérie, Aït Abdallah et Hamadache (1996) montrent qu'un semis tardif entraîne une réduction du nombre et du poids sec d'*O. crenata* sur fève, ainsi qu'une augmentation de rendement.

1.7.1.2. Lutte physique

1.7.1.2.1. Solarisation

La solarisation est une technique assez efficace pour la lutte contre les orobanches. Cependant, le coût élevé de l'opération ne permet pas son utilisation à grande échelle.

La solarisation pendant 30 à 50 jours durant la saison chaude a permis de contrôler *O. crenata* et *O. aegyptiaca* sur fève et lentille (Sauerborn et al. 1989). La réduction du poids

sec des Orobanches aussi bien dans les champs de fève que de la lentille est de plus de 90 %. L'effet de la solarisation persiste durant les deux années suivantes à condition que le sol ne soit pas travaillé après le traitement de solarisation. Jacobsohn et Kelman (1980) ont également utilisé cette technique pour contrôler *O. aegyptiaca* sur carotte.

1.7.2. Lutte curative

1.7.2.1. Lutte chimique

Plusieurs herbicides sont expérimentés pour lutter contre l'orobanche. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le glyphosate et les imidazolinones.

L'utilisation du glyphosate sur fève permet de lutter contre *O. crenata* (Schmitt et al. 1979 ; Dahmane et Trabelsi, 1980; Schluter et Aber, 1980; Kharrat et Halila 1994; Mesa-Garcia et al. 1984; Mesa-Garcia et Garcia-Torres, 1985; Aït Abdallah et Hamadache, 1996) ont obtenu une réduction du nombre et du poids d'Orobanche de 98.3% en moyenne. Ils ont observé une augmentation du rendement de la fève de 53.2%, suite à une double pulvérisation de glyphosate à la dose de 70 g. m.a/ha à 15 jours d'intervalle à partir du stade tubercule. Arjona-Berral et al. (1987) ont recommandé l'utilisation du glyphosate à 40 ou 60 g.m.a/ha en double applications sur pois et lentille et ont constaté une meilleure tolérance au produit par la lentille que par le pois. L'effet du glyphosate est amélioré par l'addition du sulfate d'ammonium (Ramirez-Ortega et Garcia-Torres. 1992).

Les herbicides du groupe des imidazolinones ont donné des résultats satisfaisants pour le contrôle de l'orobanche en application de pré levée et post-levée (Garcia-Torres et al. 1991; Saber et al. 1994). En Espagne, ces derniers contrôlent *O. crenata* sur fève par l'utilisation en pré levée, de l'imazethapyr à une dose de 75 à 100 g. m.a/ha ou de l'imazapyr (12.5 à 25 g.m.a/ha). L'efficacité de ces produits est plus importante lorsque le semis est tardif. En Egypte, l'imazethapyr appliqué en pré- levée sur la féverole à la dose de 150 g. m.a/ha, a permis un contrôle satisfaisant d'*O. crenata* (Aber et al. 1994). En Tunisie, Kharrat et Halila (1994) ont obtenu un bon contrôle d'*O. foetida* sur fève avec l'imazethapyr et l'imazaquin appliqués en pré- levée. L'effet des imidazolinones et notamment de l'imazapyr dépend des conditions édaphiques et principalement du taux de matière organique dans le sol, de son pH et de sa texture (Ramirez-Ortega et Garcia-Torres 1992).

L'enrobage ou l'immersion des semences de pois et de fève dans l'imazethapyr, et de la lentille dans l'imazapyr a permis un contrôle satisfaisant d'*O. crenata* (Garcia-Torres et al. 1996).

1.7.2.2. Résistance génétique

Le criblage des ressources génétiques a permis l'identification d'un certain nombre de lignées disposant d'une certaine résistance à *O. crenata* chez la fève, le pois chiche, la vesce et la gesse (Kasasian 1973; Cubero et Martinez 1980 ; Linke et al. 1993; Cubero (1994) et à *O. foetida* chez la fève (Kharrat non publié). Par contre, aucune résistance n'est décelée chez le pois et la lentille (Cubero, 1994). Chez la fève, les lignées du type major semblent être plus sensibles à l'Orobanche que celles du type equina ou minor (Cubero 1973; Cubero et Moreno 1979 ; Ciccarone et Pigionica 1979). En Egypte, Nassib et al. (1982) ont sélectionné une lignée de féverole résistante à *O. crenata*, il s'agit de la F402 (Giza 402). Cette lignée est utilisée avec succès et à grande échelle comme source de résistance à l'orobanche dans les programmes de sélection de la fève (Cubero et Moreno 1992 ; Khalil et al. 1994; ter Borg et al. 1994 ; Kharrat et Halila, 1994).

Les études de génétique de la résistance à ce parasite sur la fève ont montré que la résistance est polygénique avec surtout des effets additifs importants (Hernandez 1987; Cubero et Hernandez 1991 ; Cubero 1994). Les effets de dominance n'ont qu'une faible importance et dans la plupart des cas, la sensibilité est dominante sur la résistance. Belén et al. (2002) ont confirmé ces effets chez la féverole et considèrent aussi que la résistance à l'orobanche chez la féverole est un caractère polygénique déterminé par quelques gènes à effets majeurs.

Des différences d'agressivité entre les populations d'*O. crenata* sur la fève sont également signalées (Cubero et Moreno 1979 ; Hernandez 1987 ; Radwan et al. 1988). Malgré les interactions entre l'hôte et le parasite, la résistance partielle de certains cultivars de féverole à *O. crenata* ne s'exprime pas systématiquement dans tous les environnements, ce qui incite la présence d'une résistance horizontale (Cubero 1993).

Les mécanismes de résistance à l'Orobanche sont étudiés chez certains cultivars ; elle est surtout mécanique. Elle se manifeste, chez les cultivars résistants, par une nécrose des cellules exposées aux parasites (Zaitoun et ter Borg, 1994) ou par une pression osmotique élevée (Wegmann et al. 1991).

Nassib *et al.* (1982) attribuent la résistance du cultivar Giza 402 à la morphologie de son système racinaire et Khalaf et El-Bastawesy (1989) l'expliquent par une biomasse racinaire assez réduite. D'autres auteurs ont conclu à l'absence de tout effet de la biomasse, sur la résistance et la sensibilité (ter Borg et van Ast, 1991; Kharrat et al. 1994).

De plus, la sécrétion des exsudats stimulateurs de la germination des graines d'orobanche ne semble pas influencer la réaction de l'hôte (Khalaf et El-Bastawesy, 1989; Van Woerden et al. 1994).

1.7.2.3. Lutte biologique

La lutte biologique est possible par l'utilisation des champignons, des bactéries et insectes parasitant les Orobanches ainsi que l'utilisation des extraits des végétaux.

Linke et al. (1992) ont isolé, à partir d'échantillons d'*O. crenata* Forsk. et d'*O. minor* Sm. collectés en Syrie, au Maroc et en France, 36 champignons appartenant essentiellement aux genres *Alternaria*, *Fusarium* et *Ulocladium*. Les essais préliminaires au laboratoire et au champ ont montré que le champignon *U. atrum* infecte et détruit à 20°C et dans des conditions d'humidité relatives comprises entre 50 et 80 %, les tubercules et les tiges d'*O. crenata* émergées.

Zermane (2005) a évalué 337 souches de bactéries associées à la rhizosphère du couple fève- Orobanche, pour leur activité antagoniste à l'égard d' *O. crenata* et *O. foetida* sous des conditions contrôlées. Les résultats de cette étude ont montré que 70.3% et 83.8%.des souches ont réduit significativement les stades du développement souterrain d'*O. crenata* et *O. foetida*, respectivement et que les rhizobactéries, particulièrement les *Pseudomonas* fluorescents et certaines souches de *Ralstonia pickettii*, présentent un intérêt certain comme candidats efficaces de lutte biologique (Zermane 2005).

Linke et al. (1990) ont montré que la mouche *Phytomyza orobanchia* est présente dans 95% des sites prospectés en Syrie. Sur les 1890 capsules examinées, environ le tiers était attaqué par cette mouche, ce qui provoque une réduction des semences d'Orobanche de l'ordre de 29 %.

D'après Rebouh (2006, in Fettioun2007), les extraits de l'ail et de la lavande peuvent réduire la germination des graines d'*O. crenata* in vitro entre 100 et 91%, respectivement.

1.7.2.4. Lutte intégrée

Le contrôle total de l'*Orobanche* ne peut être assuré que par l'intégration de certaines méthodes où chacune d'entre elles peut contribuer à la lutte contre ce parasite, réduire le niveau des parcelles infestées et prévenir l'extension des zones d'infestation. Cette approche intégrée doit tenir compte des systèmes de production de la région et doit être économiquement rentable. La lutte intégrée développée dans la région méditerranéenne a essentiellement concerné la fève (Linke 1992, Al-Menoufi 1994; Kharrat et Halila 1994; Pieterse *et al.* 1994; Aït Abdallah et Hamadache 1996). Cette lutte associe l'utilisation d'herbicides tels que glyphosate ou imidazolinones notamment l'imazethapyr ou l'imazapyr, un semis légèrement retardé et dans certains cas la résistance génétique. Afin de réduire le stock semencier d'*orobanche* dans le sol. L'arrachage des tiges émergées du parasite avant leur floraison et leur incinération sont recommandés comme complément aux autres méthodes.

En Syrie, les travaux sur *O. crenata* sur la lentille, le pois chiche et le pois ont permis de développer une approche de lutte intégrée reposant sur l'utilisation d'un herbicide du groupe des imidazolinones avec un semis tardif (Linke 1992; Pieterse *et al.* 1994).

2. PARTIE EXPERIMENTALE

2.1 MATERIELS ET METHODES

Les expérimentations se sont déroulées au niveau de la station expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Oued Smar, située dans la zone sub-littorale de la Mitidja à 24 m d'altitude et recevant chaque année plus de 600mm de précipitations.



Fig.8: Site de mise en œuvre des expérimentations "Oued Smar"

Durant la période 1992 à 1994/95, deux types d'expérimentation sur la fève ont été réalisés sur une parcelle naturellement infestée par l'orobanche (Fig.8)

à savoir:

- Criblage et sélection pour la résistance génétique à l'orobanche du matériel végétal Méditerranéen et Européen.
- Expérimentation des méthodes de lutte chimique et intégrée contre l'orobanche

2.1.1. Caractérisation génétique pour la résistance à l'orobanche

2.1.1.1. Matériel génétique étudié

L'expérimentation consiste à faire des criblages sur un matériel génétique de différentes provenances. Ce matériel se compose de lignées parentales de différents types de fèves (major, minor et equina) et des croisements en F5 effectués au niveau de l'université de Hohenheim à Stuttgart en Allemagne.

Le matériel végétal nous a été transmis par le Dr Wolfgang Link dans le cadre du projet REMAFEVE.

2.1.1.1.1. Lignées parentales et leur origine

Les lignées parentales sont en nombre de 20 et appartiennent à 3 germplasmes (Tabl.6):

- 6 lignées européennes et méditerranéennes de type *Vicia faba minor* ;
- 6 lignées méditerranéennes de type *Vicia faba major*
- 8 lignées méditerranéennes de type *Vicia faba equina*

Tabl. 6 Liste des lignées parentales:

Lignées parentales	type	Origine	Lignées parentales	type	Origine
129/Tunisien	Major	Méditerranée	H20s	Equina	Méditerranée
13/Syrien	Major	Méditerranée	Hedosa	Equina	Méditerranée
Cannereexpress	Major	Méditerranée	Minica	Equina	Méditerranée
Conamore	Major	Méditerranée	Rowena	Equina	Méditerranée
Felicia	Major	Méditerranée	34/Marokko	Minor	Méditerranée
Rebaya	Major	Méditerranée	91/25	Minor	Europe
Peleponnes	Equina	Méditerranée	91/36	Minor	Europe
135/Ethiopien	Equina	Méditerranée	91/42	Minor	Europe
14/Cagnote	Equina	Méditerranée	98/Tunisien	Minor	Méditerranée
Giza4	Equina	Méditerranée	Bond	Minor	Europe

2.1.1.1.2. Lignées croisées

Les lignées parentales ont été manuellement croisées en donnant naissance à 99 croisements. Tous les croisements ont été également réalisés dans le sens réciproque donnant un total de 198 croisements (Tabl. 7). L'ensemble des croisements a été autofécondé sous cage en 1992 en Allemagne pour donner naissance à une génération F2 qui a été autofécondée à son tour toujours sous cage et l'opération est répétée jusqu'à l'obtention de la génération F5. Cette génération est comparée aux lignées parentales.

Tabl.7 : Liste des croisements

129/tun x 13/syr	34/mar x feli	98/tun x pelep	giza4 x bond	pelep x hedosa
129/tun x 135/eth	34/mar x giza4	98/tun x rowe	giza4 x canExp	pelep x rebaya
129/tun x 34/mar	34/mar x mini	bond x 129/tun	giza4 x conAmo	rebaya x 129/tun
129/tun x 91/36	34/mar x pelep	bond x 14/cag	giza4 x h20s	rebaya x 14/cag
129/tun x 98/tun	34/mar x rowe	bond x 91/25	giza4 x hedosa	rebaya x 91/25
129/tun x bond	91/25 x 91/36	bond x 91/42	giza4 x rebaya	rebaya x 91/42
129/tun x canExp	91/25 x 13/syr	bond x feli	h20s x 129/tun	rebaya x 91/42
129/tun x conAm	91/25 x 135/eth	bond x giza4	h20s x 14/cag	rebaya x feli
129/tun x h20s	91/25 x 34/mar	bond x mini	h20s x 91/25	rebaya x mini
129/tun x hedosa	91/25 x 98/tun	bond x pelep	h20s x 91/42	rebaya x pelep
129/tun x rebaya	91/25 x bond	bond x rowe	h20s x feli	rebaya x rowe
13/syr x 129/tun	91/25 x canExp	canExp x 91/25	h20s x giza4	rowe x 13/syr
13/syr x 14/cag	91/25 x conAm	canExp x 129/tun	h20s x mini	rowe x 135/eth
13/syr x 91/25	91/25 x h20s	canExp x 14/cag	h20s x pelep	rowe x 34/mar
13/syr x 91/42	91/25 x hedosa	canExp x 91/42	h20s x pelep	rowe x 91/36
13/syr x feli	91/25 x rebaya	canExp x feli	h20s x rowe	rowe x 98/tun
13/syr x giza4	91/36 x 129/tun	canExp x giza4	hedosa x 129/tun	rowe x bond
13/syr x mini	91/36 x 14/cag	canExp x mini	hedosa x 14/cag	rowe x canExp
13/syr x pelep	91/36 x 91/25	canExp x pelep	hedosa x 91/25	rowe x conAm
13/syr x rowe	91/36 x 91/42	conAm x 129/tun	hedosa x 91/42	rowe x h20s
135/eth x 129/tun	91/36 x feli	conAm x 14/cag	hedosa x feli	rowe x hedosa
135/eth x 14/cag	91/36 x giza4	conAm x 91/25	hedosa x giza4	rowe x rebaya
135/eth x 91/25	91/36 x mini	conAm x 91/42	hedosa x mini	canExp x rowe
135/eth x 91/42	91/36 x pelep	conAm x feli	hedosa x pelep	pelep x h20s
135/eth x feli	91/36 x rowe	conAm x giza4	hedosa x rowe	rebaya x giza4
135/eth x feli	91/42 x 13/syr	conAm x mini	mini x 13/syr	
135/eth x giza4	91/42 x 135/eth	conAm x pelep	mini x 135/eth	
135/eth x mini	91/42 x 34/mar	conAm x rowe	mini x 34/mar	
135/eth x pelep	91/42 x 91/36	feli x 13/syr	mini x 91/36	
135/eth x rowe	91/42 x 98/tun	feli x 135/eth	mini x 98/tun	
14/cag x 13/syr	91/42 x bond	feli x 34/mar	mini x bond	
14/cag x 135/eth	91/42 x canExp	feli x 91/36	mini x canExp	
14/cag x 34/mar	91/42 x conAm	feli x 98/tun	mini x conAm	
14/cag x 91/36	91/42 x h20s	feli x bond	mini x h20s	
14/cag x 98/tun	91/42 x hedosa	feli x canExp	mini x hedosa	
14/cag x bond	91/42 x rebaya	feli x conAm	mini x rebaya	
14/cag x conAm	98/tun x 129/tun	feli x h20s	pelep x 13/syr	
14/cag x h20s	98/tun x 14/cag	feli x hedosa	pelep x 135/eth	
14/cag x hedosa	98/tun x 91/25	feli x rebaya	pelep x 34/mar	
14/cag x rebaya	98/tun x 91/42	giza4 x 13/syr	pelep x 91/36	
34/mar x 129/tun	98/tun x 91/42	giza4 x 135/eth	pelep x 98/tun	
34/mar x 14/cag	98/tun x feli	giza4 x 34/mar	pelep x bond	
34/mar x 91/25	98/tun x giza4	giza4 x 91/36	pelep x canExp	
34/mar x 91/42	98/tun x mini	giza4 x 98/tun	pelep x conAm	

2.1.1.1.3. Lignées témoins

Pour les besoins de l'expérimentation, 9 lignées témoin ont été également semées. Il s'agit des lignées locales ou des lignées adaptées aux conditions de la région, dont la réaction vis-à-vis de l'orobanche est connue. Ces variétés sont présentées dans le tableau 8.

Tabl.8: Liste des lignées témoins

Variétés /lignées	Type	Réaction vis-à-vis de l'orobanche	Origine
18009(s)	Equina	Resistante	ICARDA
18025(s)	Equina	Resistante	ICARDA
18105(s)	Equina	tolerante	ICARDA
18035(s)	Equinar	Resistante	ICARDA
8/9/72	Equina	Resistante	ICARDA
8/9/85	Equina	Resistante	ICARDA
Aguadulce	Major	sensible	ICARDA
Latakia	Major	sensible	ICARDA
Giza 402	Équina	resistante	ICARDA

Source: ITGC

2.1.1.2. Protocole expérimental

2.1.1.2.1. Dispositif expérimental

Les 20 lignées parentales, les 198 croisements et croisements réciproques en F5 et les témoins ont été randomisés en lattice 6X6 en deux répétitions, chaque répétition est composée de 6 sous blocs de (9.5 x 9.6)m²; chaque sous bloc est constitué de 6 parcelles élémentaires. La dimension de la parcelle de l'essai est de 41m X 28.8m = 1180.8m² (Fig. 9).

2.1.1.2.2. Dimension de l'unité expérimentale

Chaque parcelle élémentaire comprend 3 croisements en F5 et leurs parents correspondants. Le nombre total des accessions est de 432 semées en deux répétitions sur 864 lignes de 1 mètre de long à raison de 10 graines semées par ligne avec un écartement entre les lignes de semis de 0.8m.

2.1.1.3. Notations et mesures

Un ensemble de codes est utilisé pour identifier les variables quantitatives (mesurées) étudiées pour la préparation de la matrice à analyser sur le plan statistique (Tabl. 9).

Tabl. 9: Les variables mesurées

Variables mesurées	Code
Durée des stades phenologiques	
Durée de la phase semis- anthèse Durée de la phase semis- fin floraison Durée du cycle	(ANTH_SEM) (FIN_FL) (MATUR_S)
Caractères morphologiques	
Hauteur des plants à la floraison Hauteur des plants à la récolte	HAUTPLF HAUTPLR
Réaction à l'orobanche	
Nombre d'orobanches / ligne Nombre d'orobanches / plant	NBREOR/L NBREOR/PLT
Rendement et ses composantes	
Nombre de plants levés par ligne Nombre de grains / ligne Nombre de grains / plant Nombre de tiges fertiles Nombre de tiges stériles Rendement en grains / ligne Rendement en grains / plant	NBPLT/L NBGR/L NBGR/PLT NBRBRF NBRBRS RDT/L RDT/PLT

N

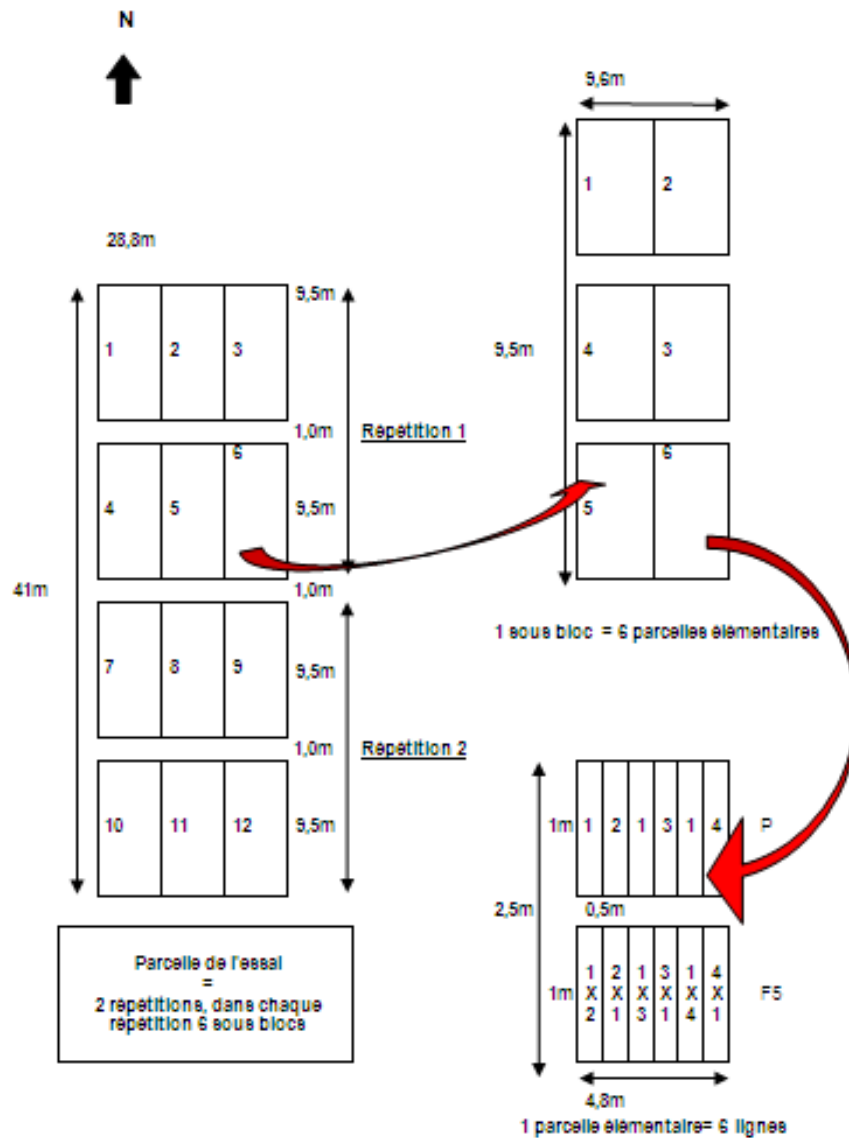


Fig. 9: Schéma général du dispositif expérimental

2.1.1.3.1. Echelle de notation de la réaction de la fève à l'orobanche

Il s'agit de l'échelle proposée par l'ICARDA habituellement utilisée dans la sélection pour la résistance à l'orobanche dans les programmes d'amélioration au niveau de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC);

1 =Hautement résistant : pas d'orobanche ou présence de quelque pieds d'orobanche mais sans formation de graines;

3 =Résistant : présence sporadique d'orobanche moins vigoureuse avec une faible formation de graines ;

5 =Modérément résistant : présence fréquente des orobanches, plus de deux pieds /plant de fève avec une formation moyenne des graines d'orobanche et avec un comportement relativement normal de la plante hôte ;

7 =Sensible : présence très fréquente d'orobanches, 3 à 5 pieds par plant de fève, avec une croissance et formation de graines du parasite normale et avec une réduction significative de la croissance et du rendement de la plante hôte ;

9 =Très sensible : présence importante et dominante de l'orobanche avec une réduction importante du rendement de la plante hôte ou une destruction totale de la plante hôte et avec une formation abondante des graines d'orobanche.

2.1.1.4. Analyse des données

Les méthodes statistiques utilisées pour l'analyse des données sont basées sur la caractérisation des lignées parentales et des lignées issues des différents croisements à travers des variables quantitatives mesurées (Tabl. 10). Les variables mesurées ont subi deux types d'analyses statistiques:

2.1.1.4.1. Analyse univariée

Elle est basée sur le calcul des corrélations; l'analyse de la variance complétée par le test de Newman et Keuls (groupes homogènes).

2.1.1.4.2. Analyse de la variance ANOVA

L'Analyse de la variance est une technique permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (*variables à expliquer*) sont en relation avec une ou plusieurs variables dites *indépendantes* (*variables explicatives*).

Sur l'ensemble des variables quantitatives, nous devons déterminer, s'il existe une différence significative entre les individus observés par rapport à un ensemble de variables mesurées au risque de 1ère espèce ($\alpha = 5\%$). Nous sommes dans un cas d'ANOVA à un facteur qui est "lignées".

Le tableau des données est le tableau des caractères quantitatifs, formé en colonnes par l'ensemble des variables quantitatives et en lignes par l'ensemble des individus (227x2 lignées parentales et croisements) réparties en deux répétitions.

2.1.1.4.3. Test de comparaison des moyennes

Le test de Newman-Keuls est une méthode de comparaison multiple qui permet de comparer toutes les paires de moyennes en contrôlant le risque alpha global, à un niveau défini ($\alpha=5\%$).

Elle indique quelles moyennes sont significativement différentes des autres par une classification en sous ensembles homogènes (groupes homogènes).

2.1.1.4.4. Analyse multivariée

Pour caractériser les lignées étudiées, nous avons procédé à une analyse multivariée ou la méthode d'étude repose sur les principes de l'analyse statistique multidimensionnelle, basée sur l'analyse des correspondances principale (ACP) et sur une classification ascendante hiérarchique (CAH).

Ces méthodes permettent d'analyser de façon précise les interactions entre les variables sélectionnées et de mettre en évidence des combinaisons plus ou moins systématiques de variables et de dégager les composantes qui structurent les lignées étudiées.

2.1.1.4.5. Analyse en Composantes Principales (ACP)

C'est une des techniques les plus classiques de la statistique multivariée. Elle permet d'extraire le maximum d'informations sous une forme simple et cohérente à partir d'un ensemble très élevé de données. Elle sert aussi à mettre en évidence les interrelations entre les variables et les ressemblances et les oppositions entre les observations analysées (dans notre cas les lignées). Toutefois, il faut rappeler que cette méthode s'applique à un ensemble de variables quantitatives.

Par ailleurs, le même tableau utilisé pour l'analyse univariée pour les caractères quantitatifs est utilisé pour l'Analyse en composantes principales. Ce tableau est formé des moyennes des valeurs quantitatives pour 15 caractères ou variables étudiés. Chaque valeur dans la même ligne correspond à une lignée avec un total de 229 lignées.

L'ACP nous permet aussi, d'établir la matrice des corrélations entre les variables quantitatives.

2.1.1.4.6. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

En général, les classifications procèdent à la partition d'un ensemble de variables en un système de classes disjointes. Dans les classifications hiérarchiques, chaque classe peut être subdivisée au niveau inférieur ou regroupée au niveau supérieur de la hiérarchie. Les résultats obtenus sont synthétisés graphiquement sous la forme de dendrogramme horizontal ou vertical. L'efficacité de la CAH dépend essentiellement du choix de la distance utilisée.

Notre choix est porté sur la distance Euclidienne pour décrire la similarité et la distance de Pearson pour décrire la dissimilarité entre les lignées étudiées. Sachant que l'ACP et la CAH sont complémentaires, on est le plus souvent amené à les utiliser conjointement pour analyser un problème donné. Comparant les résultats obtenus par l'ACP avec ceux de la CAH, nous pouvons déduire la distance qui explique le mieux cette classification.

Concernant, les données nous avons utilisé le même tableau que celui de l'analyse précédente, à savoir l'ACP. L'avantage de cette méthode est la simplicité des interprétations et la clarté de ses résultats. Le programme utilisé pour l'ensemble des analyses est STATISTICA 6ème version.

2.1.2. Effet de l'application de trois herbicides sur le contrôle de l'infestation par l'orobanche et sur l'amélioration du rendement de la culture de la fève

La lutte chimique évaluée, est basée sur le principe de fonctionnement des produits systémiques à base de glyphosate ou d'imidazol

2.1.2.1. Objectifs de l'expérimentation

Les principaux objectifs de cette expérimentation visent la détermination de:

- L'effet d'application de deux herbicides de la famille des Imidazolinones en comparaison avec l'herbicide de référence qui est le glyphosate, sur le contrôle de l'orobanche;
- L'effet d'application des trois herbicides sur l'amélioration des composantes de rendement et du rendement de la culture de fève dans des conditions d'infestation par l'orobanche.

2.1.2.2. Matériel végétal utilisé

La variété de fève utilisée est une variété locale "Séville" sensible à l'orobanche provenant de la station expérimentale "ITGC de Sidi Bel Abbés".

2.1.2.3. Protocole expérimental

2.1.2.3.1. Dispositif expérimental

Il s'agit d'un bloc aléatoire complet (Fisher) avec 4 répétitions dont le facteur étudié est l'herbicide

2.1.2.3.2 Traitements étudiés

T0 : témoin non traité;

T1 : traitement au glyphosate à la dose de 60g de m.a/ha, appliqué au stade tubercule;

T2 : traitement à l'imazethapyr à la dose de 25g de m.a/ha, appliqué au stade tubercule;

T3 : traitement à l'imazaquine à la dose de 25g de m.a/ha, appliqué au stade tubercule;

2.1.2.4. Notations et mesures

les variables mesurées sont identifiées dans le tableau.11.

Tabl.10: Les variables mesurées

Caractères morphologiques	Code
Hauteur des plants à la floraison	HautF
Réaction à l'orobanche	
Nombre d'orobanches / plant Poids sec d'orobanches /plant	NbreOR/plt PSOR/PL
Rendement et ses composantes	
Nombre de plants levés/ligne Nombre de gousses /plant Nombre de grains/ plant Rendement /ha	Nbre plt/L Nbre gs/pl Nbre gr/plt RDT/ha

Dans cette expérimentation, l'analyse statistique se limite à une simple analyse de la variance et le test de comparaison des moyennes (groupes homogènes) dont le principe est déjà développé.

2.1.3. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur l'infestation de la fève par *O. crenata*

L'expérimentation s'est déroulée à la station expérimentale d'Oued Smar sur une parcelle naturellement infestée par l'orobanche, durant deux campagnes agricoles; 1992/1993 et 1993/1994.

2.1.3.1. Objectifs de l'expérimentation

Les principaux objectifs de cette expérimentation visent à déterminer :

- L'effet de la date de semis sur le contrôle de l'orobanche et sur le comportement et la production de la culture de fève semée dans des conditions d'infestation par l'orobanche;
- L'effet d'utilisation des variétés tolérantes à l'orobanche sur le contrôle de l'orobanche et sur la production de la fève cultivées dans des conditions d'infestation par l'orobanche;
- L'effet de traitement au glyphosate sur le contrôle de l'orobanche et sur la réaction et la production de la culture de la fève;
- Mettre en évidence un procédé de lutte intégrée, pratique et économique en déterminant des effets d'interaction entre la date de semis, les variétés tolérantes et le traitement chimique au glyphosate pour une meilleure maîtrise de l'orobanche dans une culture de fève semée dans des conditions d'infestation par l'orobanche.

2.1.3.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a été sélectionné dans les pépinières de l'ICARDA "FB NARON" et multiplié au niveau de la station ITGC de Sidi Bel Abbès. Il s'agit des variétés Séville, Sel.88.LAT.18105 (s) et Sel.88 LAT.18009 (s).

2.1.3.3. Protocole expérimental

2.1.3.3.1. Facteurs étudiés:

Ils sont en nombre de trois : la date de semis, les variétés et le traitement au glyphosate.

Date de semis

- Octobre, novembre et décembre pour l'année 1992/1993
- Novembre et décembre pour la campagne 1993/94

Variété

- Séville, sel.88.LAT.18105 pour l'année 1992/93
- Séville, sel.88 lat.1805, sel.88 LAT.18009 pour l'année 1993/94.

Traitement au glyphosate

Deux applications foliaires sont réalisées à 15 jours d'intervalle, au stade tubercule et à la dose de 60g de m.a /ha.

2.1.3.3.2. Dispositif expérimental:

Il s'agit d'un Split plot à trois étages avec 4 répétitions (Fig. 10).

Le facteur date de semis est affecté aux grandes parcelles, les variétés aux sous parcelles et le traitement glyphosate aux petites parcelles.

2.1.3.3.3. Dimensions de l'unité expérimentale:

les mesures des unités expérimentales sont :

- Petite parcelle : 4 lignes X écart.0.50mX10m de long =20m²
- Sous parcelle : 20m²X2 parcelles =40m²
- Grande parcelle : 20 m² x 4 parcelles=80m²

2.1.3.4. Notations et mesures

Les variables mesurées sont identifiées dans le tableau.11.

Les variables mesurées :	code
Caractères morphologiques	
Hauteur des plants à la floraison	HautF
Hauteur des plants à la récolte	HautR
Réaction à l'orobanche	
Nombre d'orobanches /plant	NBROR/PL
Poids sec de l'orobanches /plant de fève	PSOR/PL
Rendement et ses composantes	
Nombre de plants levés/ ligne	Nbre plt/L
Nombre de gousses / plant de fève	Nbre gs/pl
Nombre de grains/plant	Nbre gr/plt
Poids de 100 grains (g)	PCG(g)
Rendement en grains q/ha	RDT/HA

Tabl. 11: Les variables mesurées

Pour cette expérimentation, l'analyse statistique se limite aussi à une simple analyse de la variance et le test de comparaison des moyennes pour mettre principalement en évidence les effets d'interactions entre les facteurs étudiés.

Semis de décembre				Semis d'octobre				Semis de novembre			
SEVILLE		Lat.18105		Lat.18105		SEVILLE		SEVILLE		Lat.18105	
-gly	+gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	-gly	+gly
Semis de novembre				Semis d'octobre				Semis de décembre			
Lat.18105		SEVILLE		SEVILLE		Lat.18105		Lat.18105		SEVILLE	
-gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly
Semis de décembre				Semis de novembre				Semis d'octobre			
Lat.18105		SEVILLE		Lat.18105		SEVILLE		Lat.18105		SEVILLE	
-gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly
Semis d'octobre				Semis de décembre				Semis de novembre			
SEVILLE		Lat.18105		Lat.18105		SEVILLE		SEVILLE		Lat.18105	
+gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	-gly

Fig.10 Schéma du dispositif expérimental (1992/93)

	Novembre						Décembre						
Rep. I	Seville		Lat.18105(a)		Lat.18005(a)		Lat.18005(a)		Lat.18105(a)		Seville		
	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly	-gly
	Décembre						Novembre						
Rep. II	Lat.18105(a)		Lat.18005(a)		Seville		Seville		Lat.18105(a)		Lat.18005(a)		
	+gly	-gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	-gly	+gly	
	Novembre						Décembre						
Rep. III	Lat.18005(a)		Lat.18105(a)		Seville		Seville		Lat.18105(a)		Lat.18005(a)		
	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	-gly	+gly	-gly	
	Décembre						Novembre						
Rep. IV	Seville		Lat.18105(a)		Lat.18005(a)		Lat.18005(a)		Lat.18105(a)		Seville		
	+gly	-gly	-gly	+gly	+gly	-gly	+gly	-gly	-gly	+gly	-gly	+gly	

Fig.11 : Schéma du dispositif expérimental (1993/94)

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS :

3.1. Caractérisation génétique pour la résistance à l'orobanche

3.1.1. Analyse univariée

L'ensemble des lignées parentales, les croisements en F5 et les différents témoins ont subi une analyse de la variance à un seul critère de classification, au risque de première espèce, $\alpha = 5\%$ (voir matériels et méthodes). Les paramètres statistiques de chaque variable sont présentés dans le Tabl. 12.

Tabl.12: Statistiques descriptives des variables quantitatives des lignées étudiées

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS :

	N Actifs	Moyenne	Confiance	Minimum	Maximum	Variance	Ecart-type	CV%	Probabi
Nombre de plants à la levée	229	7,49	7,66	3,50	10,00	1,77	1,33	5,62	0,01198
Durée de la phase semis -anthèse	229	91,79	93,38	45,63	139,00	148,55	12,19	7,53	0,00309
Hauteur des plants à la floraison	229	35,69	36,64	19,54	64,00	52,02	7,21	4,95	0,00167
Durée de la phase semis- fin floraison	229	142,53	143,86	68,13	156,00	103,51	10,17	14,01	0,00178
Durée de phase semis- maturité	229	161,16	162,33	81,13	176,00	79,61	8,92	18,06	-
Hauteur des plants à la récolte	229	41,68	43,17	22,54	171,50	130,20	11,41	3,65	0,00083
Rendement en grains /ligne (g)	229	48,10	52,89	1,00	222,38	1339,71	36,60	1,31	0,00417
Rendement en grains /plant (g)	229	6,58	7,27	0,11	33,23	27,49	5,24	1,26	0,01298
Nombre de grains/ ligne	229	101,33	110,12	5,50	386,00	4513,89	67,19	1,51	0,00044
Nombre de grains / plant	229	13,68	14,83	0,78	46,50	77,13	8,78	1,56	0,01819
Nombre de branches fertiles / plant	229	10,57	11,20	1,17	26,00	22,62	4,76	2,22	0,03533
Nombre de branches stériles / plant	229	7,98	8,44	2,00	29,00	12,65	3,56	2,24	0,01123
Nombre de plants d'orobanches / ligne	229	6,39	7,18	0,00	43,00	36,76	6,06	1,05	0,00466
Nombre de plants d'orobanches /plant de fève	229	0,90	1,01	0,00	4,30	0,70	0,84	1,08	0,00389

Dans un intervalle de confiance de 95%, nous remarquons une grande variation inter et intra variables. L'importance de l'étendue (écart type) pour certaines variables, comme le rendement en grains /ligne et le nombre de grains par ligne (36.60 et 67.19), respectivement, le montre. Cette variabilité est expliquée en grande partie par le fait que le matériel génétique utilisé ne soit pas totalement stable.

Il est en 5ème génération ne présentant d'après Baum et al. 1984, in khaldoun et al. 2006 que 93.75% d'homozygotie. Par ailleurs, le coefficient de la variation est globalement dans les limites acceptable (Tabl. 13), sachant que les moyennes sont influencées par les valeurs extrêmes, cas de la variable nombre de graines / lignes (min : 5.50, max : 386 graines / ligne).

Dans l'ensemble, la dispersion des données est relativement acceptable par rapport aux écarts types et coefficients de variation obtenus.

3.1.1.1. Analyse de la variance

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

Les résultats de l'analyse de la variance (Tabl.1, annexe), révèlent des différences significatives au seuil ($\alpha = 5\%$) entre les différentes lignées étudiées, pour les variables: nombre de plants à la levée , le rendement en grains /plant et le nombre de branches fertiles /plant et une différence hautement significative au même seuil ($\alpha = 5\%$) pour les variables: la durée de la phase semis anthèse , le rendement en grains/ligne, le nombre de grains /plant , le nombre de branches stériles/plant, le nombre d'orobanches /ligne et par plant, comme elle a montré une différence très hautement significative pour la hauteur des plants à la floraison et à la récolte , la durée de la phase semis –fin floraison et le nombre de grains/ ligne .

En outre, aucune différence significative n'a été révélée par l'analyse pour la durée du cycle (Tabl. 14). Autrement dit, toutes les lignées étudiées sont caractérisées par une durée du cycle moyenne de 161 jours.

Tabl.13: Résultats de l'analyse de la variance

Variable	N Actifs	Moyenne	Ecart-type	CV%	p	Signification statistique
Nombre de plants à la levée (NBRPLT_L)	229	7,49	1,33	5,62	0,011983	S
Durée de la phase semis –anthèse (ANTH_SEM)	229	91,79	12,19	7,53	0,003095	HS
Hauteur des plants à la floraison (HAUTPLF)	229	35,69	7,21	4,95	0,001678	THS
Durée e la phase semis – fin floraison (FIN_FL)	229	142,53	10,17	14,01	0,001783	THS
Durée du cycle (MATUR_S)	229	161,16	8,92	18,06	-	NS
Hauteur des plants à la récolte (HAUTPLR)	229	41,68	11,41	3,65	0,000835	THS
Rendement en grains (g/ ligne) RDT_L	229	48,10	36,60	1,31	0,004170	HS
Rendement en grains (g/ plant) RDT/PLT	229	6,58	5,24	1,26	0,012988	S
Nombre de grains / ligne (NBRGR_L)	229	101,33	67,19	1,51	0,000443	THS
Nombre de grains /plant (NBGR/PLT)	229	13,68	8,78	1,56	0,018192	HS
Nombre de branches fertiles / plant (NBRBRF)	229	10,57	4,76	2,22	0,035336	S
Nombre de branches stériles / plant (NBRBRS)	229	7,98	3,56	2,24	0,011237	HS
Nombre d'orobanches par ligne (NBROR_L)	229	6,39	6,06	1,05	0,004662	HS
Nombre d'orobanches / plant (NBORO/plt)	229	0,90	0,84	1,08	0,003896	HS

NB/ S: significative; HS : hautement significative ; THS: très hautement significative

3.1.1.2. Test de comparaison des moyennes (Newman et Keuls)

Le test de comparaison des moyennes a permis de distinguer des groupes homogènes pour les différentes variables mesurées qui présentent une différence significative au seuil de 5%.

Les groupes sont nettement et clairement distingués pour les variables qui montrent une différence hautement et très hautement significatives entre les différentes lignées étudiées, comme la hauteur des plants à la récolte, le nombre d'orobanches /ligne et le nombre de grains /ligne.

3.1.1.2.1. Hauteur des plants à la récolte

Trois groupes sont nettement distingués (Tabl.14). Le groupe (A) qui englobe toutes les lignées qui présentent une hauteur des plants moyenne à la récolte comprise entre 22.54 et 68 cm, le groupe (B) qui distingue la lignée (91/25) du reste des lignées par une hauteur à la récolte moyenne de 84 cm et enfin le groupe (C) qui distingue la lignée issue du croisement (135/eth x 91/42) par une taille moyenne à la récolte la plus haute (171.5 cm)

Tabl.14: Groupe homogène (Hauteur des plants de fève à la récolte) :

lignées	Moyennes	Groupes homogènes		
Toutes les lignes de...	de 22.54 à 67,91	A		
91/25	83,68		B	
135/eth x 91/42	171,50			C

NB/ voir annexe pour les détails

3.1.1.2.2. Nombre de grains / ligne

Le test a permis la distinction entre 65 groupes. Le groupe qui a permis une forte fertilité (nombre de grains / ligne le plus élevé) est constitué des lignées inscrites dans le tableau 15, avec un nombre de graines moyen par ligne qui varie entre 200 et 386 graines

lignées	Moyennes	lignées	Moyennes
rebaya x 129/tun	200,50	34/mar x giza4	248,00
pelep x 34/mar	201,00	18009(s)	250,72
91/42 x 135/eth	208,50	13/syr x 91/42	265,00
pelep x 135/eth	208,50	giza4 x 34/mar	270,55
91/42 x 13/syr	216,50	giza4 x 91/36	272,00
giza4 x 98/tun	220,00	giza 402	274,31
98/tunisien	225,28	18105(s)	284,50
129/tun x 135/eth	234,50	34/mar x 91/25	325,50
18025(s)	236,87	129/tun x 34/mar	386,00

Tabl. 15 : Groupes homogènes (Nombre de grains /ligne)

NB/ voir annexe pour les détails

Parmi ces lignées, on retrouve les témoins résistant à l'orobanche (18025(s), Giza 402, 18009(s),18105(s)).

3.1.1.2.3. Nombre d'orobanches /ligne

Deux groupes homogènes sont nettement distingués. Le groupe (A) qui rassemble toutes les lignées avec un nombre de plants d'orobanches qui varie entre (0- 25) plants /mL et le groupe (B) qui concerne (Caner Express x Minica) avec un nombre d'orobanches

émergés sur la ligne de semis de 43 hampes florales /mL, c'est la lignées la plus sensible à l'orobanche.

Tabl. 16 : Groupes homogènes (Nombres d'orobanches /ligne)

lignées	Moyennes	Groupes homogènes	
Toutes les lignées de:	de 0 à 25,500	A	
canExp x mini	43,00		B

Le test de Newman et Keuls a mis en évidence 1 seul groupe homogène pour les variables :

- Durée de la phase semis –anthèse,
- Durée de la phase semis –fin floraison
- Hauteur des plants à la floraison (cm)
- Rendement en grains/ligne (g)
- Rendement en grains/plants
- Nombre de grains /plant
- Nombre de branches fertiles /plant
- Nombre de branches stériles /plant
- Nombre d'orobanches /plant

3.1.1.3. Discussion

L'analyse de la variance effectuée sur un ensemble de 229 lignées a révélé des différences significatives entre les différentes lignées étudiées pour l'ensemble des paramètres mesurés. Par ailleurs, le test de comparaison des moyennes effectué n'a pas permis une distinction claire entre les différents groupes de moyennes formés, cela s'explique par le fait que le matériel étudié ne soit pas totalement stable. Pour une meilleure caractérisation des lignées, nous avons jugé nécessaire d'opter pour un autre type d'analyse à savoir, l'analyse multivariée en composantes principales (ACP), confirmée par la classification ascendante hiérarchique (CAH).

3.1.2. Analyse multivariée

3.1.2.1. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales, faite sur l'ensemble des 229 observations (lignées), a pour objectif l'identification des profils de comportement génétique des différentes lignées étudiées, par la mise en évidence des variations de comportement entre les lignées en relation avec les différentes variables quantitatives (mesurées), Le pourcentage de la variance totale est expliqué par chaque facteur représenté par les différents axes de l'analyse des composantes principale (Axe 1, axe 2....etc.).

A l'issu de l'ACP, nous avons retenu 5 axes expliquant 79.41 % de la variance totale du nuage de point (Tabl. 17). Un total de 75% de variance expliquée est généralement considéré comme acceptable.

AXE	Val. propre	% Total de la variance	Cumul valeur propre	Cumul %
1	5,376	35,844	5,376	35,844
2	2,595	17,303	7,972	53,148
3	1,702	11,352	9,675	64,501
4	1,222	8,148	10,897	72,649
5	1,014	6,761	11,911	79,412

Tabl.17: Valeurs propres basées sur les corrélations

L'analyse des valeurs propres basées sur les corrélations (Tabl.17) montre :

- Les deux axes 1.2 expliquent un peu plus que la moitié de l'information (53.14%)
- Les axes 2.3 n'expliquent que 28.65 % de l'information
- Les axes 1.3 expliquent 47.19% de l'information

D'après ces résultats, nous remarquons que ces premiers axes ne représentent pas une bonne description de la dispersion des individus et variables, puisqu'ils n'expliquent que juste la moitié de la variation totale, donc il n'y a pas une séparation nette des premiers axes. Le cumul atteint 100 % jusqu'à l'axe 15, ce qui explique l'importance de la contribution de chaque variable. Par contre, l'étude de la contribution de chaque variable basée sur les corrélations, permet d'hierarchiser les variables responsables de la formation de chaque axe (Tabl.18).

Les coordonnées factorielles des variables (coefficient de corrélation avec les axes), élevées au carré, indique la qualité de la présentation de chaque variable (le maximum étant de 1) dans notre cas les variables les mieux présentées sont présenté en rouge (Tabl. 19).

Tabl. 18 : Les coordonnées factorielles des variables (coefficient de corrélation avec les axes 1.2et 3 et leurs valeurs élevées au carrée)

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

Variables	axe 1		axe 2		axe 3	
	R	R ²	R	R ²	R	R ²
Nombre de plants à la levée	0,061130	0,003737	-0,327224	0,107075	-0,342329	0,11718
Durée de la phase semis anthèse (ANTH_SEM)	-0,461373	0,212865	-0,641613	0,411667	0,142046	0,02017
Hauteur des plants à la floraison (HAUTPLF)	-0,357313	0,127672	-0,710830	0,505279	-0,196506	0,03861
Durée de la phase semis fin-floraison (FIN_FL)	-0,605552	0,366693	-0,432589	0,187133	0,244009	0,05954
Durée du cycle (MATUR_S)	-0,449039	0,201636	-0,622323	0,387286	0,287345	0,08256
Hauteur des plants à la récolte (HAUTPLR)	-0,269837	0,072812	-0,567558	0,322122	-0,019528	0,00038
Rendement en grains /lignes (g) (RDT_L)	0,887380	0,787442	-0,246590	0,060807	-0,206792	0,04276
Rendement en grains /plant (g) (RDT/PLT)	0,851743	0,725467	-0,176850	0,031276	-0,169408	0,02869
Nombre de grains / ligne (NBRGR_L)	0,813495	0,661773	-0,369422	0,136473	-0,228383	0,05215
Nombre de grains / plant (NBGR/PLT)	0,826221	0,682642	-0,302690	0,091621	-0,178639	0,03191
Nombre de branches fertiles / plant (NBRBRF)	0,809050	0,654561	-0,186287	0,034703	-0,005290	0,00002
Nombre de branches stériles / plant (NBRBRS)	-0,509064	0,259146	0,075066	0,005635	-0,194949	0,03800
Nombre d'orobanches /ligne (NBROR_L)	-0,546759	0,298945	0,115475	0,013335	-0,758019	0,57459
Nombre d'orobanches /plant de fève (NBORO/plt)	-0,532108	0,283139	0,273299	0,074693	-0,685649	0,47011

Les variables de contribution, rendement en grains par ligne et par plant (RDT-L et RDT /PLT, nombre de grains /ligne et par plant (NBRGR_L, NBRGR/PLT) et le nombre de branches fertiles /plant (NBBF), sont des variables qui contribuent le plus à la répartition des individus sur l'axe 1. Ces variables sont bien présentées ($R^2 > 0.65$), parallèlement la durée de la phase semis –anthèse (ANTH_SEM) et la hauteur des plants à la floraison (HAUTPLF) sont des variables qui expliquent la répartition des individus suivant l'axe 2, elles sont moyennement représentées ($R^2 = 0.5$). Cependant, l'axe 3 est expliqué par les variables nombre d'orobanche /ligne et par plant (NBROR_L, NBROR/plt), elles sont également, moyennement représentées ($R^2 = 0.5$) (Tabl. 18).

3.1.2.1.1. Analyse de la matrice des corrélations des variables étudiées

Une forte corrélation est observée entre les variables de production: nombre de branches fertiles, nombre de grains /ligne et par plant, avec le rendement en grains (g/ligne) et (g/plant) et entre les variables liées à la phénologie de la culture comme la durée du cycle de la fève avec la durée de la phase semis- anthèse et semis fin- floraison. Une relation étroite est également observée entre les variables liées à la phénologie comme la durée de la phase semis –anthèse et la hauteur des plants au stade floraison.

Par ailleurs, une relation négative est observée entre le nombre d'orobanches /ligne et par plant avec la fertilité des plants de fève (nombre de branche fertiles /plant de fève).

L'analyse de la matrice des corrélations (Tabl. 19), nous indique que les corrélations positives les plus fortes sont:

Variables mesurées	Coefficient de corrélation
• Rendement en grains /plant (RDT/PLT) :	R=0.94
• Nombre de grains /ligne (NBRGR_L) :	R=0.81
• Nombre de grains /plant (NBGR/PLT) :	R=0.79
• Nombre de branches fertiles (NBRBRF) :	R=0.73
• La durée du cycle (MATUR_S) :	R=0.79

Ces variables sont fortement et positivement corrélées avec le rendement en grains par ligne et par plant.

Il est à noter aussi que la corrélation négative la plus forte est le nombre d'orobanches / plant (NBORO/plt). Cette variable est négativement corrélée avec le nombre de branches fertiles par plant (R=-0.51)

	NBRPLT_L	ANTH_SEM	HAUTPLF	FIN_FL	MATUR_S	HAUTPLR	RDT_L	RDT/PLT	NBRGR_L	NBGR/PLT	NBRBRF	NBRBR_S	NBORO_L	NBORO
NBRPLT_L	1,00													
ANTH_SEM	0,02	1,00												
HAUTPLF	0,24	0,61	1,00											
FIN_FL	0,00	0,44	0,30	1,00										
MATUR_S	0,07	0,55	0,41	0,79	1,00									
HAUTPLR	0,38	0,42	0,53	0,28	0,28	1,00								
RDT_L	0,18	-0,28	-0,08	-0,45	-0,25	-0,11	1,00							
RDT/PLT	-0,07	-0,28	-0,10	-0,46	-0,28	-0,10	0,94	1,00						
NBRGR_L	0,28	-0,16	-0,07	-0,31	-0,14	-0,07	0,81	0,70	1,00					
NBGR/PLT	0,01	-0,17	-0,12	-0,33	-0,16	-0,07	0,79	0,79	0,93	1,00				
NBRBRF	0,30	-0,27	-0,18	-0,38	-0,23	-0,16	0,73	0,62	0,71	0,64	1,00			

Tabl. 19: Matrice de corrélation des variables.

NB/Les valeurs en ROUGE sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

3.1.2.1. Comportement des lignées vis-à-vis des variables de Production

La représentation graphique des variables sur l'axe 1 et 2 (Fig.12), nous confirme ces contributions, cumulant 53,15 % d'inertie. Ces projections sont relativement éloignées du centre et très rapprochées du cercle indiquent une très forte corrélation, ce qui explique la

contribution absolue de chaque variable pour l'explication des axes 1 et 2. Les résultats d'analyse en composantes principales représentés graphiquement avec les axes 1 et 2 constituent le meilleur plan de projection, bien que l'explication par les 03 premiers axes ne soit relativement pas très forte (fig.12). Cette projection sur les axes 1 et 2 nous renseigne sur le comportement des lignées vis-à-vis des variables de production : Rendement en grains par ligne et par plant (RDT-L et RDT /PLT), Nombre de grains /ligne et par plant (NBRGR_L, NBRGR/PLT) et le nombre de branches fertiles /plant (NBBF), en relation avec la durée du cycle, la durée de la phase semis –anthèse et la hauteur des plants à la floraison (Fig.12).

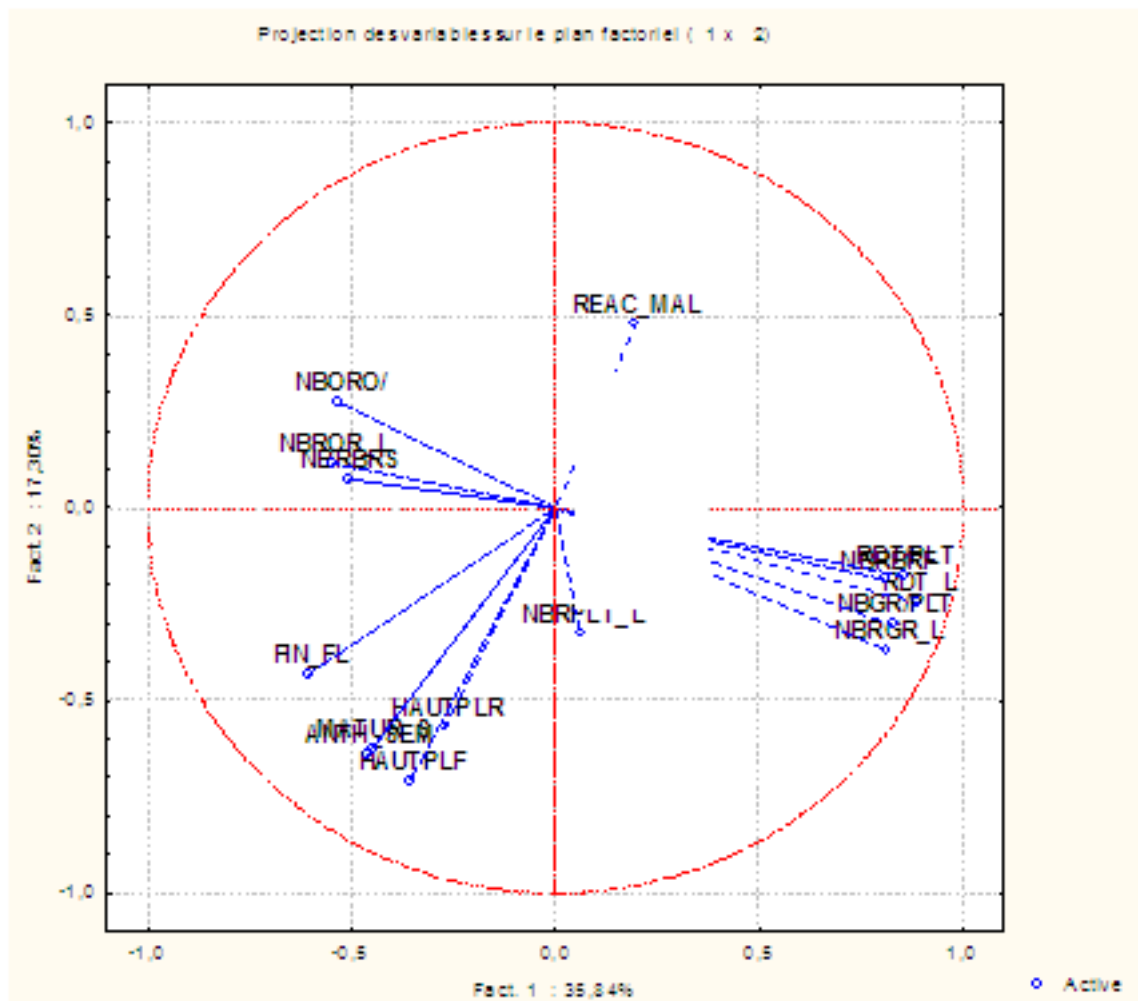


Fig.12: Projection des variables sur le plan constitué par les axes 1.2

La projection des variables et les individus, nous permet de dire, que l'axe 1 représente donc la distinction entre les individus ayant une forte production et une bonne fertilité et ils sont évidemment résistants à l'orobanche, puisqu'ils arrivent à produire même en conditions d'infestation en orobanche. Ces individus sont regroupés sur l'abscisse positive de l'axe 1. Ils s'opposent totalement à ceux regroupés sur l'abscisse négative du même axe, ces derniers, étant caractérisés par une forte sensibilité à l'orobanche et une faible ou absence totale de la production.

Par ailleurs, l'axe 2 représente la distinction entre les individus précoces, présentant une faible hauteur des plants à la floraison, ces individus sont regroupés sur l'ordonnée négative

de l'axe 2, ils s'opposent totalement aux individus tardifs présentant une hauteur des plants élevée à la floraison, ces derniers sont regroupés sur l'ordonnée positive de l'axe.

En outre, la superposition des variables et des individus sur le plan 1-2 (Fig.13) nous permet de distinguer trois pôles:

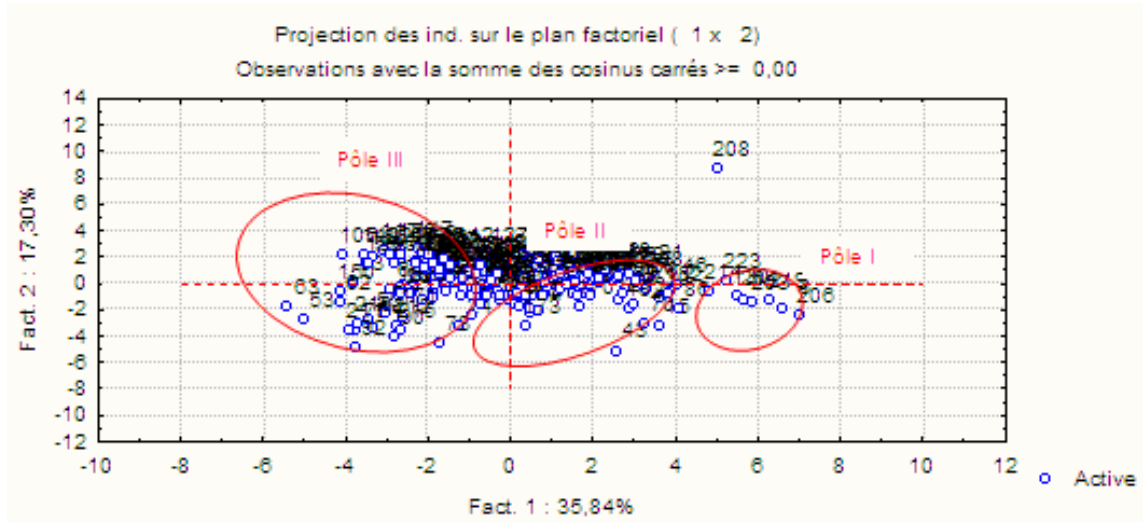


Fig.13: Projection des individus sur le plan constitué par les axes 1.2

Le pôle I: qui regroupe, les lignées qui ont permis une fertilité et une productivité des plants intéressantes. Ces lignées sont précoces, caractérisées par une faible hauteur des plants à la floraison et elles sont résistantes à l'orobanche, elles se répartissent sur l'abscisse positive de l'axe (Fig.13).

Pôle II: il regroupe toutes les lignées précoces, présentant des hauteurs des plants faibles à la floraison, tolérants à l'orobanche et peu productifs.

Le pôle III: il permet de distinguer entre les lignées demi précoces à tardives, présentant une hauteur des plants à la floraison élevée, sensibles à l'orobanche et très peu à non productives.

L'analyse des cosinus carrés basés sur les corrélations (Tabl. 20), nous permis d'identifier les lignées prometteuses:

Tabl. 20: Les cosinus carrés basés sur les corrélations des différents axes

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

cosinus carré basé sur les corrélations				
	lignées	AXE 1	AXE 2	AXE 3
2	129/tun x 135/eth	0,744379	0,019923	0,005276
3	129/tun x 34/mar	0,761581	0,059066	0,017307
14	13/syr x 91/25	0,019972	0,002534	0,509276
16	13/syr x feli	0,132429	0,093013	0,502113
17	13/syr x giza4	0,742998	0,010857	0,027476
18	13/syr x mini	0,132672	0,098399	0,567247
43	34/mar x 91/25	0,175524	0,710823	0,006642
46	34/mar x giza4	0,853220	0,001852	0,007720
61	91/36 x 129/tun	0,342262	0,009222	0,502429
92	bond x 91/25	0,325365	0,554268	0,003941
96	bond x mini	0,007322	0,506386	0,046242
101	canExp x 91/25	0,876047	0,019314	0,006430
105	canExp x mini	0,257857	0,074999	0,539389
108	conAm x 129/tun	0,782935	0,012847	0,019951
119	feli x 34/mar	0,048825	0,573253	0,155140
120	feli x 91/36	0,111307	0,503405	0,089176
121	feli x 98/tun	0,776519	0,021964	0,004284
129	giza4 x 135/eth	0,803994	0,000448	0,003240
130	giza4 x 34/mar	0,937275	0,025676	0,004810
131	giza4 x 91/36	0,014673	0,129634	0,682446
132	giza4 x 98/tun	0,890250	0,038572	0,003108
149	hedosa x 14/cag	0,419601	0,510106	0,000962
157	mini x 13/syr	0,077297	0,047605	0,592511
158	mini x 135/eth	0,014361	0,571977	0,003402
179	rebaya x 129/tun	0,722186	0,032804	0,000193
184	rebaya x giza4	0,780146	0,007931	0,025826
201	135/ethiopien	0,835051	0,006374	0,048395
203	18009(s)	0,852016	0,053099	0,036181
204	18025(s)	0,828330	0,036707	0,007270
206	18105(s)	0,787739	0,092947	0,051981
219	giza 402	0,823523	0,032685	0,007237
220	giza4	0,937116	0,005247	0,002615
226	Rebaya	0,780856	0,025240	0,044943

Les valeurs en rouge indiquent la relation élevée entre l'individu et l'axe correspondant.

Les lignées présentant une bonne productivité et une bonne fertilité sont bien à très bien présentées sur l'axe 1 (cosinus ² > 0.7) (Tabl. 21).

Tabl. 21: Valeurs des cosinus carrés basés sur les corrélations des lignées bien présentées sur l'axe 1.

	Lignées	Cosinus carrées
2	129/tun x 135/eth	0,744379
3	129/tun x 34/mar	0,761581
17	13/syr x giza4	0,742998
46	34/mar x giza4	0,853220
101	canExp x 91/25	0,876047
108	conAm x 129/tun	0,782935
121	feli x 98/tun	0,776519
129	giza4 x 135/eth	0,803994
130	giza4 x 34/mar	0,937275
132	giza4 x 98/tun	0,890250
179	rebaya x 129/tun	0,722186
184	rebaya x giza4	0,780146
201	135/ethiopien	0,835051
203	18009(s)	0,852016
204	18025(s)	0,828330
206	18105(s)	0,787739
219	giza 402	0,823523
220	giza4	0,937116
226	Rebaya	0,780856

Parmi ces lignées on retrouve les témoins résistants à l'orobanche ainsi que les lignées parentales (rebaya, giza 4 et 135 éthiopien).

Toutes ces lignées sont productives, résistantes à l'orobanche, le nombre de plants d'orobanches par ligne et par plant sont compris entre 0 et 0.5 hampes florales/plant de fève et entre 0 et 4 hampes florales /ligne, respectivement. Elles sont précoces, la durée de la phase semis –anthèse varie entre 82 et 96 jours, elles sont caractérisées par une hauteur des plants à la floraison faible qui varie entre 27 et 37 cm. Les lignées ainsi caractérisées, sont des lignées prometteuses, intéressantes à introduire dans les programmes de sélection pour la création de nouvelles lignées, réunissant à la fois plusieurs mécanismes de résistance et probablement des résistances à d'autres stress. Les lignées précoces présentant une faible hauteur à la floraison sont moyennement à bien présentées sur l'axe 2 ($\cos^2 \geq 0.5$) (Tabl. 22).

Tabl. 22: Valeur des cosinus carrés basés sur les corrélations des lignées moyennement présentées sur l'axe2

	Lignées	Cosinus carrés
43	34/mar x 91/25	0,710823
92	bond x 91/25	0,554268
96	bond x mini	0,506386
119	feli x 34/mar	0,573253
120	feli x 91/36	0,503405
149	hedosa x 14/cag	0,510106
158	mini x 135/eth	0,571977

Dans ce groupe d'individus on distingue essentiellement la lignée (34/mar x 91/25) qui est une lignée résistante à l'orobanche (0.2 hampes florales /plant de fève et 2.5 hampes florales /ligne), productive (15 branches fertiles) mais particulièrement tardive. La durée de la phase semis –anthèse est de 111 jours avec une hauteur des plants de 50 cm. Les lignées

présentant une réaction particulière vis-à-vis de l'orobanche sont moyennement présentées par l'axe 3 ($\cos^2=0.5$)(Tabl. 23).

Tabl. 23: Valeurs des cosinus carrés basés sur les corrélations des lignées moyennement présentées sur l'axe 3.

	Lignées	AXE 3
14	13/syr x 91/25	0,509276
16	13/syr x feli	0,502113
18	13/syr x mini	0,567247
61	91/36 x 129/tun	0,502429
105	canExp x mini	0,539389
131	giza4 x 91/36	0,682446
157	mini x 13/syr	0,592511

Cet ensemble d'individus est caractérisé par la possibilité de produire des fleurs et des graines même sous la pression de l'Orobanche. Elles sont toutes précoces et courtes; la hauteur du plant à la floraison varie entre 30 et 36 cm. Dans ce groupe on distingue particulièrement la lignée giza4 x 91/36.

Les groupements obtenus seront confirmés par la classification ascendante hiérarchique (CAH)

3.1.2.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)

Pour reconnaître les ressemblances et les dissemblances entre les différentes lignées étudiées, une classification ascendante hiérarchique s'impose. Cette classification se fait en mesurant la dissimilarité par les distances euclidiennes ou par similarité en utilisant la distance de Pearson.

3.1.2.2.1. Etude de dissimilarité

On classe les lignées en fonction des variables quantitatives les plus intéressantes (rendement en grains /ligne et par plant, nombre de grains par ligne et par plant, le nombre de branche fertiles par plant, le nombre d'Orobanche par ligne et par plant), en utilisant les distances euclidiennes avec le critère d'agrégation relatif aux centres d'inertie. La classification par dissimilarité nous renseigne, en premier lieu, sur l'histogramme des niveaux de nœuds. L'importance des sauts est un signe d'une grande homogénéité de la structure au moment de l'agrégation.

Dans le cas de notre étude, l'examen du dendrogramme de la classification hiérarchique faite sur les 31 lignées, basée sur tous les scores de l'ACP, suggère de réaliser une partition des sujets en 2 classes (A et B) (Tabl.25 et Fig. 14).

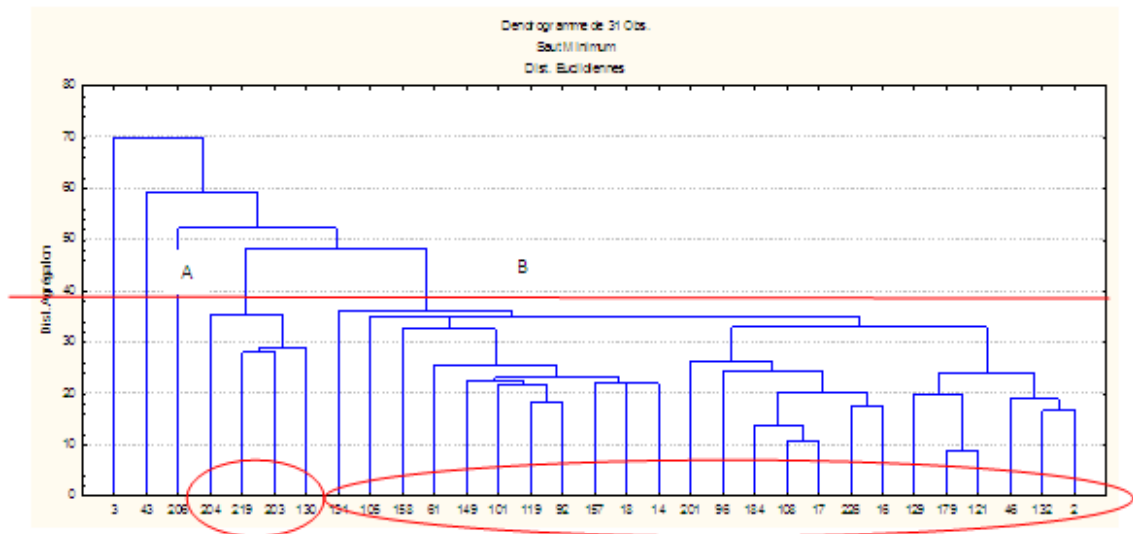


Fig. 14 : Dendrogramme des 31 observations basé sur les distances euclidiennes effectué après la partition à deux classes

On observe un saut brutal de l'indice d'agrégation, lors de la formation de la dernière classe (Fig.15). C'est pour cette raison que la partition a été effectuée à une distance d'agrégation de 36,20.

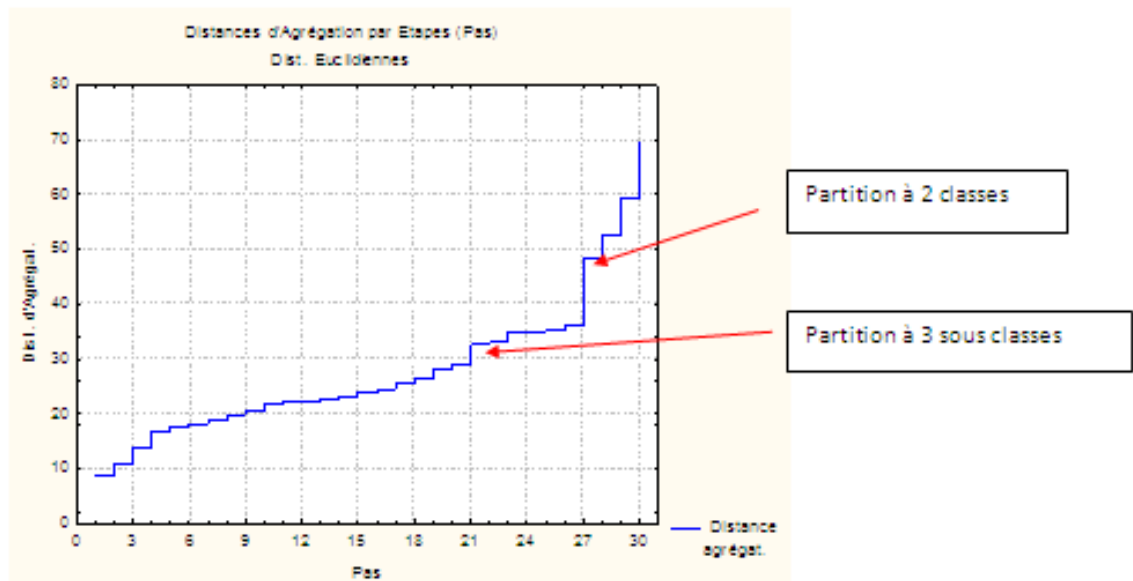


Fig.15 : Les différentes partitions basées sur les distances d'agrégation par étapes

Un autre saut brutal est observé à une distance de 29.03, ceci impose une autre partition à cette distance pour hiérarchiser les sous classes de la classe B qui se subdivise en 3 sous classes a, b, et c (Tabl.24 et Fig.16).

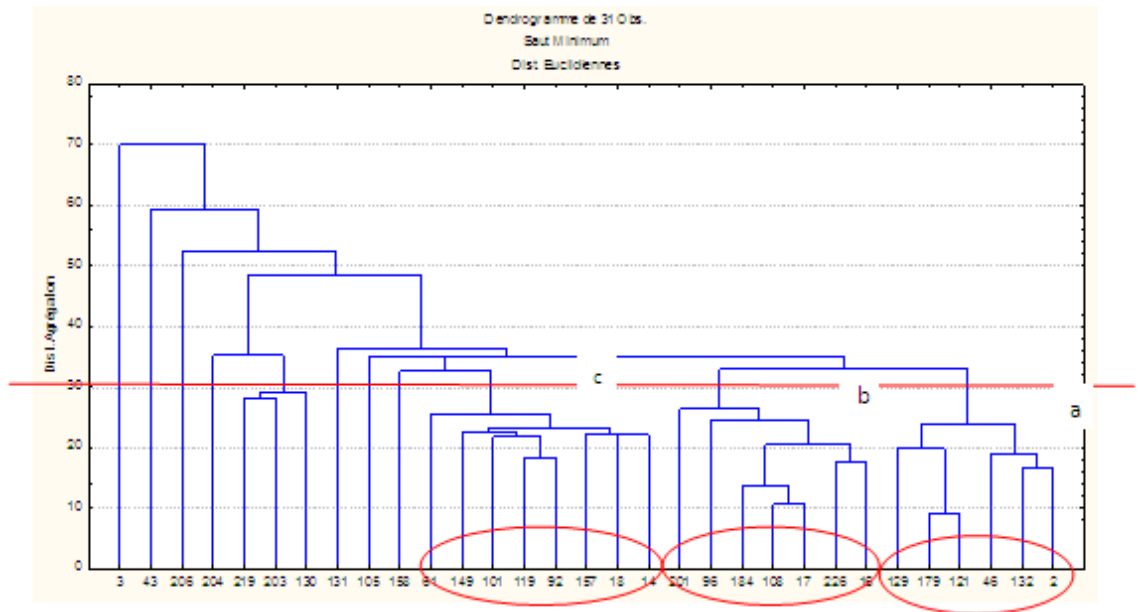


Fig.16 : Dendrogramme des 31 observations effectué après la partition à trois sous classes

Tableau (24): Description du dendrogramme

classes		Nœuds		Objets (effectif)		Distance d'agrégation (l'indice de dissimilarité)
		Fils de droite	Fils de gauche	Fils de droite	Fils de gauche	
Classe	A	1	2	1	3	35.26
	B	1	7	1	23	36.20
Sous classe	1	3	3	3	3	23.92
	2	5	4	5	2	26.42
	3	5	4	5	3	25.52

Les classes et sous classes formées se présentent comme suite :

Les lignées de la classe A:

Code	Lignées
130	Giza4 x34/mar
203	18009(s)
219	Giza402
204	18025(s)

Les lignées de la classe B :

Sous classe (a)	
2	129/tunx135/eth
132	giza 4x98/tun
46	34 mar x giza 4
121	Feli x 98/tun
179	Rebaya x 129/tun
129	Giza 4 x 135 /eth
Sous classe (b)	
16	13/ syr x feli
226	Rebaya
17	13 /syr x giza 4
108	conAm x 129/ tun
184	Rebaya x giza4
96	Bond x mini
201	135/ ethiopien
Sous classe ©	
14	13/syr x 91/25
18	13/ syr x mini
157	Mini x 13/syr
92	Bond x 91/25
119	Feli x 34/mar
101	caExp x 91/25
149	Hedosa x 14/cag
61	91/36 x 129/tun

Les classes et les sous classes ainsi définies, correspondent approximativement aux 4 quadrants formés par les deux premiers axes de l'ACP.

La classe A correspond aux individus qui se répartissent dans le quadrant formé par l'axe 1>0 et axe 2<0. Ce sont des lignées homogènes, stables, résistantes à l'orobanche, fertiles et productives. Elles regroupent les témoins (18009(s), Giza402, 18025(s)) et la lignée 130 issue du croisement (Giza4 x34/marokko), c'est une lignée prometteuse, présentant les mêmes valeurs que les témoins résistants Fig. 17.

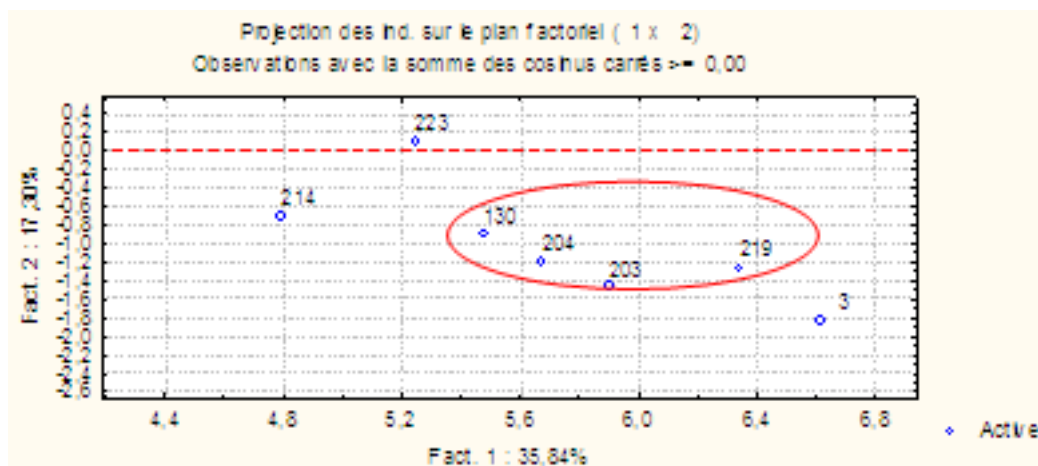


Fig. 17 : Les individus réparties dans le quadrant formé par L'axe 1>0 et l'axe2<0 de l'ACP

La sous classe (a) : Elle correspond aux individus qui se répartissent dans le quadrant formé par l'axe 1 > 0 et l'axe 2 < 0. Ce sont des lignées qui arrivent à produire même en condition d'émergence de l'orobanche, donc ce sont des lignées qu'on peut qualifier de tolérantes à l'orobanche. (Fig. 18)

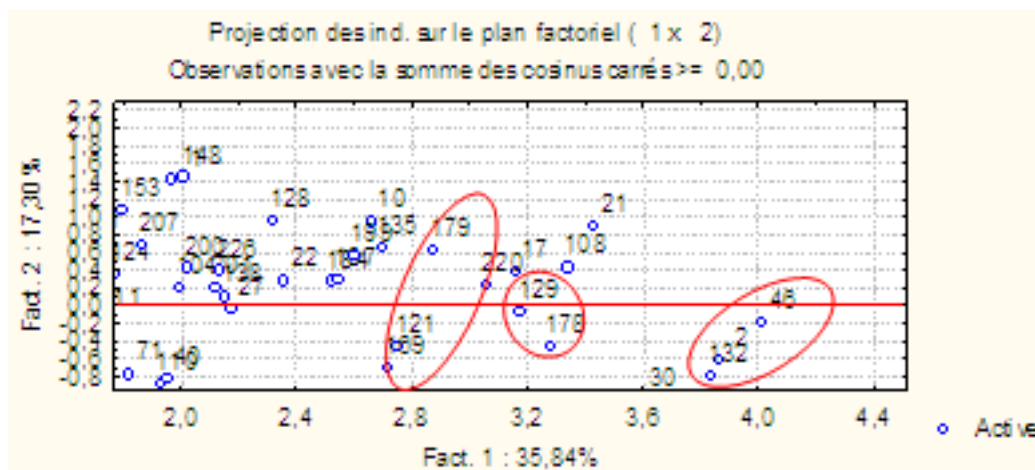


Fig.18 : Les individus répartis dans le quadrant formé par l'axe 1 > 0 et l'axe 2 < 0 et > 0 de l'ACP

La sous classe (b) : Elle correspond aux individus qui se répartissent dans le quadrant formé par l'axe 1 > 0 et l'axe 2 < 0 et > 0. Ce quadrant regroupe des lignées moyennement résistantes à l'orobanche mais peu productives. (Fig. 19 et 20)

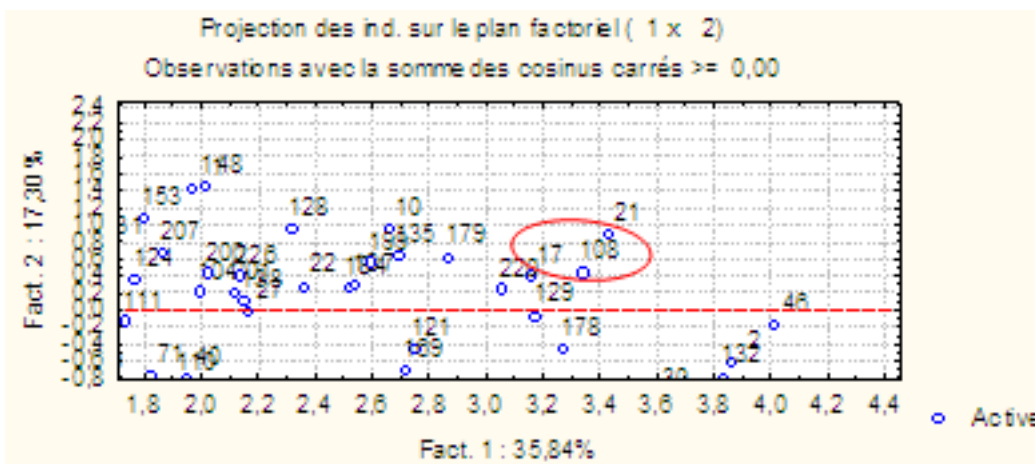


Fig.19: Les individus répartis dans le quadrant formé par l'axe 1 > 0 et l'axe 2 > 0 de l'ACP

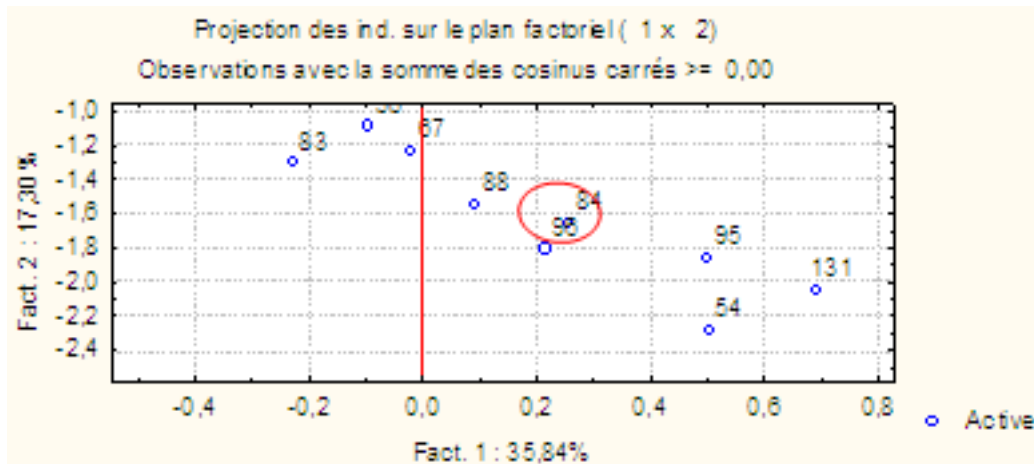


Fig. 20 : Les individus réparties dans le quadrant formé par l'axe 1>0 et l'axe2<0 de l'ACP

La sous classe (c) : Elle correspond aux individus qui se répartissent dans le quadrant formé par l'axe1<0 et axe 2 >0. Ce sont des lignées très sensibles à l'orobanche. Fig. 21

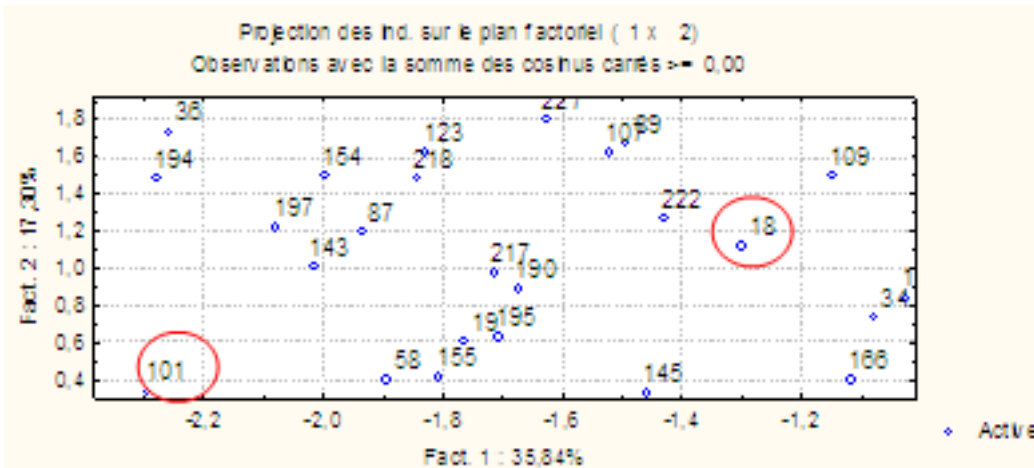


Fig. 21 : Les individus réparties dans le quadrant formé par l'axe 1<0 et l'axe2>0 de l'ACP

On peut dire que la classification ascendante hiérarchique, confirme les résultats de l'ACP.

3.1.3. DISCUSSION

Cette étude nous a permis de caractériser un ensemble de lignées en tenant compte de leur niveau de productivité, de leur résistance vis-à-vis de l'orobanche, de leur précocité et de la taille de leur tige à la floraison.

Elle nous a permis l'identification de 19 lignées productives, résistantes à l'orobanche précoces et caractérisées par une faible hauteur des plants à la floraison. Les lignées ainsi caractérisées, sont des lignées prometteuses, intéressantes à introduire dans les programmes de sélection pour la création de nouvelles variétés. Parmi ces lignées on retrouve les témoins performants et résistants à l'orobanche ainsi que les lignées parentales (Rebaya, Giza 4 et 135 éthiopien) et une attention particulière est accordée à la lignée

issue du croisement Giza 4X34/marokkoparce qu'elle est fortement confirmée par les deux analyses. C'est une lignée prometteuse, présentant les mêmes valeurs que les témoins performants, montrent aussi une très bonne adaptation aux conditions climatiques algériennes.

Cette étude nous a permis également de caractériser un groupe composé de 7 lignées tolérantes à l'orobanche, peu productives, précoces, présentant une hauteur des plants faible à la floraison. Dans ce groupe d'individus on distingue essentiellement la lignée issue du croisement (34/mar x 91/25) qui est une lignée résistante à l'orobanche (0.2 hampes florales /plant de fève et 2.5 hampes florales /ligne) productive (15 branches fertiles) mais particulièrement tardive. La durée de la phase semis –anthèse est de 111 jours avec une hauteur des plants de 50 cm.

Un autre groupe de 7 lignées, peu intéressants mais peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration génétique. Ces lignées sont demi précoces à tardives, présentant une hauteur des plants à la floraison élevée, sensibles à l'orobanche très peu à non productives, avec une attention particulière accordée à la lignée issue du croisement Giza4 x 91/36 qui est caractérisée par l'aptitude à produire des fleurs et des graines, même sous une forte pression de l'orobanche.

De ces résultats on peut dire que la caractérisation du matériel végétal, nous a permis de distinguer deux types de résistance :

- Absence d'émergence des plants d'orobanche, impliquant ainsi une bonne fertilité, une bonne production et productivité en grains. C'est ce type de résistance qui est recherchée pour améliorer les rendements de la fève et pour limiter la propagation du parasite.
- Possibilité de production même en condition de forte émergence d'orobanche, favorisant ainsi, une ré-infestation de la parcelle et dissémination du parasite. Ce type de résistance n'est pas désiré mais il est utilisé dans les programmes d'amélioration.

La précocité de la floraison et la faible hauteur des plants à la floraison sont aussi des outils qui permettent de guider les programmes d'amélioration pour la résistance à l'orobanche chez la fève, mais ils ne conditionnent pas de façon systématique cette dernière.

3. 2. Effet de l'application de trois herbicides sur la réduction du niveau de l'infestation en Orobanche et sur le rendement de la fève

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 25. L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les différents traitements étudiés pour les paramètres, rendement en grains (q/ha), le nombre et le poids d'orobanche /plant de fève. Par ailleurs, aucune différence n'a été révélée pour les paramètres peuplement plant de fève à la levée, nombre de gousses et de grains/ plant de fève et le poids de cent grains.

Traitement	Témoin non traité	Glyphosate 60 g m.a. /ha	Imazethapyr 25 g m.a. /ha	Imazaquine 25 g m.a. /ha	Sign. stat.	écart type	CV%	PPds
Nbre de gousses / plant	12.15	14.35	11.48	8.18	NS	3.59	30.90	-
Nbre de grains/ plant	35.40	41.30	34.75	20.90	NS	12.00	34.40	-
Poids de 100 grains (g)	175.7	160.4	159.7	156.8	NS	7.61	4.80	-
Rdt en grains (q/ha)	13.16 B	20.75 A	20.14 A	12.14 B	THS	2.76	15.9	6.69
Nbre d'orobanches / plant	3.28 B	0 A	2.18 B	1.83 A	THS	0.41	28.2	0.99
poids sec d'orobanches /plant de fève (g)	14.33 C	0 A	11.90 C	9.93 B	THS	2.94	40.7	7.13

Tabl. 25 : Evolution des composantes de rendement et du rendement en fonction des traitements herbicides étudiés.

NB/ NS: non significatif; THS: très hautement significative ; A, B, C: classes de groupe de moyenne

3.2.1. Effet de l'application des différents herbicides sur l'évolution du rendement en grains

Le test de comparaison des moyennes met en évidence deux groupes de moyenne pour le rendement en grains, le groupe (A) qui regroupe les traitements au glyphosate et à l'imazethapyr qui ont permis relativement le même niveau de rendement de l'ordre de 20.44 q/ha en moyenne et le groupe (B) constitué par le témoin et le traitement à l'imazaquine avec un rendement moyen de 12.65 q/ha (Fig. 22).

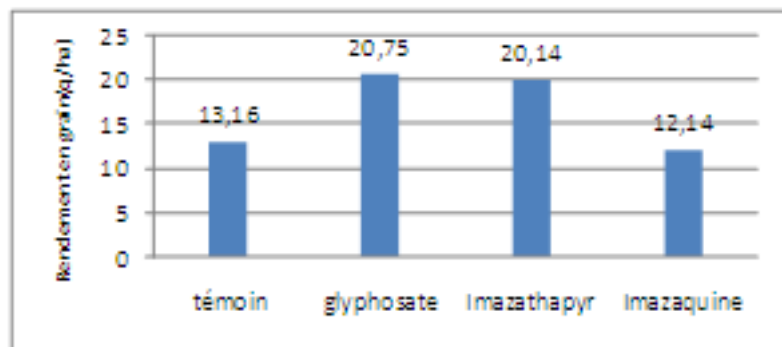


Fig. 22 : Évolution du rendement en grains par hectare de la fève selon les différents traitements appliqués

Les écarts de rendement calculés par rapport au témoin non traité, pour le glyphosate, l'imazethapyr et l'imazaquine sont respectivement de (7.59, 6.98 et

-1.02)/q/ha. Les traitements au glyphosate et à l'Imazethapyr ont permis une amélioration significative du rendement de la culture de fève en conditions d'infestation en orobanche. L'application foliaire de ces produits, avant l'émergence de l'orobanche, au stade attachement a permis un gain de rendement en grains de 7q/ha en moyenne. Ce résultat a été confirmé par plusieurs auteurs

Cependant, les résultats obtenus avec l'application de l'Imazaquine n'étaient pas satisfaisants, le niveau de rendement obtenu était inférieur au témoin, ceci serait dû à des effets de phytotoxicité irréversibles du produit. Ces effets ont été soulevées par plusieurs auteurs sur la culture de la fève (Saffour, 2003) et le tournesol (Masirevic *et al.* 2010) .

3.2.2. Effet de l'application des différents herbicides sur le niveau de l'infestation en orobanche

Concernant le niveau de maîtrise de l'infestation par l'orobanche obtenu par les différents produits, le test de comparaison des moyennes a mis en évidence deux groupes de moyennes pour le nombre d'orobanches par plant de fève, le groupe (A) constitué par le glyphosate et l'imazaquine avec 0 et 1.83 pieds d'orobanches /plant de fève et le groupe (B) constitué par le témoin et l'imazethapyr avec 3.28 et 2.18 pieds d'orobanches /plant de fève, respectivement (Fig. 23).

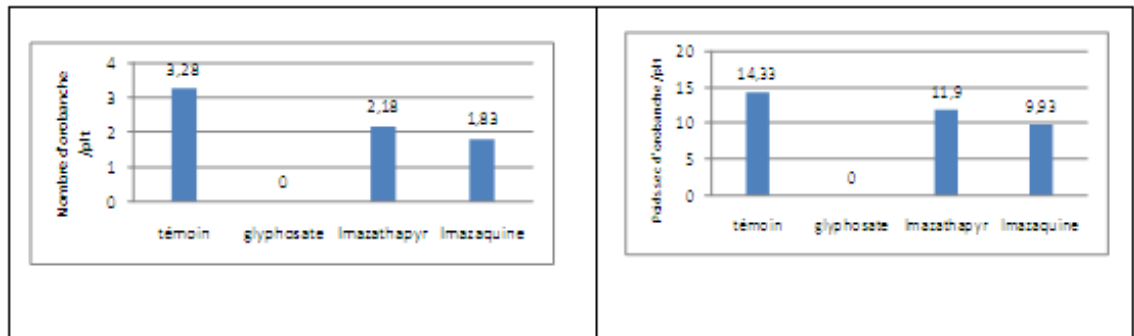


Fig.23 : Évolution du nombre et du poids sec de l'orobanche / plant de fève selon les différents traitements appliqués.

Par ailleurs, trois groupes de moyennes sont mis en évidence par le test pour le poids sec d'orobanches par plant de fève (tabl.25 et Fig.23).

Le groupe (A), constitué par le glyphosate qui surclasse l'ensemble des produits avec une maîtrise parfaite de l'infestation par l'orobanche avec (0) émergence. Le traitement à l'imazaquine est classé en deuxième position avec un poids sec d'orobanches /plant de fève de 10g et en dernière classe vient se classé le témoin et le traitement à l'imazethapyr avec un poids moyen de 13.11g.

L'utilisation des herbicides de la famille des imidazolinone expose la culture de fève à des effets de phytotoxicité ainsi qu'à une faible maîtrise d'orobanche. Selon Saffour (2003), ces effets sont plus accentués en conditions de sécheresse.

Plusieurs auteurs estiment que l'utilisation des herbicides de la famille des Imidazolinones en particulier l'Imazethapyr à faible dose est possible en culture intensive du tournesol pour la lutte contre l'*Orobanche cumana*, avec l'utilisation des variétés résistantes à l'effet herbicide.

Selon Demurin et perstnyeva (2010), cette résistance a été observée sur culture de soja en Kansas aux Etats Unis. Il s'agit d'un caractère semi- dominant, contrôlé par deux gènes.

Cependant, les facteurs limitant l'utilisation des herbicides prometteurs, particulièrement les herbicides systémiques à application foliaire : sont leur degré de sélectivité vis-à-vis de la culture traitée et le stade optimal de traitement.

D'après Abu Irmaileh (2007), l'application de ces herbicides doit se faire tôt en début d'infection avant l'émergence et doit être répétée deux semaines après parce que la germination des graines d'orobanche est échelonnée dans le temps, c'est pour cette raison que le suivi de l'évolution des stades phenologiques de l'orobanche est primordial pour la réussite de la lutte chimique.

Le stade optimal est déterminé par l'examen des racines de la fève deux fois par semaine afin de détecter la présence des tubercules d'orobanche. La dose utilisée est aussi importante pour un traitement efficace et pour la réduction des effets de phytotoxicité sur la culture. Selon Abu Irmaileh (2007), la dose optimale qui peut détruire l'orobanche dépend du nombre de tubercules attachés et des conditions climatiques.

Par contre, au Maroc, l'utilisation des herbicides du groupe des imidazolinones ont donné des résultats satisfaisants en pré ou post-levée de la culture de fève à la dose de 100 g m.a/ha pour l'imazethapyr ou 25 g m.a/ha pour l'imazaquine.

D'autres résultats intéressants ont été obtenus par Garcia- Torres *et al.* (1999 cités par Abu Irmaileh 2007), en enrobant des graines de fève, pois et lentille avec de l'imazethapyr ou l'imazapyr à de faibles doses. Avec cette technique la germination des graines et la croissance de la plante ne sont pas affectées par la phytotoxicité des herbicides.

D'une façon générale, Garcia- Torres et Lopez- Granados (1999) estiment que l'efficacité du traitement chimique est largement dépendante de la durée de l'infestation par l'orobanche.

Pour les cultures tardives qui caractérisent les systèmes de culture non intensif et qui font face à des infestations légères et courtes, des traitements en pré-levée à l'imazethapyr à la dose de 75 à 100 g de m.a./ha sont recommandés.

Cette technique permet une bonne destruction du parasite sans effets sur la culture, cependant, l'application de l'imazaquin à environ 80 g de m.a./ha en prélevée est aussi efficace mais les résultats sont liés aux conditions du sol.

En outre, l'imazethapyr à la dose de 40g de m.a. /ha appliqué en post -levée présente la même performance que le glyphosate à 60g de m.a/ha.

Pour les cultures précoces qui caractérisent les systèmes de cultures intensifs et qui sont confrontées à des infestations importantes et pour une longue durée, il est nécessaire de faire une combinaison de traitements de pré et de post levée.

Les herbicides de la famille des Imadazolinones sont les herbicides les plus recommandés pour la lutte chimique contre l'orobanche dans les systèmes de cultures intensifs (Masirevic *et al.* 2010).

3.3. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur le contrôle de l'orobanche de la fève

Les résultats obtenus durant les deux campagnes d'expérimentation sont présentés dans (Tablx. 26 et 27).

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

	D1				D2				D3				Signif. stat.	E. type	CV%	PP08
	V1		V2		V1		V2		V1		V2					
	H0	H1	H0	H1	H0	H1	H0	H1	H0	H1	H0	H1				
Nombre de plants d'orobanches / plant de fève	7.19	0	3.2	0	3.05	0	1.02	0	1.02	0	0.2	0	D(1) :B V(2) :THB H(3) :THB Int(1,2) :NB Int(1,3) :THB Int(2,3) :THB Int(1,2,3) :NB	D :1.81 V :0.81 H :1.10	D :116.7 V :82 H :98.9	D :1.76 V :0.82 H :0.88
Poids seo d'orobanches / plant de fève (g)	41.2	0	15.23	0	11.04	0	7.88	0	8.01	0	4.22	0	D(1) :HB V(2) :HB H(3) :THB Int(1,2) :B Int(1,3) :THB Int(2,3) :HB Int(1,2,3) :HB	D :4.76 V :4.87 H :4.74	D :88 V :87.8 H :86.8	D(1) :3.84 V(2) :3.16 H(3) :2.84
Nombre de gousses / plant de fève	6.27	16.12	21.85	29.05	7.85	15.37	17.97	25.95	8.25	15.37	20.77	25.52	D(1) :NB V(2) :THB H(3) :THB Int(1,2) :NB Int(1,3) :NB Int(2,3) :NB Int(1,2,3) :NB	D :8.41 V :3.07 H :3.04	D :30.7 V :17.4 H :18.3	V :1.99 H :1.99
Nombre de grains / plant de fève	22.5	25.22	57.52	69.72	33.4	30.85	48.97	43.72	39.07	27.9	43.3	51.35	D(1) :NB V(2) :THB H(3) :NB Int(1,2) :HB Int(1,3) :NB Int(2,3) :B Int(1,2,3) :NB	D :11.88 V :5.78 H :8.17	D :29.1 V :14.1 H :15.1	V :3.74
Poids de 100grains (g)	150.0	135.0	123.1	120.2	185.3	161.3	123.8	128.2	169.9	151.4	122.8	111.7	D(1) :B V(2) :THB H(3) :NB Int(1,2) :NB Int(1,3) :B Int(2,3) :NB Int(1,2,3) :B	D :9.83 V :11.04 H :13.88	D :8.8 V :7.8 H :9.8	D :11.43 V :7.16
Rendement en grains (q/ha)	16.8	17.75	34.29	33.75	38.12	22.39	35.11	26.82	32.85	14.57	33.33	17.44	D(1) :NB V(2) :HB H(3) :THB Int(1,2) :HB Int(1,3) :HB Int(2,3) :NB Int(1,2,3) :NB	D :10.77 V :5.78 H :8.01	D :40.8 V :21.7 H :22.8	V :3.74 H :3.80

Tabl. 26 : Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur l'orobanche et la fève (1992/93)

NB / D1 : fin Octobre, D2 : fin Novembre, D3 : mi Décembre ;

V1 : Seville, V2 : LAT. 181005(s), V3: Lat.18009(s); H0: sans glyphosate, H1: avec glyphosate

	D1						D2						Signif. stat.	E.type	CV%	FPDS
	H0			H1			H0			H1						
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3				
Nombre de plants d'orobanches (plant de fève)	2.07	1.03	1.47	0	0	0	0.0	0.18	0.1	0	0	0	D(1) : THS	D : 0.21	D : 42.1	D : 0.18
													V(2) : B	V : 0.25	V : 48.1	V : 0.24
													H(2) : THS	H : 0.29	H : 52.8	H : 0.18
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : THS			
													Int(2,3) : B			
Poids sec d'orobanches (plant de fève (g))	22.03	9.92	9.99	0	0	0	2.20	0.9	0.30	0	0	0	D(1) : THS	D : 1.02	D : 27.3	D(1) : 0.60
													V(2) : B	V : 0.62	V : 94.0	V(2) : 0.40
													H(2) : THS	H : 2.99	H : 30.2	H(2) : 1.30
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : THS			
													Int(2,3) : B			
Nombre de gousses/ plant de fève	6.43	13.13	13.13	8.7	17.9	17	8.7	13.26	12.38	7.05	13.45	13.77	D(1) : NB	D : 2.66	D : 21.0	V : 1.86
													V(2) : THS	V : 1.80	V : 16.8	H : 1.00
													H(2) : THS	H : 1.72	H : 14.4	
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : B			
													Int(2,3) : NB			
Nombre de grains /plant de fève	19.9	33.03	35.07	20.9	45.4	42	18.15	34.15	33.9	23.4	33.35	30.55	D(1) : NB	D : 7.77	D : 24.4	V : 4.78
													V(2) : THS	V : 4.80	V : 16.4	H : 2.01
													H(2) : THS	H : 2.88	H : 12.1	
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : B			
													Int(2,3) : NB			
Poids de 100grains (g)	105.8	103.7	92.8	159	100	94	101.4	103.0	91.33	101	100.9	94.23	D(1) : NB	D : 3.33	D : 2.8	
													V(2) : THS	V : 6.80	V : 4.7	V : 6.47
													H(2) : NB	H : 8.63	H : 6.60	
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : NB			
													Int(2,3) : NB			
Rendement en grains (q/ha)	19.77	25.92	27.11	20.2	22.0	19	22.02	24.02	25.9	22	23.09	22.97	D(1) : NB	D : 8.11	D : 28.7	V : 3.60
													V(2) : B	V : 3.81	V : 16.8	H : 1.90
													H(2) : B	H : 2.18	H : 10.3	
													Int(1,2) : NB			
													Int(1,2) : NB			
													Int(2,3) : B			

Tabl. 27 : Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur l'orobanche et la fève (1993/94)

NB / D1 : fin Octobre, D2 : fin Novembre, D3 : mi Décembre ;

V1 : Seville, V2 : LAT. 181005(s), V3: Lat.18009(s); H0: sans glyphosate, H1: avec glyphosate

3.3.1. Effet de la date de semis

Les résultats obtenus montrent des effets différents de la date de semis sur le comportement de la culture de la fève et sur l'infestation en orobanche

(Tabl. 28).

3.3.1.1. Effet de la date de semis sur l'infestation par l'orobanche et le rendement en grains de la culture de fève

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

Les résultats présentés au niveau du tableau 28 montrent que la date de semis a eu un effet positif et très hautement significatif sur le taux de réduction de l'infestation par l'orobanche: 86% de réduction sont obtenus uniquement par un semis tardif de décembre en 1992/93 par rapport au semis précoce d'octobre et de 71% par rapport au semis de novembre en 1993/94, ainsi qu'une baisse dans le pourcentage de perte de rendement due à l'attaque de l'orobanche de 12.64% lorsque le semis est retardé jusqu'à décembre contre 88.66% pour un semis d'octobre durant la campagne 1992/93.

Le pourcentage de perte de rendement est encore plus faible en conditions de faible infestation, il peut atteindre 7.44% pour un semis de décembre ceci a été noté pour la campagne 1993/94.

Tabl. 28 : Effet de la date de semis sur l'infestation en orobanche et sur le taux de perte de rendement de la fève.

Année	Date de semis	Nombre d'orobanche / plant de fève	% de réduction de l'infestation en orobanche	Poids sec d'orobanche (g/ plant de fève)	Rendement en grain de la fève (q/ ha)	% de perte de rendement due à l'attaque d'orobanche
1992/93	Octobre	7.15	-	41.2	16.8	88.66
	Novembre	3.05	57.34	11.04	38.12	37.82
	Décembre	1.02	85.73	6.91	32.85	12.64
	PPds (5%)	1.57*		5.54*	-	
1993/94	Novembre	2.07	-	22.03	18.77	25.67
	Décembre	0.60	71	2.26	22.02	7.44
	PPds (5%)	0.19***		0.93**	-	

En plus de la baisse de rendement en grains due à l'attaque d'orobanche en semis précoces, une autre baisse de rendement est enregistrée pour le retard de semis.

Cette dernière est relativement tolérable par rapport à celle due à l'effet de l'orobanche. Dans le cas de notre étude cette baisse varie entre 5 et 14% pour la

campagne 1992/93 et entre 4 et 19% pour la campagne 1993/94 et ce en fonction des variétés utilisées (Fig. 24).

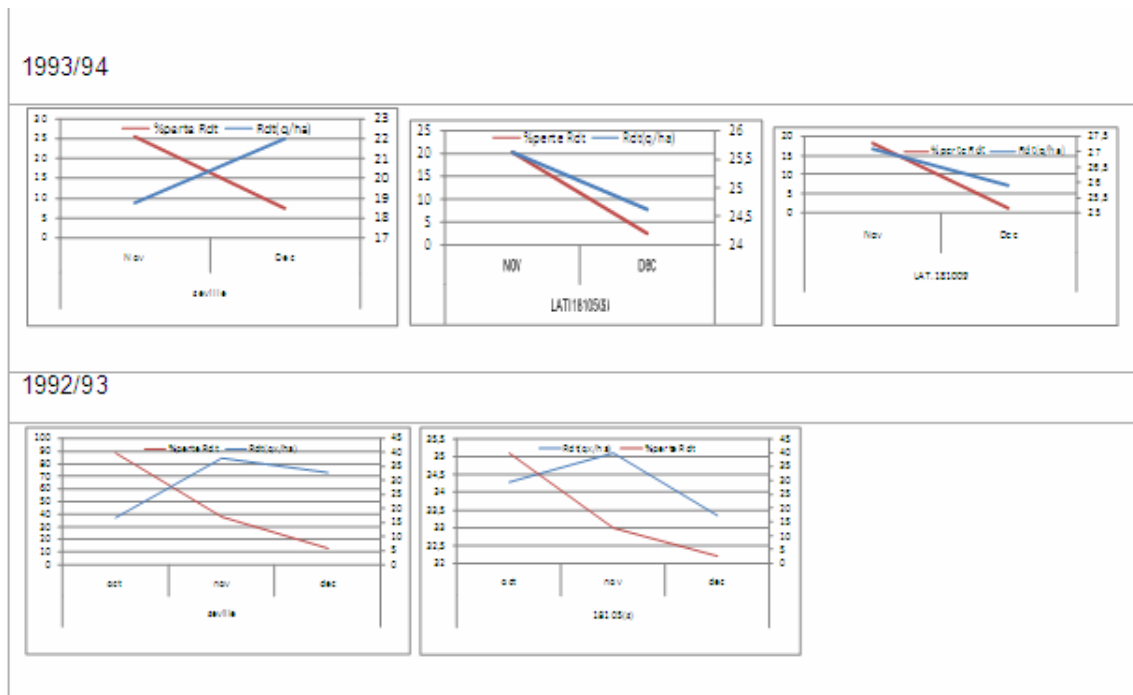


Fig. 24 : Effet de la date de semis sur le niveau d'infestation en orobanche et sur le pourcentage de baisse du rendement

La baisse de rendement due au semis tardif dans les conditions des régions méditerranéennes a été déjà signalée par Ibrahim *et al.*(1983), Taha *et al.* (1983) et par Guerrero(1986 et 1987 cité par Garcia –Torres *et al.*1989). Cette baisse peut être minimisée si le retard de semis ne dépasse pas 10 à 14 jours par rapport à la date optimale de novembre. Linke et Saxena (1989) jugent que cette période est largement suffisante pour réduire significativement l'infestation par l' orobanche. Cette baisse de rendement est due essentiellement aux attaques de pucerons, élévation des températures et photopériodisme ainsi qu'au manque d'eau qui coïncide avec le stade floraison et remplissage de grains.

3.3.1.2. Effet de la date de semis sur les composantes de rendement

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les différentes dates de semis au seuil de 5% pour le paramètre poids de cent grains uniquement durant la campagne 1992/93, (Tabl. 26).

Le poids de cent grains le plus élevé est obtenu pour les semis de novembre quelle que soit la variété utilisée, traitée ou pas au glyphosate. L'écart enregistré varie entre (+2,15 et +10,75)g pour 100 graines par rapport au semis d'octobre et de décembre, respectivement. Cette situation est due d'un coté, à l'impact des conditions climatiques en particulier la régression du régime pluviométrique à la fin de l'hiver et durant le printemps, pendant les années d'expérimentation et à la pression de l'orobanche et aux effets de phytotoxicité liés au glyphosate d'un autre coté.

3.3.2. Effet de la variété

3.3.2.1. Effet de la variété sur l'infestation par l'orobanche et sur le rendement et ses composantes

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

Les résultats obtenus montrent aussi que la protection contre le parasite est encore amélioré par l'utilisation de variétés tolérantes à l'orobanche qui présentent une certaine plasticité au retard dans le semis suivant les années (Tabl. 29 et Fig. 25).

Année	Date de semis	Variété	Nombre d'orobanches /plant	% de réduction de l'infestation	Poids sec d'orobanches /plant	Rendement en grains (q/ha)	% de perte de rendement due à l'orobanche
1992/1993	Octobre	Seville	7.15	/	41.2	16.8	88.6
		18105(s)	3.2	55.24	15.23	34.29	39.68
	Novembre	Seville	3.05	/	11.04	38.12	37.782
		18105(s)	1.02	66.55	7.86	35.11	12.64
	Décembre	Seville	1.02	/	6.91	32.85	12.64
18105(s)		0.2	82	4.22	33.33	2.48	
		PPds (5%)	0.52**		3.15**	3.74**	
1993/1994	Novembre	Seville	2.07	/	22.03	18.77	25.67
		18105(s)	1.63	21.25	9.92	25.62	20.21
		18009(s)	1.47	30	9.69	19.25	18.22
	Décembre	Seville	0.60	/	2.26	22.02	7.44
		18105(s)	0.80	70	0.50	24.62	2.23
		18009(s)	0.10	83.3	0.36	25.94	1.24
			PPds (5%)	0.24*		3.43***	3.53*

Tabl. 29 : Effet de la variété sur l'infestation en orobanche et sur le taux de perte de rendement de la fève.

La variété sel 88 Lat.18105(s) a permis une réduction de l'infestation de 82% et un taux de perte de rendement de 2.48% pour un semis de décembre et par rapport à la variété sensible Seville durant la campagne 1992/93. Cette réduction est respectivement de 70% et 83.3% pour les variétés 18105 (s) et 18009 (s), alors que le taux de perte de rendement n'est que de (2.23 et 1.24) % pour la même période de semis durant la campagne 1993/94, (Tabl. 29 et Fig. 25).

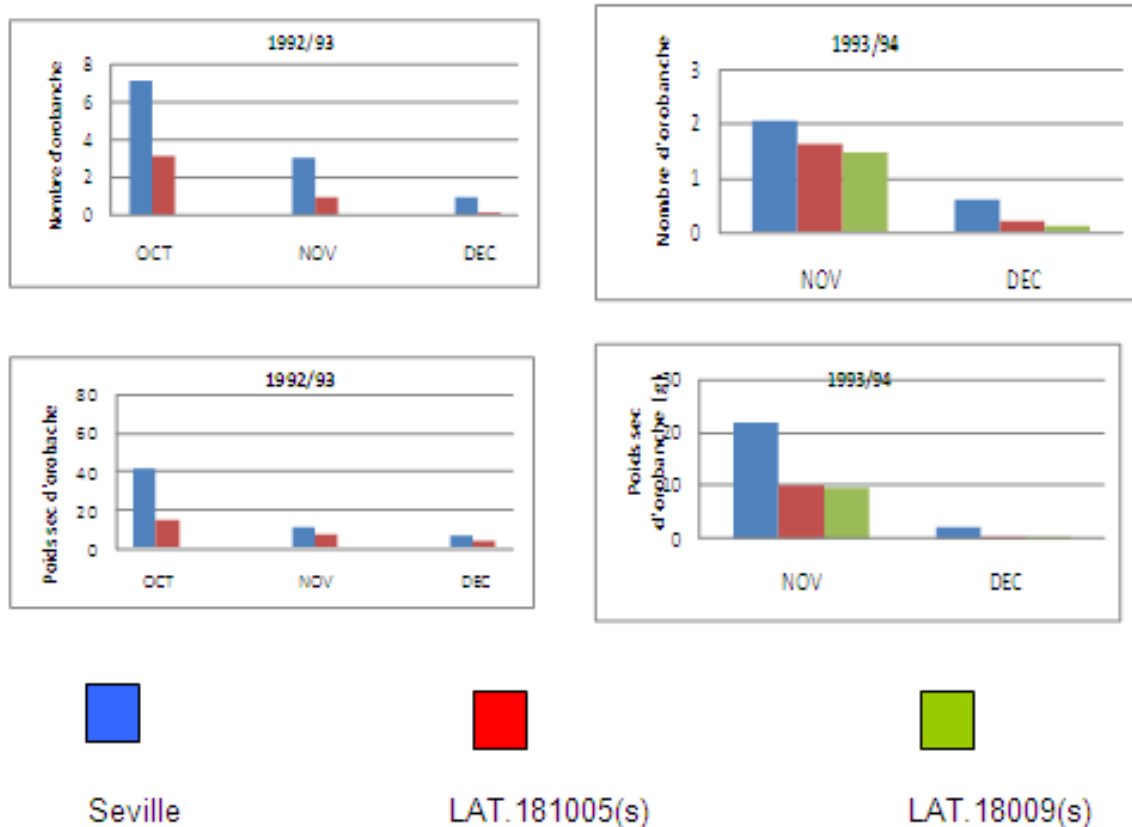


Fig. 25: Effet de la date de semis et de la variété sur le nombre et le poids sec d'orobanche / plant de fève

De ces résultats il ressort que quelle que soit la date de semis et la variété testée le taux de perte de rendement en grains du à l'effet orobanche est très hautement corrélé au poids sec d'orobanche par plant de fève ($r=0.969^{***}$ et $r=0.938^{***}$) pour les années 1992/93 et 1993/9, respectivement.

Par ailleurs, le nombre de gousses et de grains par plant et le poids de cent grains ne sont pas corrélés avec le taux de pertes de rendement car l'action de l'orobanche a eu lieu tard (après la formation des composantes de rendement); ces résultats confirment ceux obtenus par Zaitoun *et al.* (1989).

3.3.2.2. Effet de la variété sur les composantes de rendement de la culture de la fève

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les variétés étudiées pour les paramètres nombre de gousses et graines par plant de fève, le poids de cent grains et le rendement en grains par hectare et ce quelle que soit l'année (Tablx. 26 et 27).

Le test de comparaison des moyennes effectué pour les paramètres nombre de gousses et grains par plant montre que les valeurs les plus élevées sont enregistrées par la variété Sel.88 Lat. 18105(s) cette variété est plus fertile que les variétés Sel.88 Lat 18009 (s) et Séville.

Concernant le poids de cent graines c'est la variété Séville qui présente un poids de cent grains le plus élevé parce que c'est une variété à grosses graines (type major) alors que

Sel. 88 Lat. 18105(S) est de type equina classée en deuxième position et Sel. 88 Lat.18009 (s) est classée en troisième position parce qu'elle est de type minor à petites graines.

3.3.3. Effet de l'application du glyphosate

3.3.3.1. Effet de l'application du glyphosate sur l'infestation par l'orobanche et sur le rendement

Une double application foliaire du glyphosate a permis un contrôle total de l'orobanche (Tablx. 26 et 27) et ce, quelle que soit la date de semis et la variété testée. Les mêmes résultats ont été signalés par El – Masry *et al.* (1989). Cependant, des symptômes de phytotoxicité ont été notés (chlorose, réduction de la surface foliaire ainsi qu'une réduction de rendement) dans les parcelles traitées par rapport au témoin. Abdella *et al.* (1987) ont observé les mêmes symptômes.

Malgré les propriétés intéressantes que présente ce produit (phloème mobile), (Liu *et al.*1991), son utilisation nécessite beaucoup d'attention car la tolérance de la fève au glyphosate est relativement faible et très influencée par le stade de développement de la culture au moment du traitement (Messa-Garcia *et al.*1989), ainsi que par les conditions de l'environnement (Abdella *et al.*1987).

Année	Date de semis	Variété	Rendement sans glyphosate	Rendement avec glyphosate	% de perte de rendement due à la phytotoxicité	
1992/1993	Octobre	Seville	16.8	17.76	-	
	Novembre	Seville	38.12	22.39	41.26	
	Décembre	Seville	32.85	14.57	55.64	
	Octobre	18105(s)	34.29	33.76	1.5	
	Novembre	18105(s)	35.11	26.62	24.18	
	Décembre	18105(s)	33.33	17.44	47.67	
	PPds(5%) :3.60**					
	1993/1994	Novembre	Seville	18.77	20.15	-
		Décembre	Seville	22.02	21.95	0.31
Novembre		18105(s)	25.62	22.55	11.98	
Décembre		18105(s)	24.62	23.09	6.21	
Novembre		18009(s)	27.11	19.25	28.99	
Décembre		18009(s)	25.94	22.97	11.55	
PPds(5%) :1.90*						

Tabl. 30 : Effet du traitement au glyphosate sur le taux de perte de rendement de la fève

D'après Messa -Garcia et Garcia -Torres (1985 cités par Garcia -Torres et al.1989), les risques de phytotoxicité et de réduction de rendement sont importants lorsque le traitement au glyphosate est répété dans des conditions de faible infestation.

Dans le cas de notre expérimentation le semis précoce d'Octobre tolère mieux un double traitement au glyphosate (conditions de forte infestation) Tabl. 30. Cependant, une seule application aurait été suffisante pour les semis tardifs.

Les variétés testées ont montré des niveaux de tolérance variables, suivant les périodes de semis et l'année.

Le taux de perte de rendement dû à la phytotoxicité du produit est moins important en 1993/94 pour l'ensemble des variétés.

Cela serait dû aux précipitations survenues juste après l'application du produit et qui ont atténué l'effet phytotoxique du produit (Tabl. 30).

3.3.3.2. Effet de l'application du glyphosate sur les composantes de rendement de la culture de fève

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative pour le facteur traitement au glyphosate, pour les paramètres nombre de gousses/ plant pour les deux campagnes et nombre de grains/ plant pour la campagne 1993/94 (Tablx. 26 et 27).

L'écart enregistré est entre 7.73 et 2.21 gousses en moyenne par rapport à un témoin non traité durant la campagne 1992/93 et 93/94, respectivement.

Concernant le nombre de grains, la différence enregistrée est de 5.23 graines en moyenne par rapport à un témoin non traité.

De ce fait on peut dire que dans le cas de notre expérimentation deux éléments liés à l'environnement ont eu un impacte direct sur l'effet du traitement au glyphosate sur l'élaboration du rendement et ses composantes; la période de semis d'un côté et l'année de l'essai d'un autre côté. Ces données sont confirmées par la bibliographie.

3.3.4. Les effets d'interactions

De cette expérimentation nous avons aussi observé quatre types d'interaction intéressants entre les facteurs étudiés à savoir, interaction entre :

- La date de semis et la variété,
- La date de semis et le traitement au glyphosate,
- La variété et le traitement au glyphosate
- La date de semis, la variété et le traitement au glyphosate.

3.3.4.1. Interaction entre la date de semis et la variété

L'analyse de la variance montre qu'elle est hautement significative pour les paramètres poids sec d'orobanche /pied de fève, nombre de grains /pied de fève, et le rendement en grains durant la campagne 1992/93 uniquement.

Le test de comparaison des moyennes montre que le poids sec d'orobanche /pied de fève le plus élevé est obtenu avec la variété sensible "Séville" en semis d'octobre.

Le parasitisme est très sévère avec cette variété semée à cette période parce qu'il s'agit d'une variété sensible.

Le plant de fève peut perdre jusqu'à 41.2g de ses réserves, au profit de la plante parasite, induisant ainsi une perte de rendement de 88.66%. Alors que la variété tolérante telle que Sel.88 Lat.18105(s) ne perd que 15.23g de ses réserves par plant de fève, à la même période de semis, avec une perte de rendement de 39.68%, ce qui correspond à une différence de l'ordre de 50%.

Les résultats montrent aussi que la variété tolérante à l'orobanche Sel.88 Lat.18105(s) arrive à produire du grain, même en conditions de forte infestation (semis précoce) (Fig. 26).

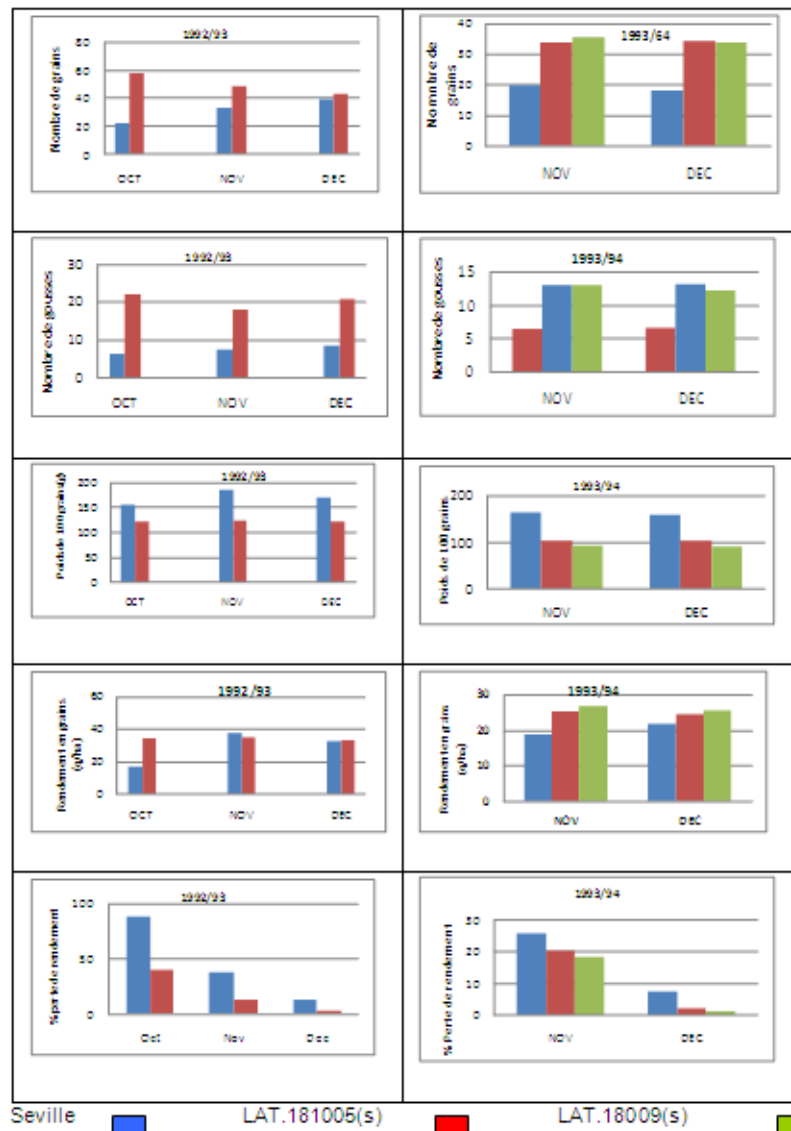


Fig.26 :Effet de la date de semis et de la variété sur le nombre de gousses, le nombre de grains, le poids de cent grains et le rendement en grains de la fève.

Par ailleurs, le rendement en grains le plus intéressant est obtenu par la variété tolérante à l'orobanche 18105 (s) semée en décembre (33.33 q/ha, 0.2 plants d'orobanche / plant de fève et un pourcentage de perte de rendement de 2.48%).

3.3.4.2. Interaction entre la date de semis et le traitement au glyphosate

Elle est très hautement significative pour les paramètres nombre de pieds d'orobanches / plant de fève, poids sec d'orobanches / plant de fève, poids de cent grains et le rendement en grains et ce, quelle que soit l'année d'étude.

Les résultats obtenus montrent que le traitement au glyphosate a complètement détruit l'orobanche quelle que soit la date de semis, en induisant par conséquent des effets négatifs sur le poids de cent grains et le rendement en grains, due à la phytotoxicité. Plus la date de semis est retardée plus ses effets sont importants (Tablx. 26 et 27) : Ils sont plus apparents

pour la campagne 1992/93; ceci est dû essentiellement aux conditions climatiques qui sont survenus durant cette campagne.

3.3.4.3. Interaction entre la variété et le traitement au glyphosate

Elle est hautement significative pour les paramètres le nombre et le poids sec d'orobanches / pied de fève et le nombre de grains/pied de fève.

Le traitement au glyphosate a permis une destruction totale de l'orobanche quelle que soit la variété utilisée, en induisant par conséquent des effets négatifs sur la fertilité du plant de fève due à la phytotoxicité, surtout pour la variété sensible Séville qui présente une faible sélectivité vis-à-vis du glyphosate.

En faisant abstraction de l'effet de la date de semis, le traitement au glyphosate a induit une baisse de fertilité de 11% pour la variété Séville alors qu'il a contribué dans son amélioration de 3% pour la variété Sel. 88 Lat. 18105(s) qui est considérée comme une variété tolérante à l'orobanche et relativement sélective au glyphosate.

3.3.4.4. Interaction entre la date de semis, la variété et le traitement au glyphosate

L'analyse de la variance révèle une différence significative pour l'interaction entre les facteurs date de semis, variété et traitement au glyphosate pour les paramètres poids sec d'orobanche par pieds de fève et le poids de cent grains pour les deux campagnes.

Le test de comparaison des moyennes montre que le poids d'orobanche par plant de fève le plus élevé est obtenu avec la variété sensible semée entre octobre et novembre et sans traitement au glyphosate. Il varie entre 41.2 et 22.03 g/ plant de fève pour les campagnes 1992/93 et 93/94, respectivement. Par ailleurs, les plus faibles valeurs sont obtenus par l'ensemble des variétés semées à différentes périodes de semis, traitées au glyphosate et ce, quelle que soit l'année (0 g de matière sèche /plant de fève).

3.3.5. DISCUSSION

Les traitements au glyphosate et à l'imazethapyr ont permis une amélioration significative du rendement de la culture de fève en condition d'infestation par l'orobanche. L'application foliaire de ces produits à la dose de 60 et 25 g de m.a. / ha respectivement, avant l'émergence de l'orobanche au stade attachement, a permis un gain de rendement en grains de 7q/ha en moyenne.

Par ailleurs les résultats obtenus avec l'application de l'imazaquine n'étaient pas satisfaisants, le niveau de rendement obtenu était inférieur au témoin, ceci serait dû à des effets de phytotoxicité irréversibles du produit.

Concernant le niveau de maîtrise de l'infestation par l'orobanche, le traitement au glyphosate a permis un contrôle total de l'infestation avec une émergence nulle, alors que certains pieds d'orobanches ont échappé à l'action des herbicides de la famille des imidazolinones.

De cette analyse, il ressort que le glyphosate est l'herbicide le plus efficace contre l'orobanche avec cependant, des effets de phytotoxicité réversibles sur la culture. Parmi les imidazolinones, l'imazethapyr est l'herbicide le moins phytotoxique mais le moins efficace.

De cette étude, il ressort également qu'en plus du traitement chimique à base du glyphosate qui est l'herbicide de référence le plus utilisé dans le monde, l'utilisation du semis tardif et des variétés tolérantes à l'orobanche ne font qu'améliorer les rendements en grain de la fève et réduire significativement l'infestation par l'orobanche.

Dans notre cas une réduction d'infestation de 86%, ainsi qu'une baisse du pourcentage de perte de rendement due à l'attaque de l'orobanche de 12.64% sont obtenus uniquement par un semis tardif de décembre. Cette réduction est liée aux facteurs climatiques, en particulier la température du sol, qui semble jouer un rôle important dans les processus de la germination et de l'infection.

D'après, Sauerborn (1989), les températures optimales pour la germination d'*O. crenata* et d'*O. aegyptiaca* sont comprises entre 10 et 15°C, alors que pour l'attachement, elles sont comprises entre 10 et 20°C.

Dans le cas de notre étude, les températures maximales et minimales enregistrées durant les années d'expérimentation étaient favorables pour l'installation du processus d'infection de l'orobanche, surtout pour les semis précoces. La germination des graines et l'attachement se sont déroulés dans des conditions de température favorable (> 10°C) pour le semis d'octobre et moins favorables pour les semis tardives de décembre.

Par ailleurs, la baisse de rendement, induite par le retard dans le semis est relativement tolérable par rapport à celle due à l'effet de l'orobanche. Dans notre étude cette baisse varie entre 4 et 19% selon les variétés utilisées et peut être minimisée si le retard de semis ne dépasse pas 10 à 14 jours par rapport à la date de semis optimale.

Cette période est largement suffisante pour réduire significativement l'infestation en orobanche.

Nos résultats montrent que la protection contre le parasite, est encore améliorée par l'utilisation de variétés tolérantes à l'orobanche et qui présentent une certaine plasticité vis à vis du semis tardif. Une réduction de l'infestation de 76% et 83.3% est obtenue respectivement par les variétés 18105 (s) et 18009 (s), alors que le taux de perte de rendement n'est que de 2.35 et 1.24 %, respectivement pour les mêmes variétés, semées en décembre.

Une double application foliaire du glyphosate a permis un contrôle total de l'orobanche et ce, quelle que soit la date de semis et la variété testée. Cependant des symptômes de phytotoxicité ont été notés : chlorose, réduction de la surface foliaire ainsi qu'une réduction de rendement.

Malgré les propriétés intéressantes que présente ce produit, son utilisation nécessite beaucoup d'attention car la tolérance de la fève au glyphosate est relativement faible et très influencée par le stade de développement de la culture au moment du traitement, ainsi que par les conditions de l'environnement. Les risques de phytotoxicité et de réduction de rendement sont importants lorsque le traitement au glyphosate est répété dans des conditions de faible infestation.

Dans notre expérimentation le semis précoce d'Octobre tolère mieux un double traitement au glyphosate (conditions de forte infestation). Cependant une seule application aurait été suffisante pour les semis tardifs.

Les variétés testées ont montré des niveaux de tolérance variables selon les périodes de semis et l'année. Le taux de perte de rendement due à la phytotoxicité est moins important en 1993/94 pour l'ensemble des variétés, cela est peut être due aux précipitations survenues juste après l'application du produit et qui ont atténué son effet phytotoxique.

De ce fait, on peut dire que dans notre expérimentation deux éléments liés à l'environnement ont eu un impact direct sur l'effet du traitement au glyphosate sur l'élaboration du rendement et ses composantes.

Par ailleurs nous avons noté quatre types d'interactions intéressantes entre les facteurs étudiés à savoir: Interaction entre la date de semis et la variété, entre la date de semis et traitement au glyphosate, entre la variété et le traitement au glyphosate et enfin entre la date de semis, la variété et le traitement au glyphosate.

Le parasitisme est très sévère avec la variété sensible Séville en semis précoce d'octobre. Le plant de fève peut perdre jusqu'à 41.2g de ses réserves au profit de la plante parasite, induisant ainsi une perte de rendement de 88.66%. En revanche la variété tolérante Sel.88 Lat.18105(s) ne perd que 15.23g de ses réserves par plant de fève à la même période de semis, soit une perte de rendement de 39.68%, ce qui correspond à une différence de l'ordre de 50%. Cette variété arrive à produire du grain même en conditions de forte infestation (semis précoce).

Le traitement au glyphosate a permis une destruction totale de l'orobanche quelle que soit la variété utilisée, en induisant par conséquent des effets négatifs sur la fertilité du plant de fève due à la phytotoxicité, surtout pour la variété sensible Séville qui présente une faible sélectivité vis-à-vis du glyphosate.

En faisant abstraction de l'effet de la date de semis, le traitement au glyphosate a induit une baisse de fertilité de 11% pour la variété Séville, alors qu'il a contribué dans son amélioration de 3% pour la variété Sel. 88 Lat. 18105(s) considérée comme une variété tolérante à l'orobanche et relativement sélective au glyphosate .

L'interaction entre les facteurs date de semis, variété et traitement au glyphosate pour les paramètres poids sec d'orobanche par pieds de fève et le poids de cent grains pour les deux campagnes était significatif.

Le poids sec de l'orobanche par plant de fève le plus élevé est obtenu avec la variété sensible semée entre octobre et novembre et sans traitement au glyphosate variant entre 41.2 et 22.03 g / plant de fève .

Par ailleurs, les plus faibles valeurs sont obtenues par l'ensemble des variétés semées à différentes périodes de semis, traitées au glyphosate et ce quelle que soit l'année (0 g de matière sèche /plant de fève).

CONCLUSION GENERALE

Cette étude nous a permis de caractériser un ensemble de lignées en tenant compte de leur niveau de productivité, de leur résistance vis-à-vis de l'orobanche, de leur précocité et de la taille de leur tige à la floraison.

Elle nous a permis l'identification de 19 lignées productives, résistantes à l'orobanche, précoces et caractérisées par une faible hauteur des plants à la floraison. Parmi ces lignées on retrouve les témoins performants et résistants à l'orobanche ainsi que les lignées parentales : Rebaya, Giza 4 et 135 éthiopien.

Une attention particulière est accordée à la lignée issue du croisement (Giza4 X 34/marokko) parce qu'elle est fortement confirmée par les deux analyses. C'est une lignée prometteuse, présentant les mêmes valeurs que les témoins performants et montre aussi une très bonne adaptation aux conditions climatiques algériennes.

Cette étude nous a permis également de caractériser un groupe de 7 lignées tolérantes à l'orobanche, peu productives, précoces, présentant une hauteur des plants faible à la floraison. Elles sont intéressantes à introduire dans des programmes de lutte intégrée. Dans ce groupe d'individus on distingue essentiellement la lignée issue du croisement (34/marokko x 91/25) qui est une lignée résistante à l'orobanche, productive mais particulièrement tardive.

Un autre groupe de 7 lignées, peu intéressantes mais peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration génétique. Ces lignées sont demi précoces à tardives, présentant une hauteur des plants à la floraison élevée, sensibles à l'orobanche et très peu à non productives avec une attention particulière accordée à la lignée issue du croisement (Giza4 x 91/36) qui est caractérisée par l'aptitude à produire des fleurs et des graines, même sous une forte pression d'orobanche.

De ces résultats on peut dire que la caractérisation du matériel végétal, nous a permis de distinguer deux types de résistance :

- Absence d'émergence des plants d'orobanche, impliquant ainsi une bonne fertilité, une bonne production et productivité en grains. C'est ce type de résistance qui est recherché pour améliorer les rendements de la fève et pour limiter la propagation du parasite.
- Possibilité de production même en conditions de forte émergence d'orobanche, favorisant ainsi, une réinfestation de la parcelle et dissémination du parasite. Ce type de résistance n'est pas désiré mais, il est utilisé dans les programmes d'amélioration.

Il est à signaler aussi, que le matériel génétique ainsi caractérisé, ne présente pas une qualité du grain appréciable. Toutes les lignées sélectionnées sont de petites graines de type minor, un problème à prendre en considération dans les recherches futures, afin de sélectionner un matériel qui ne risque pas d'être rejeté par le milieu producteur.

Dans cette étude, il a été montré que les traitements au glyphosate et à l'Imazethapyr ont permis une amélioration significative du rendement de la culture de fève, en conditions d'infestation en orobanche. L'application foliaire de ces produits à la dose de 60 et 25 g de

m.a;/ha, respectivement, avant l'émergence de l'orobanche au stade attachement, a permis un gain de rendement en grains de 7q/ha en moyenne.

Par ailleurs, les résultats obtenus avec l'application de l'Imazaquine n'étaient pas satisfaisants à cause des effets de phytotoxicité irréversibles.

Concernant le niveau de maîtrise de l'infestation par l'orobanche, le traitement au glyphosate a permis un contrôle total de l'infestation avec émergence nulle, alors que certains pieds d'orobanche ont échappé à l'action des herbicides de la familles des imidazolinones.

De cette étude, il ressort aussi qu'en plus du traitement chimique à base du glyphosate, l'utilisation du semis tardif et des variétés tolérantes à l'orobanche ne font qu'améliorer les rendements en grain de la fève et réduire significativement l'infestation par l' orobanche.

Dans notre cas, une réduction d'infestation de 86%, ainsi qu'une baisse du pourcentage de perte de rendement due à l'attaque de l'orobanche de 12.64% sont obtenus uniquement par un semis tardif de décembre. Par ailleurs, la baisse de rendement induite par le retard dans le semis est relativement tolérable par rapport à celle due à l'effet de l'orobanche. Dans le cas de notre étude elle varie entre 4 et 19 % et ce en fonction des variétés utilisées. Elle peut être minimisée si le retard de semis ne dépasse pas 10 à 14 jours par rapport à la date de semis optimale. Cette période est largement suffisante pour réduire significativement l'infestation en orobanche.

De cette étude, il ressort aussi que, la protection contre le parasite est encore améliorée par l'utilisation de variétés tolérantes à l'orobanche et qui présentent une certaine plasticité vis à vis du semis tardif. Une réduction de l'infestation de 76% et 83.3% est obtenu, respectivement par les variétés 18105 (s) et 18009 (s), alors que le taux de perte de rendement n'est que de 2.35 et 1.24 %, respectivement pour les mêmes variétés, semées en décembre.

Une double application foliaire du glyphosate a permis un contrôle total de l'orobanche et ce, quelle que soit la date de semis et la variété testée. Cependant, des symptômes de phytotoxicité ont été notés. L'utilisation de ce type de produit nécessite beaucoup d'attention, car la tolérance de la fève au glyphosate est relativement faible et très influencée par le stade de développement de la culture au moment du traitement ainsi que par les conditions de l'environnement. Les risques de phytotoxicité et de réduction de rendement sont importants lorsque le traitement au glyphosate est répété dans des conditions de faible infestation.

Dans le cas de notre expérimentation, la fève semée au mois d'octobre tolère mieux un double traitement au glyphosate. Cependant, une seule application aurait été suffisante pour les semis tardifs. Les variétés testées ont montré des niveaux de tolérance variables suivant les périodes de semis et l'année.

De cette expérimentation nous avons aussi observé quatre types d'interactions intéressantes entre les facteurs étudiés.

Le parasitisme est très sévère avec la variété sensible Séville en semis précoce d'octobre. Le plant de fève peut perdre jusqu'à 41.2g de ses réserves au profit de la plante parasite, induisant ainsi une perte de rendement de 88.66%. En revanche, la variété tolérante Sel.88 Lat.18105(s) ne perd que 15.23g de ses réserves par plant de fève à la même période de semis entraînant une perte de rendement de 39.68%, ce qui correspond à une différence de l'ordre de 50%. Cette variété arrive à produire du grain même en conditions de forte infestation (semis précoce).

Le traitement au glyphosate a permis une destruction totale de l'orobanche quelle que soit la variété utilisée, en induisant par conséquent des effets négatifs sur la fertilité du plant de fève due à la phytotoxicité, surtout pour la variété sensible Séville qui présente une faible sélectivité vis-à-vis du glyphosate. En faisant abstraction de l'effet de la date de semis, le traitement au glyphosate a induit une baisse de fertilité de 11% pour la variété Séville alors qu'il a contribué dans son amélioration de 3% pour la variété Sel. 88 Lat. 18105(s) qui est considérée comme une variété tolérante à l'orobanche et relativement sélective au glyphosate.

L'interaction entre les facteurs date de semis, variété et traitement au glyphosate pour les paramètres poids sec d'orobanche par pieds de fève et le poids de cent grains, montre que le poids d'orobanche par plant de fève le plus élevé est obtenu avec la variété sensible semée entre octobre et novembre et sans traitement au glyphosate et varie entre 41.2 et 22.03 g/plant de fève. Par ailleurs, les plus faibles valeurs sont obtenues par l'ensemble des variétés semées à différentes périodes de semis, traitées au glyphosate et ce quelle que soit l'année (0 g de matière sèche /plant de fève).

Les différents points abordés dans ce travail ont permis de mieux comprendre comment gérer cette plante parasite dans la culture de la fève.

Au niveau de la lutte chimique contre l'orobanche, l'étude a montré qu'il y a des contraintes au niveau de la technique d'application et en particulier le stade d'application. De ce fait, la recherche d'autres herbicides performants et dont l'application est simple s'impose pour remédier à cette difficulté et d'élargir la gamme de choix.

Ainsi, la voie génétique est la meilleure méthode de lutte contre ce fléau. Ainsi, la recherche dans ce domaine nécessite de trouver des sources de résistances stables et transférables aux variétés productives.

Enfin, la lutte contre l'orobanche, par l'utilisation d'une seule technique de lutte, qu'elle soit culturale, biologique, physique ou chimique reste une solution insuffisante. Seule une combinaison de différentes méthodes, élaborées dans un programme de lutte intégrée selon les situations, pourrait atténuer voire éradiquer cette plante parasite.

Le développement de nouveaux dispositifs de lutte intégrée économique et rentable, permettrait une maîtrise maximale de l'orobanche afin de prévenir l'extension des zones infestées, en tenant compte des coutumes, des pratiques culturales et des conditions climatiques du pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELLA, M.M.F., EL HATTAB H., MATWALLY A. & DARWICH, D.S. 1987. Effect of *Orobanche* on 49 Faba bean lines and the use of glyphosate for its control. *Fabis* n°6, 13p.
- ABER, M. 1984. Etude histo-cytologique et physiologique du couple *Orobanche crenata* Forsk. *Vicia faba* L. Thèse Dr.Ingén. Université Pierre et Marie Curie. Paris, 140 p.
- ABU IRMAILEH, B.E. 2007. Integrated *Orobanche* management. In: Progress on farmers training on parasitic weed management, FAO and Agriculture organization of the united nations, R. LABRADA (eds.), Rome, pp: 17-27.
- AÏT ABDALLAH, F. & HAMADACHE, A. 1996. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur le contrôle de l'*Orobanche* de la fève (*Vicia faba* L.) dans une zone sub humide. In: Bertenbreiter, W. and Sadiki, M. (eds) Rehabilitation of *Faba bean*, pp: 121-128.
- AL-MENOUFI, O.A. 1991. Crop rotation as a control measure of *Orobanche crenata* Forsk. In *Vicia faba* L. fields In: Wegman, K., Musselman, L.J. (eds.) Progress in *Orobanche crenata* Forsk. Research, Eberhard Karls-Universität, Tübingen, FRG, pp: 241-247
- AL-MENOUFI, O.A. 1994. The *Orobanche* problem and management in Egypt .In: A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds). Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* Research, Amsterdam, Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp: 663-671
- ANONYME, 1996. International training course: Biology and control of parasitic weeds, Training Manual 4th edition published by supra regional project "Ecology and management of parasitic Weeds", University of Hohenheim, 77p.
- ARJONA-BERRAL, A., MESA-GARCIA, J. & GARCIA-TORRES, L. 1987. Phenology and growth of *Orobanche crenata* Forsk. (Broomrap) in four legume crops. *Weed Research* N° 27, pp: 349-360
- BELÉN, R., TORRES, A. M., RUBIALES, D. CUBERO, J. I. & SATOVIC, Z. 2002. Mapping of quantitative trait loci controlling broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) resistance in faba bean (*Vicia faba* L.), *Genome* 45(6), pp: 1057–1063
- BLANCHARD, M. 1953. Action des produits à base de dérivés organo -mercuriques sur la germination des graines d'orobanche In : Méthodes de lutte contre l'*Orobanche*. Compte rendu de l'association internationale des essais de semences, Vol.18, Copenhague, pp: 249-252
- BOUZNAD, Z., MAATOUGUI, M.E.H. & LABDI M. 1996. Importance et distribution géographique des maladies fongiques des légumineuses alimentaires en Algérie: Proceedings du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires, 11-14 nov 1996, Rabat, Maroc pp: 13-19

- CEZARD, R. 1973. Quelques aspects particuliers de la biologie des orobanches. In: Proceedings, European Weed Research Council Symposium on Parasitic Weeds, Malta, pp: 55-67
- CHESTER, L.F., RAKESH, J. & REUVEN, J. 1989. Recent approaches for chemical control of Broomrape (*Orobanche spp.*) Rev. Weed Sci. 4, pp: 123-152
- CICCARONE, A. & PIGLIONICA, V. 1979. Attempts to control *Orobanche* in southern Italy .In: DA BOND, GT SCARASCIA- MUGNOZZA and M.H. POLSEN (eds.), Some current research on *Vicia faba* in Western Europe, Bari, Italy, pp: 87-102.
- CUBERO, J. I. 1983. Parasitic diseases in *Vicia faba* L. with special reference to broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) In: P.D. Hebbleth Waite (eds.) The faba bean (*Vicia faba* L.) London, UK, Butter Worth, pp: 493-521
- CUBERO, J.I. & HERNANDEZ, L. 1991. Breeding for resistance to *Orobanche* species: a review Tolerance and resistance to *Orobanche*. Poceedings of the International Workshop on *Orobanche* Research Obermarchtal, FRG, pp: 257-277.
- CUBERO, J.I. & MARTINEZ A.1980. The genetics of resistance of Faba bean to *Orobanche crenata* Forsk. Fabis n°2, pp:19-20
- CUBERO, J.I. 1973. Resistance to *Orobanche crenata* Forsk. in *Vicia faba* In: Symposium of parasitic weeds, the European Weed Research Council on parasitic Weeds, Research Group. Wageningen, pp: 205-217
- CUBERO, J.I., & MORENO, M.I. 1992. Faba bean cultivars resistant to *Orobanche crenata* Forsk. In: proceedings of the 1st European Conference, pp: 234-239
- CUBERO, J.I.1994 Taxonomy, distribution and evolution of Faba bean and its relatives. In: Witcombe J.R. and Erskine W. (eds): Genetic ressources and their exploitation – Chickpeas, Faba beans and Lentils, pp: 131-144.
- CUBERO, J.I. & MORENO, M.T. 1979. Agronomic control and sources of resistance in *Vicia faba* to *Orobanche crenata*. In: Some current Research in *Vicia faba* in Western Europ Bond D.A.; Scarascia-Mugnozza G.T. and Poulsen M.H., (eds.) Commission of the European Communities Luxembourg, pp: 41-80
- DAHMANE, A.B.K. & TRABELSI, M. 1980. Investigations sur l'*Orobanche crenata* et *speciosa*. A. Essai de lutte chimique au Round up dans des cultures de féverole. 2. Essai de germination in vitro des orobanches en présence des racines de différentes plantes .Annales de l'Institut .National de Recherche Agronomique de Tunisie 53, pp: 1-16
- DEKKICHE, N. Donnée non publiée
- DEMURIN, YA, & PERSTENYEVA, A.A. 2010. Effect of Imadazolinones on broomrape tubercles in sunflower. In: Proceedings of the International Symposium "Sunflower breeding on Resistance to Diseases" Krasnador, Russia June 23-24, pp: 111-121
- DUCELLIER, L. 1923. Les orobanches parasites des plantes cultivées en Algérie.Rev.Agric.Afr. du Nord 260, pp: 344-349
- DÖRR, I. & KOLLMANN, R. 1974. Structural features of parasitism of *Orobanche*. Growth of the haustorial cells within the host tissue. Protoplasma 80, pp: 245-249.
- EL – MASRY, R., NAGUIB, N.A. & EL BAZ, F.K. 1989 The influence of glyphosate on host-parasite relationship between *Vicia faba* L. and *Orobanche crenata* ForskIn:

- Progress in *Orobanche* Research Proceedings of the International Work shop on *Orobanche* Research, Obermarchtal FRG, August 19/22, pp: 215-225
- EL-GHAMRAWY, N. & NEWMAN, K.H. 1986. Some physiological aspects of *Orobanche crenata* Forsk. Parasitism on *Vicia faba* L. In: Progress in *Orobanche* Research Proceedings of the International Work shop on *Orobanche* Research, Obermarchtal FRG, August 19/22, pp: 215-225
- FAO, 1955. Les légumineuses en Algérie. Edition française, 429 p.
- FAO, 2006. L'état de la sécurité alimentaire dans le monde, bilan de 10 ans après le sommet mondial de l'alimentation, 150 p.
- FETTIOUN, S. 2007. Combinaison de *Fusarium oxysporum* et bacteries du genre *Microbacterium* et *Ralstonia* pour la lutte contre *Orobanche crenata* Forsk. Thèse Ing. Agr. INA, 49 p.
- GARCIA- TORRES, L., LOPEZ- GRANADOS, F., JURADO-EXPOSITO & DIAZ- SANCHEZ, J. 1999. Chemical control of *Orobanche* spp. In legumes: Achievement and constraints. In: A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam. Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp: 345-350
- GARCIA –TORRES, L., LOPEZ-GRANADOS, F., SAAVEDRA, M. & MESA-GARCIA, J. 1989. Selection of herbicides for the control of broomrape (*Orobanche crenata*) in faba bean .FABIS Newsletter 24, pp: 32-36
- GARCIA-TORRES, L., JURADO-EXPOSITO, M., CASTEJON-MUNOZ, M. & LOPEZ- GRANADOS, F. 1996. Herbicide-treated crop seeds for control of *Orobanche* spp. In: M.T. MORENO and J.I. CUBERO (eds.), Advances in parasitic plant research. Junta de Andalucia, Proceedings of the sixth International Parasitic Weed Symposium, Cordoba, Spain, pp: 699-705
- GARCIA-TORRES, L., LOPEZ-GRANADOS, F. & CASTEJON, M. 1991. Herbicides for *Orobanche* spp. control in faba bean and sunflower. Weed Research, Volume 31, pp: 227-235
- HERNANDEZ, L. 1987. Genetica de la resistencia de *Vicia faba* a *Orobanche crenata* Forsk. Ph. D. Thesis, University of Cordoba Spain 150 p.
- HEZEWIJK, M.J. VAN, A.H. SAXENA, M.C., TER BORG, S.J. 1987. Relationship between sowing date and *Orobanche* (broomrape) development on faba bean (*Vicia faba* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medikus) in Syria .In: H.C. Weber and W. Forstreuter (eds.), Parasitic flowering plants, Proceedings of the 4th International Symposium on Parasitic Flowering plants. Marburg, Germany, Philips University, pp: 377-390
- IBRAHIM, A.A., HAMISA, M.R., NASSIB, A. & RISK, M.A. 1983. Agronomy research in Egypt. In: SAXENA M.C., STEWARD (eds.), faba bean in the Nile Valley. ICARDA / IFAD. Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands, pp: 69-77
- INRA/ITGC, 2004. Projet d'encadrement des programmes prioritaires en grandes cultures, Recueil des études relatives au développement des grandes cultures (Filière Légumineuse Alimentaire), volume 2, 194 p.

- IZARD, C. 1959. L'*Orobanche* du tabac. Ann. Inst. Exp. Tabac Bergerac 3, pp: 1-18
- JACOBSON, R., & KELMAN, Y. 1980. Effectiveness of glyphosate in broomrape (*Orobanche spp.*) control in four crops. Weed Science 28, pp: 692-699
- JAIN, R. & FOY, C.L. 1987. Physiological aspects of broomrape (*Orobanche spp.*) parasitism, host specificity and selective control by glyphosate. Ph.D. thesis. Dissertation. Virginia Polytech. Inst. and State Univ., Blacksburg, 131 p.
- KASASIAN, L. 1973. The chemical control of *Orobanche crenata* in *Vicia faba* and the susceptibility of 53 cultivars of *V.faba* to *O.crenata* .In: Proc. Eur., Weed Res. Coun. Symposium. Parasitic Weeds. Malta University Press, pp: 224-230
- KENJI, M., MATSUI, J. YOKOTA, T. SAKAI, H., BANDO M. & TAKEUCHI, Y. 1999. Structure and synthesis of orobanchol, the germination stimulant for *Orobanche minor*. Tetrahedron Letters Volume 40, pp: 943-946
- KHALAF, K.A. & EL-BASTAWESY, F.I. 1989. Some studies of the basis of resistance of *Vicia faba* cultivar Giza 402 to *Orobanche crenata* parasitism, Fabis newsletters. 25, pp: 5-9
- KHALDOUN, A., BELLAH F. & MEKLIICHE, L. 2006. L'obtention variétale en Algérie cas des céréales à paille, 81 p.
- KHALED, A. & KHALAF, K.A. 1989. Herbicidal activity of glyphosate on *Vicia faba* stimulant(s) and germination of *Orobanche crenata* seeds in vitro. In: Wegman K. and Musselman L.J. (eds.) Progress in *Orobanche* Research, Eberhard Karls-Universität, Tübingen, FRG, pp: 209-214
- KHARRAT, M. & HALILA, M.H. 1994. *Orobanche* species on (*Vicia faba* L.) in Tunisia: problem and management. In: Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and related *Striga*. A.H. Pieterse, J.A.C. Verkleij and S.J. ter Borg (eds.), Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute, pp: 639-643
- KHALIL, S.A., SABER, H.A., EL-SHARBEENY, M.H. EL- HADY, M.M. & SALEEB, S.R. 1994. Present state of *Orobanche* resistance breeding in faba bean in Egypt. In: A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* Research. Amsterdam. Royal Tropical Institute, The Netherlands, PP: 455-464
- KHARRAT, M., HALILA, M.H. & AIT ABDALLAH, F. 1997. Distribution, biologie et gestion de l'orobanche sur les légumineuses alimentaires dans les pays du pourtour méditerranéen. In: 2ème séminaire GRAM (Groupe de Recherche Agronomique Méditerranéen des Légumineuses Alimentaires): Les légumineuses Alimentaires Méditerranéennes: Contraintes biotiques et potentialités de développement. INRA Rennes-Le Rheu, 19-22 Février, pp: 72-85
- KHARRAT, M., HALILA, M.H. & BENIWAL, S.P.S. 1994. Parasitism of two Faba bean varieties as affected by different seed inoculum levels of *Orobanche crenata* and *O. foetida*. In: Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga*. A.H. Pieterse, J.A.C.

- Verkleij and S.J. ter Borg (eds.) Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institut, pp: 343-643
- KROSCHEL, J. & SAUERBORN, J. 1996. Underrated methods of weed control and their use in the agriculture of developing countries. In: the second International Weed Control Congress Copenhagen, pp: 611-621
- KUKULA, S.T. & MASRI, H., 1985. A greenhouse technique for screening faba beans (*Vicia faba* L.) for resistance to *Orobanche* spp., FABIS Newsletter n°12, pp:20-23.
- LINKE, K. SCHEIBEL, C., SAXENA, M.C. et SAUERBORN, J. 1992. Fungi occurring on *Orobanche* spp. And their preliminary evaluation for *Orobanche* control. Tropical pest management, 38 (2), pp: 127-130
- LINKE, k.h. & SAXENA, M.C. 1989. Study on viability and longevity of *Orobanche* seed under laboratory conditions. In: Wegmann, K. and Musselman, L.J.(eds.), Progress in *Orobanche* Research , Eberhard- Karls-Universitat, Tubingen, FRG., pp:110-114
- KROSCHEL, J., SAUERBORN, J. & KLEIN, O. 1996. The supra-regional GTZ-project, ecology and management of parasitic weeds approaches to manage *Orobanche crenata* in Morocco. In: w. Bertenbreitter (eds), Proceedings Rehabilitation of faba bean, Rabat, pp: 95-106
- LINKE, K.H. 1992. Biology and control of *Orobanche* in legume crops. PLITS 10 (2), Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, pp: 112-119
- LINKE, K.H., ABD EL-MONEIM, A.M. & SAXENA, M.C. 1993. Variation in resistance of some forage legumes species to *Orobanche crenata* Forsk. Field crops Research, 32, pp: 277-285
- LINKE, K.H, VORLANDER, C., & SAXENA, M.C. 1990. Occurence and impact of *Phytomyza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae) on *Orobanche crenata* (Orobanchaceae) in Syria. Entomophaga 35 (4), pp: 633-639
- LIU, Z.Q., FER, A. & LECOCQ, F.M. 1991. L'Imazaquine, un herbicide prometteur pour la lutte contre la cuscute (*Cuscuta* sp.) dans la culture du soja (*Glycine max*), Weed research Vol.31, pp: 33-40
- LOPEZ- GRANADOS, F., & GARCIA TORRES L., 1991. Population dynamic of crenate broomrap (*Orobanche crenata* Forsk.) in faba bean (*Vicia faba* L.) Weed science Vol.41, N°4, pp: 563-567
- LUTZEYER, H.J., KROSCHEL, J. & SAUERBORN, J. 1994. *Orobanche crenata* in legume cropping: farmer's perception, difficulties and prospects of control; a case study in Morocco. In: A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research, Amsterdam, Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp: 432-441
- MASIREVIC, S., MEDIC-PAP, S. & SKORIC, D. 2010. Broomrape control and phytotoxicity of imidazolinone herbicide in IMI sunflower genotypes and influence on seed yield. In: proceedings of the international symposium "Sunflower breeding on resistance to diseases" Krasnador, Russia, June 23-24, pp: 121-129
- MESA-GARCIA, J et GARCIA TORRES, L. 1984. A competition index for *Orobanche crenata* Forsk. effect on Broad bean (Faba bean). Weed research, 24, 6, pp: 379-387

- MESA-GARCIA, J. & GARCIA-TORRES, L. 1985. Effect of planting date on parasitism of broad bean *Vicia faba* by crenata broomrape (*Orobanche crenata*) Weed Science 34, pp: 544-550
- MESA-GARCIA, J., VAZQUEZ-COBO, L. & GARCIA-TORRES, L. 1984. A survey of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) infections in broad bean (*Vicia faba* L.) fields in Andalusia. In: Proceedings, EWRS third Symposium on weed problem in the Mediterranean area, pp: 277-284
- MESSA-GARCIA, L., LOPEZ-GRANADOS, F. & SAAVEDRA, M. 1989. New herbicides for broomrape (*Orobanche crenata*) control in faba bean (*Vicia faba*) In: Wegmann, K. and Musselman, L.J. (eds.), Progress in Orobanche Research, Eberhard-Karls-Universität, Tübingen, FRG, pp: 200-207
- NASSIB, A.M. & HUSSEIN, A.A. 1984. Effect of variety, chemical control, sowing date and tillage on *Orobanche* spp. Infestation and faba bean yield. Fabis Newsletter 10, pp: 11-15
- NASSIB, A.M.; IBRAHIM, A.A. and KHALIL, S.A. 1982. Breeding for resistance to Orobanche. In: Hawtin G. and C. Weeb (eds.) Faba bean Improvement M. Nijhoff, the Netherlands, pp: 199-206
- PARKER, C. & RICHES, C.R. 1993. Parasitic weeds of the world: biology and control CAB International, pp:53-54.
- PARKER, C. 1994. The present state of the *Orobanche* problem, In: biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), Amsterdam, Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp:17-26
- PARKER, C. 1994. The present state of the *Orobanche* problem In: Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the third International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ AND S.J. TER BORG (eds.) Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute, pp: 228-232
- PIETERSE, A.H. 1996. The effect of nitrogen on *Orobanche* and *Striga* – State of art. In: Morino M.T. Cubero J.I. BERNER D. JOEL D., MUSSELMAN L.J. and PARKER C. (eds): Advances in parasitic plant research proceedings of the 6th international parasitic Weed Symposium, Cordoba, pp: 273-282
- PIETERSE, A.H. & VERKLEIJ, J.A.C. 1994. Germination ecology of *Striga* and *Orobanche* – an overview. In: biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research, A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), Amsterdam. Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp: 36-48
- PNDAR/MADR, 2009. Les programmes prioritaires de développement des filières de base. In: la politique du renouveau de l'économie agricole et rurale du ministère de l'agriculture et du développement rural Volume 1 numéro Spécial céréaliculture n° 52, pp: 5-45
- PRESS, M.C. and GRAVES, J.D., 1991. Carbon relations of angiosperm parasites and their host. In: Progress in *Orobanche* Research, Wegmann, K. and Musselman, L. J. (eds.), Eberhard-Karls-Universität Tübingen, F.R.G. pp55-65

- QUEZEL, P. & SANTA, A. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales CNRS, Paris, 2 vols., 1170 p.
- RADWAN, M.S., ABDALLA, M.M.F. FISCHBECK, A.A., METWALLY, D.S. & DARWISH, D.S. 1988. Selection in faba bean for tolerance to broomrape, *Orobanche crenata* Forsk. Plant breeding 100, pp: 289-298
- RAMIREZ-ORTEGA, J. & GARCIA-TORRES, L. 1992. Imazapyr for broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) control in faba bean (*Vicia faba*). Fabis Newsletter n°31, pp: 33-36
- ROUMILI, S. 1993. Contribution à l'étude de l'orobanche en Algérie. Thèse Ing. INA, 74p
- SABER, H.A., OMAR, M.A., EL HADY, M.M., MAHMOUD, S.A., ABOU-ZEID, N.M. & RADI, M.M. 1994. Performance of a newly bred faba bean line (x-843) resistant to *Orobanche* in Egypt. In: A.H. PIETERS, J.A.C. VERKLEIJ and S.J. TER BORG (eds), biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third international Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam. Royal Tropical Institute, The Netherlands, pp:145-157
- SALLE, G. & NUEMANN, U. 2000. Les angiospermes parasites: biologie et méthodes de lutte C.R.Acad. France, pp: 145-159
- SAFFOUR, K. 2003. Utilisation des herbicides et des sous produits d'olive (grignons et margines) dans le contrôle de l'orobanche sur la fève. Thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Faculté Des Semences Dhar El Mahraz Fès, 170p.
- SAUERBORN, J. LINKE, K.H. & SAXENA, M.C., KOCH, W. 1989. Solarization: a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobanche* spp.) in Mediterranean agriculture. Weed research 29, pp391-397
- SAUERBORN, J. 1991. Parasitic flowering plants: Ecology and management. J Margrat, Weikersheim, pp :83-94
- SAYOUD, R., EZZAHIRI, B. & BOUZNAD, Z. 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb: Guide pratique. Ed 1999.
- Statistiques Agricoles, séries B, 1994-2008
- SCHMITT, U., SCHLUTER, K. & BOORSMA, P.A. 1979. Chemical control of *Orobanche crenata* in broad beans. FAO plant Protection Bulletin 27. PP 88-91
- SCHLUTER, K. & ABER, M. 1980. Chemical control of *Orobanche crenata* in commercial culture of broad beans in Morocco. In Proceedings, Second Symposium on Parasitic Weeds. Supplement Edes. By L.J. Musselman, A.D. Worsham and R.E. North Carolina State University. Raleigh. NC, pp :126-132
- Statistiques Agricoles, séries B, 2009
- TAHA, M.B., SALIH, F.S., MOHAMED, A.K. & MOHAMED, G.S. 1983. Agronomy research in Sudan In: SAXENA M.C. and STEWARD R.A. (eds.) Faba bean in Nile Valley. ICARDA / IFAD Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands, pp: 77-85
- TER BORG, S.J. & VAN AST, A. 1991. Soil moisture, root architecture and broomrape (*Orobanche crenata*) infestation in faba bean (*Vicia faba*) In: Workshop *Orobanche*

-
- research, Obermarchtal FRG, Progress in Orobanche research, WEGMANN, K. and MUSELMAN L.J. (eds.) University Tubingen FRG. PP: 278- 292
- TER BORG, S.J., WILLEMSSEN, A., KHALIL, S.A., SABER, H.A., VERKLEIJ, J.A.C., & PIETERSE, A.M. 1994. Field study of the interaction between *Orobanche crenata* Forsk. and some new lines of *Vicia faba* L. in Egypt . Crop protection volume 13, pp: 611-616
- VAN WOERDEN, I.C., VAN AST, A. ZAITOUN, F.M.F. & TER BORG, S.J. 1994. Root exudates of resistant faba bean cultivars are strong stimulants of broomrape germination. In: PIETERSE A.H., VERKLEIJ J.A.C. and TER BORG S.J. (eds), Biology and management of Orobanche, Proceedings of the Third International workshop on *Orobanche* and related *Striga* research, Amsterdam, The Netherlands Royal Tropical Institute.
- WEGMANN, K. 1996. Biochemistry of host / parasite relations. In: proceedings, Sixth parasitic Weed Symposium, Cordoba, Spain.
- WEGMANN, K., ELERT, E. , HARLOF, H.J. & STADLER, M. 1991. Tolerance and resistance to *Orobanche*. Proceedings of the International Workshop on *Orobanche* Research, Obermarchtal, FRG, pp: 318-321
- ZAITOUN, F.M.F., & TER BORG, S.J. 1994. Resistance against *Orobanche crenata* in Igyptian and Spanish faba bean In: PIETERSE A.H.,VERKLEIJ J.A.C.and TER BORG S.J. (eds), Biology and management of *Orobanche* , Proceedings, of the Third International workshop on *Orobanche* and related *Striga* research, Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute, pp: 391-397
- ZERMANE, N. 1998. Contribution à l'étude des phanérogames parasites de l'Algérie : Inventaire, répartition géographique, plantes hôte, dégats et quelques méthodes de lutte. Thèse Magister, INA, 219 p.
- ZERMANE, N. 2005. Potentiel of *rhizobacteria* to control parasitic weeds of the genus *Orobanche* Th.Doc.Margraf Verlag, Weikersheim, Allemagne, 161 p.

ANNEXES

Nombre de plant /ligne						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	12698,6	1	12698,6	2821,912	0,011983	
Variété	396,54	225	1,76	0,392	0,888533	
Erreur	4,5	1	4,5			

durée de la phase semis-anthèse						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	1908664	1	1908664	42297,26	0,003095	
Variété	33527	225	149	3,3	0,417344	
Erreur	43	1	43			

hauteur des plants à la floraison						THS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	289196,2	1	289196,2	143877,8	0,001678	
Variété	11754,5	225	52,2	26	0,15533	
Erreur	2	1	2			

durée de la phase semis fin floraison						THS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	4603921	1	4603921	127444,2	0,001783	
Variété	23357	225	104	2,9	0,444158	
Erreur	36	1	36			

durée du cycle de la culture (semis-maturité)						NS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	5884349	1	5884349			
Variété	17991	225	80			
Erreur	0	1	0			

hauteur des plants à la récolte						THS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	394156,4	1	394156,4	580827	0,000835	
Variété	29424,2	225	130,8	192,7	0,057363	
Erreur	0,7	1	0,7			

Tabl.1. Résultats de L'analyse de la variance par variable

Rendement /Ligne						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	523015,4	1	523015,4	23302,09	0,00417	
Variété	302752,9	225	1345,6	59,95	0,102649	
Erreur	22,4	1	22,4			

Rendement engrains/plant						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	9781,099	1	9781,099	2401,837	0,012988	
Variété	6208,322	225	27,593	6,776	0,298787	
Erreur	4,072	1	4,072			

Nombre de grains /ligne						THS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	2320143	1	2320143	2062349	0,000443	
Variété	1020138	225	4534	4030	0,012554	
Erreur	1	1	1			

Nombre de grains /plant						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	42243,81	1	42243,81	1223,954	0,018192	
Variété	17397,85	225	77,32	2,24	0,495246	
Erreur	3451	1	3451			
Nombre de branche fertile /plant						S
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	25306,22	1	25306,22	323,9196	0,035336	
Variété	5033,51	225	22,37	0,2864	0,937043	
Erreur	78,12	1	78,12			
Nombre de branche stérile /plant						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	14439,37	1	14439,37	3208,75	0,011287	
Variété	2854,54	225	12,69	2,819	0,447936	
Erreur	4,5	1	4,5			

Nombre d'orobanche /ligne						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	9524,578	1	9524,578	18649,16	0,004662	
Variété	8506,502	225	36,918	73,84	0,092542	
Erreur	0,5	1	0,5			
Nombre d'orobanche /plant						HS
	SC	Degr. de	MC	F	P	
ord. origine	186,019	1	186,019	26694,05	0,003896	
Variété	158,3323	225	0,7037	100,98	0,07918	
Erreur	0,007	1	0,007			

Tabl.2. Groupe homogène

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

	Variété	HAUTPLR	1	2	3
207	8/9/72	22,54	****	****	
117	felix 135/eth	28,16	****	****	
151	hedosa x feli	29,17	****	****	
88	98/tun x rowe	29,67	****	****	
22	135/eth x 91/25	30,25	****	****	
125	feli x hedosa	30,42	****	****	
188	rowe x 135/eth	30,61	****	****	
195	rowe x h20s	30,63	****	****	
28	135/eth x rowe	30,83	****	****	
157	mini x 135/eth	31,00	****	****	
20	135/eth x 129/tun	31,08	****	****	
155	hedosa x rowe	31,50	****	****	
1	129/tun x 13/syr	31,83	****	****	
178	rebaya x 129/tun	32,00	****	****	
223	rowena	32,50	****	****	
139	h20s x 14/cag	32,83	****	****	
40	34/marx 129/tun	32,92	****	****	
191	rowe x 98/tun	33,00	****	****	
182	rebaya x feli	33,00	****	****	
2	129/tun x 135/eth	33,16	****	****	
38	14/cag x hedosa	33,17	****	****	
10	129/tun x rebaya	33,41	****	****	
93	bond x feli	33,50	****	****	
47	34/mar x pelep	33,58	****	****	
198	129/tunisien	33,79	****	****	
84	98/tun x feli	33,83	****	****	
214	feliccia	34,05	****	****	
70	91/42 x 135/eth	34,08	****	****	
160	mini x 98/tun	34,17	****	****	
118	feli x 34/mar	34,33	****	****	
51	91/25 x 34/mar	34,58	****	****	
35	14/cag x canExp	34,58	****	****	
184	rebaya x mini	34,58	****	****	
25	135/eth xgiza4	34,63	****	****	
120	feli x 98/tun	34,75	****	****	
86	98/tun x mini	34,83	****	****	
3	129/tun x 34/mar	34,83	****	****	
78	91/42 x hedosa	34,92	****	****	
21	135/eth x 14/cag	35,00	****	****	
8	129/tun xconAm	35,00	****	****	
57	91/25 x h20s	35,08	****	****	
147	hedosa x 129/tun	35,16	****	****	
148	hedosa x 14/cag	35,50	****	****	
150	hedosa x 91/42	35,66	****	****	
30	14/cag x 135/eth	36,00	****	****	
15	13/syrxfeli	36,00	****	****	
6	129/tun x bond	36,00	****	****	
9	129/tun x h20s	36,08	****	****	
206	34/marokko	36,11	****	****	
90 48	34/mar x rowe	36,33	****	****	
133	giza4 x canExp	36,50	****	****	
217	h20s	36,51	****	****	
24	135/ethxfeli	36,66	****	****	
128	giza4x 135/eth	36,67	****	****	
196	rowe x hedosa	36,83	****	****	
189	rowe x 34/mar	36,83	****	****	

Tabl.3. Groupes homogènes

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

	Variété	NBRORJ.	1	2
121	feli x bond	0,00	****	****
73	91/42 x 98/tun	0,00	****	****
3	129/tun x 34/mar	0,00	****	****
180	rebaya x 91/25	0,00	****	****
30	14/cag x 135/eth	0,00	****	****
85	98/tun x giza4	0,00	****	****
69	91/42 x 13/syr	0,00	****	****
129	giza4 x 34/mar	0,00	****	****
131	giza4 x 98/tun	0,00	****	****
172	pelep x bond	0,00	****	****
23	135/eth x 91/42	0,00	*****	****
20	135/eth x 129/tun	0,00	****	****
16	13/syr x giza4	0,00	****	****
203	18025(s)	0,13	****	****
204	18035(s)	0,25	****	****
59	91/25 x rebaya	0,50	****	** «†*
14	13/syr x 91/42	0,50	****	****
188	rowe x 135/eth	0,50	****	****
36	14/cag x conAm	0,50	****	****
12	13/syr x 14/cag	0,50	****	****
141	h20s x 91/42	0,50	#****	****
183	rebaya x giza4	0,50	**#	****
133	giza4 x canExp	0,50	****	****
10	129/tun x rebaya	0,50	****	****
93	bond x feli	0,50	****	****
109	conAm x 91/25	0,50	****	****
27	135/eth x pelep	0,50	****	****
179	rebaya x 14/cag	0,50	****	*#
29	14/cag x 13/syr	0,50	****	****
94	bond x giza4	0,50	****	****
127	giza4x 13/syr	0,50	****	****
80	98/tun x 129/tun	0,50	****	****
215	giza 402	0,56	****	****
103	canExp x giza4	1,00	«***	****
140	h20s x 91/25	1,00	****	****
177	pelep x rebaya	1,00	****	****
137	giza4 x rebaya	1,00	****	****
186	rebaya x rowe	1,00	****	●****
25	135/eth x giza4	1,00	****	****
108	conAm x 14/cag	1,00	****	****
6	129/tun x bond	1,00	****	****
95	bond x mini	1,00	****	****
112	conAm x giza4	1,00	****	****
51	91/25 x 34/mar	1,00	****	****
181	rebaya x 91/42	1,00	****	****
46	34/mar x mini	1,00	****	****
123	feli x conAm	1,00	****	****
216	giza4	1,09	****	****
89	bond x 129/tun	1,50	****	****
92 132	giza4 x bond	1,50^	****	****
111	conAm x feli	1,50	****	****
40	34/marx 129/tun	1,50	****	****
184	rebaya x mini	1,50	****	****
2	129/tun x 135/eth	1,50	****	****
55	91/25 x canExp	1,50	****	****
70	91/42 x 135/eth	1,50	****	****

Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)

The image shows a large, empty grid table with approximately 20 columns and 100 rows. The columns are labeled with various identifiers, including alphanumeric codes and names of locations or treatments. The grid is mostly empty, with some faint markings in the upper right section, possibly indicating data points or specific experimental conditions.

The image shows a large grid of data points, likely a map or a data table. The grid is composed of many small squares, each containing a small number or symbol. The grid is oriented vertically on the page. At the top of the grid, there is a header row containing various alphanumeric codes, such as 'A441.1.1', 'A441.1.2', 'A441.1.3', etc. The grid itself is a dense array of these codes, arranged in a regular pattern. The codes appear to be a mix of letters and numbers, possibly representing a coordinate system or a classification scheme. The overall appearance is that of a technical drawing or a data visualization on a grid.

Tabl.5. Caractéristiques des lignées sélectionnées

	Variete	NBRPLT_L	ANTR_SBM	HAUPLF	FIN_FL	MATUR_S	HAUPLR	RDT_L	RDT/PLT	NBRGRJ	NBR/PLT	NBRBF	NBRBS	NBRORJ	NBRORJ
2	129/tunx35/eth	8,5	9,6	27,83	130	156	35,16	87,35	1033	2343	2774	2,2	6,5	1,5	0,17
3	129/tunx34/mar	8,5	9,6	29,53	130	156	34,85	139,8	1677	386	46,5	2,5	9	0	0
14	13/sym 91/25	8,5	9,6	37,17	141,5	166	43,17	41,8	5,05	74,5	9,46	13,5	9,5	2	0,3
16	13/symfeil	8,5	8,9	32,16	130	156	3,6	75,45	9,34	136	1576	1,5	10	15	171
17	13/symzeal	8,5	82,5	33,67	130	156	38,35	99,9	1674	131	21,39	11	4,5	0	0
18	13/symmini	8	8,9	37,33	130	156	41,08	49,15	6,14	8,5	7,88	10	14,5	18	2,23
43	34/marx 91/25	9	111,5	40,83	133	176	34,42	108,05	1201	335,5	3617	15,5	6	2,5	0,28
46	34/marx gpa4	7	8,5	31,67	130	156	37,35	94,15	13,61	2,48	34,88	14	5	3	0,38
61	91/36 x 129/tun	9	104	45,33	138,5	156	48,34	25,35	2,99	85,5	9,5	8,5	10,5	20,5	2,28
92	3ond x 91/25	8,5	139	59,66	133	176	64,66	1,6	1,81	6,6	7,51	8,5	9	1	1,06
95	3ond x mini	9,5	97,5	41,83	130	166	41,33	55,7	5,7	1,44	1471	20,5	7,5	1	0,11
101	can Exp 91/25	7	90,3	3,7	130	166	41,5	174	2,04	3,9	4,64	6,5	10	9,5	1,14
102	can Exp 91/42	6,5	9,6	36,67	130	166	40,16	38,25	5,95	8,2	12,81	6	6,5	11,5	1,67
105	can Exp v feil	4,5	8,5	30,5	147	156	37,33	34,42	7,25	70	17	8,5	4,5	7	1,42
104	can Exp x gpa4	7,5	80	36,67	130	156	42,33	75,8	10,99	114,9	160,5	1,5	6	1	0,14
106	can Exp x mini	10	80	32,66	147	156	39,66	20,6	2,06	30	5	5	11	43	4,3
108	3onAmv 129/tun	7	8,5	34,33	130	156	39,33	98,0	14,13	138	1971	1,8	4	2	0,26
110	3onAmv 141/cas	6,5	8,5	35,5	147	156	40,3	24,45	4,08	38,5	6,42	5	13,5	1	0,15
119	feil x 34/mar	7,5	8,5	28,33	147	156	34,33	30,2	4,14	83,5	7,25	9	7,5	5,5	0,89
120	feil x 91/36	8,5	9,9	42,85	150	166	48,18	40,3	4,77	97	11,31	8,5	5,5	3,5	0,4
121	feil x 98/tun	7,5	9,6	29,67	138,5	156	34,75	8,2	10,89	1,95	25,95	1,6	5	5,5	0,5
179	rizal x 135/eth	9	8,5	33,33	130	156	36,67	100,1	11,43	189	21,14	1,5	3	2,5	0,25
130	zeal x 34/mar	8,5	82,5	32,17	130	156	38,33	145,05	16,81	270,55	31,51	1,8	2,5	0	0
157	gpa4 x 91/36	9,5	90,5	45,83	141,5	166	50,33	105,75	10,81	27,2	27,28	10,5	8	25,5	2,82
132	rizal x 98/tun	8	8,5	34,33	130	156	40	64,9	11,86	220	27,5	1,9	6	0	0
140	hed corak 141/cas	6,5	82,5	30,18	147	156	38,5	10,95	1,56	17,5	2,5	6,5	12	10	1,56
157	mini x 13/mar	8,5	80	36,83	147	156	41,92	57,25	6,92	85,5	100,6	10	9,5	14,5	17,9
150	mini x 135/eth	6,5	8,9	25,33	138,5	156	3,1	42,45	5,81	1,11	15,23	7	5,5	8,5	1,51
179	mbau x 129/tun	8,5	8,5	27,17	130	156	3,2	84,9	10,17	200,5	2401	10,5	7	2	0,21
184	mbau x x gpa4	7	82,5	3,6	130	156	41,18	87,25	12,13	140,5	19,67	12	8,5	0,5	0,06
201	135/ethopien	7,6	88,61	32,91	130	156	38,56	74,99	9,74	163,28	21,85	1,3	6,11	4,72	0,75
202	14/cagrote	6,5	100,09	40,56	148,41	160,73	44,98	17,8	2,84	95,68	13,33	5,64	8,77	9,68	1,59
203	18009(s)	8,1	8,5	34,16	130	156	39,77	182,41	22,79	250,73	29,38	21,38	4,63	2,13	0,22
204	18035(s)	8,1	8,5	34,08	130	156	39,08	147,31	25,33	236,88	38,53	4,63	4	0,13	0,02
205	18035(s)	7,3	81,88	39,02	130	156	45,68	70,74	9,1	112,75	14,47	11,44	9,06	0,28	0,04
208	18105(s)	8,4	8,5	37,87	130	156	42,38	222,38	26,88	284,3	34,3	23,25	3,88	1,88	0,23
219	zeal 402	7,1	80	38,83	130	156	45,24	171,64	24,59	274,31	3617	17	3,88	0,56	0,09
224	zeal 402	6,8	83	33,83	130,34	160	36,81	71,46	10,77	126,94	19,72	13,17	5,92	1,88	0,33

Tabl.5. Caractéristiques des lignées sélectionnées

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

AXE	Val. propr	% Total	Cumul	Cumul
1	5,376716	35,84478	5,37672	35,8448
2	2,595578	17,30386	7,97229	53,1486
3	1,70285	11,35234	9,67515	64,501
4	1,2223	8,14867	10,89745	72,6496
5	1,014227	6,76152	11,91167	79,4112
6	0,759756	5,06504	12,67143	84,4762
7	0,620044	4,13363	13,29147	88,6098
8	0,512605	3,41736	13,80408	92,0272
9	0,418285	2,78857	14,22236	94,8157
10	0,278483	1,85656	14,50085	96,6723
11	0,228891	1,52594	14,72974	98,1982
12	0,160678	1,07119	14,89041	99,2694
13	0,061113	0,40742	14,95153	99,6769
14	0,042998	0,28666	14,99453	99,9635
15	0,005473	0,03649	15	100

Tabl.6. valeurs propre basées sur les correlation

N° Obs.	Moyennes et Ecart-Types (MATRICE CAH)	
	Moyenne	Ec-Type
2	48,76125	80,1817
3	77,88375	132,6448
14	19,53875	25,7325
16	34,78250	46,9021
17	35,59125	50,5607
18	21,36500	22,2715
43	63,25125	111,7103
46	51,62750	85,0857
61	21,09000	27,3375
92	14,86000	21,1812
96	29,90250	49,4276
101	11,27750	12,3392
105	14,87000	15,0341
108	36,87875	51,9300
119	15,00750	18,6411
121	42,35250	67,0646
129	42,55250	67,6304
130	60,55250	97,4750
131	57,80750	92,6766
132	47,40750	76,2703
149	7,82125	5,7835
157	24,18250	29,5781
158	24,62500	37,2086
179	42,41250	69,5505
184	34,82625	51,2284
201	36,77750	56,3863
203	64,20875	96,3791
204	58,41250	86,9003
206	74,63750	112,2972
219	66,38125	101,3455
226	31,23000	44,9296

distance bréq.	Agregation Fraie (MATRICECAH)																															
	Obj# 1	Obj# 2	Obj# 3	Obj# 4	Obj# 5	Obj# 6	Obj# 7	Obj# 8	Obj# 9	Obj# 10	Obj# 11	Obj# 12	Obj# 13	Obj# 14	Obj# 15	Obj# 16	Obj# 17	Obj# 18	Obj# 19	Obj# 20	Obj# 21	Obj# 22	Obj# 23	Obj# 24	Obj# 25	Obj# 26	Obj# 27	Obj# 28	Obj# 29	Obj# 30	Obj# 31	
6,91392	121	179																														
10,66211	17	108																														
13,82618	17	108	184																													
16,78642	2	132																														
17,67963	16	226																														
18,22401	90	119																														
18,94123	2	132	46																													
19,89003	121	179	129																													
20,41831	16	226	17	108	184																											
21,63076	90	119	101																													
22,03952	14	16																														
22,27849	14	16	197																													
22,65147	90	119	101	149																												
23,16483	14	16	197	92	116	101	149																									
23,92874	2	132	46	121	179	129																										
24,53468	16	226	17	108	184	96																										
25,52487	14	16	197	92	116	101	149	81																								
26,42465	16	226	17	108	184	96	201																									
26,17657	200	219																														
29,03631	130	201	219																													
32,62260	14	16	197	92	116	101	149	81	158																							
32,86833	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201																			
34,97974	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180										
36,05302	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101									
36,26019	130	201	219	204																												
36,23461	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101	131								
40,42823	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101	131	130	200	216	204				
62,47487	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101	131	130	200	216	204	206			
69,27043	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101	131	130	200	216	204	206	41		
70,02268	2	132	46	121	179	129	16	236	17	101	184	96	201	14	16	157	92	119	101	149	81	180	101	131	130	200	216	204	206	41		

**Contribution à l'étude de différentes méthodes de lutte contre *Orobanche crenata* Forsk
(Résistance génétique, lutte chimique et lutte intégrée)**

N° Obs.	Dist. Evolioliennes (MATRICE CAH)																														
	2	3	14	16	17	18	43	46	61	92	96	101	105	108	119	121	129	130	131	132	149	157	158	179	184	201	203	204	206	219	226
2	0	162	168	101	105	178	94	19	164	185	98	210	221	98	190	40	49	69	80	17	232	158	133	36	95	73	97	63	145	95	109
3	162	0	329	261	260	339	70	146	325	346	259	371	381	253	351	201	203	117	124	173	394	317	294	195	263	234	143	150	132	117	270
14	168	329	0	72	83	22	261	183	27	29	71	45	65	87	23	128	129	223	210	156	66	22	38	134	81	96	227	197	279	241	62
16	101	261	72	0	31	78	194	116	71	93	26	114	124	28	94	62	61	153	140	89	136	56	43	67	20	30	159	128	211	172	18
17	105	260	83	31	0	89	195	118	91	109	48	126	138	11	105	67	58	147	144	90	147	67	63	72	17	42	146	118	197	162	30
18	178	339	22	78	89	0	271	193	32	35	84	41	51	93	25	139	138	231	218	166	61	23	51	144	90	106	233	204	284	248	71
43	94	70	261	194	195	271	0	79	256	277	190	303	313	188	283	133	138	67	59	107	325	249	226	128	187	166	106	98	123	83	203
46	19	146	183	116	118	193	79	0	179	201	113	225	236	111	205	55	61	86	36	30	248	171	148	50	109	88	89	56	134	83	124
61	164	325	27	71	91	32	256	179	0	26	69	49	61	93	34	126	129	222	204	154	71	31	34	131	85	94	230	198	282	242	65
92	185	346	29	93	109	35	277	201	26	0	88	27	50	112	18	147	150	244	226	175	49	46	53	152	105	115	251	219	303	263	84
96	98	259	71	26	48	84	190	113	69	88	0	113	127	45	93	59	64	156	140	87	135	62	37	64	33	29	168	134	220	177	25
101	210	371	45	114	126	41	303	225	49	27	113	0	35	131	22	171	173	267	251	199	23	60	77	177	125	139	271	241	323	285	105
105	221	381	65	124	138	51	313	236	61	50	127	35	0	142	47	183	184	277	259	211	37	72	92	188	138	151	279	250	330	294	119
108	98	253	87	28	11	93	188	111	93	112	45	131	142	0	109	60	51	141	137	83	152	71	65	65	14	36	141	112	193	158	30
119	190	351	23	94	105	25	283	205	34	18	93	22	47	109	0	150	152	245	231	178	44	40	58	156	104	115	250	219	301	263	84
121	40	201	128	62	67	139	133	55	126	147	59	171	183	60	150	0	20	99	84	29	193	116	94	9	55	33	116	80	168	121	69
129	49	203	129	61	58	138	138	61	129	150	64	173	184	51	152	20	0	94	87	33	195	115	98	20	80	36	104	71	157	114	68
130	69	117	223	153	147	231	67	56	222	244	156	267	277	141	246	99	94	0	48	72	289	209	191	93	143	129	43	35	79	29	162
131	50	124	210	140	144	218	59	36	204	226	140	251	259	137	231	84	87	48	0	60	273	196	174	78	135	115	85	63	122	73	151
132	17	173	156	89	90	166	107	30	154	175	87	199	211	83	178	29	33	72	60	0	222	144	123	24	81	61	93	58	144	96	96
149	232	394	66	136	147	61	325	248	71	49	135	23	37	152	44	193	195	289	273	222	0	81	100	199	147	161	292	262	344	306	127
157	156	317	22	56	67	23	249	171	31	46	62	80	72	71	40	118	115	209	195	144	81	0	33	122	67	83	211	182	263	228	49
158	133	294	38	43	63	51	226	148	34	53	37	77	92	65	58	94	98	191	174	123	100	33	0	100	55	62	200	167	252	211	35
179	36	195	134	67	72	144	128	50	131	152	64	177	188	65	156	9	20	93	78	24	199	122	100	0	60	39	111	75	163	116	75
184	95	253	81	20	17	90	187	109	85	105	33	125	138	14	104	55	50	143	135	81	147	67	55	60	0	26	147	116	199	160	21
201	73	234	96	30	42	106	166	88	94	115	29	139	151	36	118	33	36	129	115	61	161	83	62	39	26	0	140	106	192	149	37
203	97	143	227	159	145	233	106	89	230	251	168	271	279	141	250	116	104	43	85	93	292	211	200	111	147	140	0	39	53	28	167
204	63	150	197	128	118	204	98	56	198	219	134	241	250	112	219	80	71	35	63	58	262	182	167	75	116	106	39	0	89	45	136
206	145	132	279	211	197	284	123	134	282	303	220	323	330	193	301	168	157	79	122	144	344	263	252	163	199	192	53	89	0	52	219
219	95	117	241	172	162	245	83	83	242	253	177	285	294	156	263	121	114	29	73	95	306	228	211	116	160	149	25	45	52	0	180
226	109	270	62	18	30	71	203	124	65	84	25	105	119	30	84	69	68	162	151	95	127	49	35	75	21	37	167	135	219	180	0