

Progress on farmer training in parasitic weed management

L'état d'avancement de la formation des agriculteurs dans la gestion de mauvaises herbes parasites



Progress on farmer training in parasitic weed management

L'état d'avancement de la formation des agriculteurs dans la gestion de mauvaises herbes parasites

Edited by
Édité par

Ricardo Labrada

Plant Production and Protection Division
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

Division de la production végétale et de la protection des plantes
ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 2008

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this information product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holders provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this information product for resale or other commercial purposes is prohibited without written permission of the copyright holders. Applications for such permission should be addressed to:

Chief

Electronic Publishing Policy and Support Branch

Communication Division

FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

or by e-mail to:

copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au:

Chef de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière

de publications électroniques

Division de la communication, FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie

ou, par courrier électronique, à:

copyright@fao.org

TABLE OF CONTENTS

FARMER TRAINING ON PARASITIC WEED MANAGEMENT	1
I. Problems posed by root parasitic weeds	2
II. Methods for parasitic weed management	2
III. The importance of farmer training on parasitic weed management	3
TAXONOMY OF AGRONOMICALLY IMPORTANT STRIGA AND OROBANCHE SPECIES.....	7
I. <i>Striga</i> species	8
II. <i>Orobanche</i> species	11
OROBANCHE MANAGEMENT.....	15
INTEGRATED OROBANCHE MANAGEMENT.....	17
I. Introduction	17
II. Impact of <i>Orobanche</i>	18
III. Control methods.....	21
IV. Future Perspectives of integrated management of <i>Orobanche</i>	26
OROBANCHE MANAGEMENT IN ALGERIA	31
I. Introduction	32
II. Materials and methods:	33
III. Results and discussion	34
IV. Conclusion and recommendations	37
TRAINING ON OROBANCHE MANAGEMENT IN LEGUMINOUS CROPS IN EGYPT	39
I. Introduction	40
II. Methods currently used by farmers to control <i>Orobanche</i>	41
III. Main results and findings of Farmers Training	41
IV. Conclusions and recommendations	43
INTEGRATED OROBANCHE MANAGEMENT IN FOOD LEGUMES (FABA BEAN): EXPERIENCE OF FARMERS' FIELD SCHOOL (FFS) IN DESSIE-ZURIA DISTRICT, ETHIOPIA.....	45
I. Introduction	46
II. Materials and Methods	47
III. Results and Discussion	47
IV. Evaluation of farmers at the end of the school cycle	49
IV Conclusion	49
OROBANCHE AND ITS MANAGEMENT IN LEBANON	51
I. Introduction	52
II. Host Range and Distribution	52
III. Problems caused by the parasites.....	53
IV. Status of management in Lebanon.....	54
V. Challenges and Solutions	55
GESTION D'OROBANCHE DANS LES LEGUMINEUSES AU MAROC.....	59
I. Introduction	61
II. Gestion de l' <i>Orobanche</i> dans les légumineuses alimentaires.....	61
III. Champs Ecoles Paysans (CEP).....	63
IV. Discussion.....	65
V. Conclusions et recommandations.....	66
OROBANCHE SPECIES IN SUDAN: HISTORY, DISTRIBUTION AND MANAGEMENT	69
I. Introduction	71
II. <i>Orobanche ramosa</i>	71
III. <i>Orobanche crenata</i>	72
IV. Control methods	73

V. Discussion.....	74
VI. Conclusions and recommendations	76
L'EXPERIENCE TUNISIENNE POUR LA LUTTE CONTRE L' <i>OROBANCHE</i> SUR LES FEVES A TRAVERS LA FORMATION DES AGRICULTEURS DANS LES ECOLES CHAMP	79
I. Introduction	81
II. Méthodes courantes utilisées par les agriculteurs pour lutter contre l' <i>Orobanche</i>	82
III. Formation des formateurs	83
IV. Conduites des écoles, principaux résultats obtenus par les agriculteurs et discussion.....	84
V. Utilité des écoles et contraintes rencontrées	89
VI. Conclusions et recommandations	89
STRIGA IN WEST AFRICA	93
GESTION DE STRIGA AU BENIN.....	95
I. Introduction	97
II. Matériel et méthodes	98
III. Résultats et discussion	99
IV. Conclusions et recommandations	103
LUTTE INTEGREE DURABLE DE STRIGA A BURKINA FASO.....	105
I. Introduction	106
II. Résultats et discussion.....	107
III. Conclusions et Recommandations	109
GESTION DE STRIGA AU MALI.....	111
I. Introduction	112
II. Matériels et méthodes.....	113
III. Résultats.....	116
IV. Conclusions	117
LUTTE INTEGREE DURABLE CONTRE STRIGA AU NIGER	119
I. Introduction	120
II. Matériels et méthode	121
III. Résultats et discussions.....	122
IV. Conclusion	127
FORMATION DE FORMATEURS ET DE PRODUCTEURS SUR LA LUTTE INTEGREE DURABLE CONTRE STRIGA AU SENEGAL	129
I. Introduction	130
II. Matériels et méthodes.....	132
III. Résultats.....	133
IV. Conclusion.....	137
LUTTE INTEGREE DURABLE CONTRE LE STRIGA AU TOGO A TRAVERS LES CHAMPS ECOLES PRODUCTEURS	139
I. Introduction	140
II. Matériel et méthodes	141
III. Résultats et discussion	142
IV. Conclusion et recommandations	148
DISCOVERY OF <i>MERREMIA TRIDENTATA SUBSP. ANGUSTIFOLIA</i> AS A WILD HOST OF <i>STRIGA</i> GESNERIOIDES IN THE REPUBLIC OF BENIN: A BENEFIT OF FARMER FIELD SCHOOL.....	151
I. Introduction	152
II. Materials and methods	152
III. Results and discussion	153

Preface

The damage caused by the parasites *Orobanche* on field and vegetable crops in Northern Africa and the Near East, and *Striga* on cereals in several countries of Africa South of the Sahara is significant. For instance, in Morocco, infestation of *Orobanche crenata* in food legumes (mainly faba bean) causes yield losses of 29 000 tonnes annually, which is equal to US\$17 million. The complete devastation caused by *Orobanche* in many areas of North Africa and the Near East has to be reduced; otherwise farmers will abandon their fields or shift to other crops. The situation of the effect of *Striga* on crops such as sorghum, maize and millet is similar.

No single method has so far been found to successfully control the root parasitic weeds *Orobanche* and *Striga*. For this reason, an integrated control approach is required that should be feasible for small-scale farmers to implement.

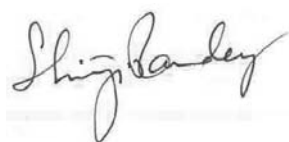
Understanding the problem of these parasitic plants, the damage they cause to crops and to farmers' economies, FAO decided to implement two regional projects, where the main component was farmer training. The idea was to familiarize farmers with the biology of the weeds and allow them to propose or adapt control strategies.

Within the framework of the two regional projects, and according to the needs of farmers in parasitic weed management, specific training curricula were developed and implemented.

The participatory approach implemented in other projects/activities on Integrated Pest Management (IPM) was used. This methodology enabled farmers in field schools to study the cycle of the parasitic plants and to decide which control methods to use and when to implement them. Facilitators also contributed their knowledge and experiences to the discussions of farmers.

The process of generation and dissemination of agricultural innovations involves several players, among which the most important are farmers, assisted by extension workers and researchers. They together with the decision makers and the general public were the target groups for raising awareness and developing skills in *Orobanche* and *Striga* control in affected crops.

The present material is a compilation of various country reports generated within the framework of the project. It clearly shows the progress made by farmers in the process which empowered them to implement improved management strategies against *Orobanche* and *Striga* parasitic weeds.



Shivaji Pandey
Director
Plant Production and Protection Division (AGP)
FAO, Rome

Farmer training on parasitic weed management

R. Labrada
Weed Officer
FAO, Rome
Ricardo.Labrada@FAO.org

Summary

The importance of farmer training on parasitic weed management is emphasized. A thorough understanding of parasitic weed biology, including detailed knowledge of the parasitism, is needed by farmers to develop the control methods. Knowledge of the factors affecting germination and haustorium formation and attachment to host plants, parasite growth and seed production is essential in this case. The IPM approach is the key to developing a comprehensive training programme for farmers on new technologies. The IPM process begins with the farmer (who takes the decisions in the field) and not the pest or weed. IPM has two core activities in the training and extension process: Training of Trainers (TOT) and Farmer Field Schools (FFS). In FFS farmers are able to conduct their own experiments, sharpen their observation and research skills and take the initiative, adapting the alternatives to local conditions. Parasitic weeds are good target pests to develop training of extension workers and farmers on integrated management.

La formation des agriculteurs dans la gestion des plantes parasites

Résumé

Il faut souligner l'importance de la formation des agriculteurs dans la gestion des mauvaises herbes parasites. Une compréhension complète de la biologie des plantes parasites, y compris la connaissance détaillée du parasitisme, est indispensable pour éduquer les agriculteurs à savoir développer des méthodes de gestion. La connaissance des facteurs affectant la germination, la formation et la fixation d'haustorium des plantes hôtes, la croissance des parasites et la production de graines fondamentaux pour éviter les mauvaises herbes parasites. L'approche de la Lutte Intégrée est la clef pour développer un programme de formation complet pour les agriculteurs, basé sur les nouvelles technologies de gestion. Le processus de Lutte Intégrée commence à partir de l'agriculteur, qui prend les décisions dans le domaine, et pas par le parasite ou la mauvaise herbe. La Lutte Intégrée a deux activités de base dans le processus de formation et de vulgarisation:

- La formation des formateurs (TOT) et
- la création des champs écoles paysans (FFS). Dans les FFS les agriculteurs peuvent mettre en pratique leurs propres expériences, améliorer la qualité de leurs observations et de leurs recherches mais aussi prendre l'initiative, adaptant les nouvelles solutions aux conditions locales.

Les mauvaises herbes parasites sont un bon objet cible pour développer la formation des vulgarisateurs et des agriculteurs sur la gestion intégrée.

I. Problems posed by root parasitic weeds

The problem of parasitic weeds has been well described by various authors during the last three decades. The root parasites *Striga* (witchweed) and *Orobanche* (broomrape) are vicious pests in both tropical and sub-tropical areas (Joel, 2000). On a worldwide basis, parasitic weeds represent one of the most destructive and intractable problems to agricultural production in both developed and developing countries (Aly, 2007).

There are two main complexes of root parasitic weeds, *Striga* spp and *Orobanche* spp., both common in areas of low fertility soils and annual low rainfall.

Striga hemiparasitic weeds are obligate root parasites of cereals or legumes in Africa South of the Sahara and other dry hot climate sites in India and Yemen. *Striga hermonthica* tends to be the major problem in cereals in West, Central and East Africa, with *Striga asiatica* becoming more important in southern areas (SP-IPM, 2003). Cowpea is also affected by *Striga gesnerioides* and *Alectra vogelii*, the latter being important in eastern and southern parts of Africa. In Africa, *Striga* negatively affects the lives of over 100 million people, implying that these parasitic weeds are among the most important constraints to agricultural development in this region (Mboob, 1999).

Orobanche spp. are a problem in the Mediterranean area, including countries in Europe and North Africa and others in the Near East. These holoparasites affect several crops, such as vegetables, legumes, sunflower and tobacco among others. *Orobanche cernua* is one of the most aggressive species; it is widespread in sunflower grown in Eastern Europe and the Near East.

Orobanche ramose, which is also present in Cuba, Chile and Mexico, and *Orobanche aegyptiaca* attack a wide range of solanaceous crops such as tomatoes, potatoes, eggplant, pepper and tobacco, while *Orobanche crenata* is probably the main pest in various leguminous crops, including faba beans.

Both complexes of parasitic weeds cause huge crop yield losses annually, and in severe cases when the infestation is very high farmers have no other option than to abandon their fields. The situation is aggravated by the fact that pressure for land has increased at the same time as demographic growth in several countries affected by the parasitic weeds. In the past long fallow was practised largely for the control of *Striga* or *Orobanche* even alternating with itinerant agriculture, but nowadays this method of rotation is not possible due to the shortage of land - particularly non-infested - and the accelerated degradation and impoverishment of soils.

The author considers that if these problems were prioritized by officials of the Ministries of Agriculture or Rural Development, and support given to the extension and production of clean seeds, food production could be increased by 10-15 percent.

II. Methods for parasitic weed management

There is no single method available to control parasitic weeds. There is a new technology available for *Striga* control consisting of the use of low rates of herbicide and a safener for the crops seeds, reported as effective in maize (Kanampiu and Friessen, 2002), which are not

affordable by all small farmers in Africa though relatively cheap. In the case of *Orobanche* it is possible to use some herbicides, again at low rates, in limited crops. The most popular herbicide application here is glyphosate post-emergence in faba beans.

Although all these control measures have their merits, in the long term parasitic weeds should be managed through the implementation of an integrated approach, where containment is essential (Ransom, 1996).

Containment can be achieved through the use of crop seeds free of parasitic weed seeds, good quality amendments, clean farm implements and control of parasitic plants avoiding their flowering and seed setting in order to reduce build-up of the seed bank in soil.

Several cultural, chemical and physical control methods exist, but their implementation is not always feasible. A good example is crop rotation, which is as usually market driven. Other possibilities are intercropping cereals with legumes, increased use of organic manure and N fertilizers, spraying 2,4 D early in cereals grown alone or hand-pulling the parasites at this stage of the plant for combating *Striga*; for *Orobanche* some of these control strategies cannot be implemented. Crops affected by *Orobanche*, particularly vegetables and tobacco, may react adversely to increased application of N fertilizers and amendments; the limitation of crop rotation is also applicable here. There are not many herbicides other than glyphosate for *Orobanche* control in certain crops and they should be applied carefully following the correct rates.

It is true that there are some new methods such as soil solarization that may help to reduce parasitic weed infestation, but not all farmers can afford to purchase plastic transparent film and wait 4-6 weeks for solarization and then crop planting.

At this point, a thorough understanding of parasitic weed biology, including detailed knowledge of the specific mechanisms of parasitism, is needed in order to develop novel control methods (Joel, 2000). There is a need to know better the factors affecting germination and haustorium formation and attachment to host plants, parasite growth and seed production.

Conventional methods, both individually and in combination, have a limited impact on controlling parasitic weeds (Verkleij & Kuijper, 2000).

However, the fact is that thousands of farmers in developing countries do not know the biology of these plants: some even think that they reproduce by rhizomes and stolons, others have never seen tiny seeds produced by these parasites, ignore the existence of a subterranean growth phase, and other details. Not knowing their enemy makes it really difficult for farmers to design effective control strategies.

III. The importance of farmer training on parasitic weed management

IPM is a decision-making process that considers all possible control measures, such as cultural, mechanical, biological and chemical, selecting a control method to suit each individual situation. The IPM approach is the key to developing a comprehensive training programme for farmers on new technologies. The basis of this approach is the training of extension workers and other agents who work closely with farmers (Braga et al., 2001).

The IPM process begins with the farmer (who takes the decisions in the field) and not the pest or weed. IPM has two core activities in the training and extension process: Training of Trainers (TOT) and Farmer Field Schools (FFS). The first is an effective way to keep extension workers up-to-date on newly developed technologies. The knowledge gained will be useful for them later in organizing FFS for the farmers in their area.

FFS is an excellent opportunity for farmers to conduct their own experiments, sharpen their observation and research skills and take the initiative, adapting the alternatives to local conditions. All the methods developed previously by research will be better accepted by farmers when they themselves test, adapt and adopt them, taking into account local conditions specific to their areas. This participatory approach aims at ensuring informed decisions by farmers to solve location-specific problems, respond to opportunities and cope with rapid change.

Parasitic weeds are good target pests to develop training of extension workers and farmers on integrated management. The implementation of TOT will update the knowledge of the extension workers and other agents on biology and control of root parasitic weeds. Once this first step of training is finished, they can act as facilitators for organizing other FFS. Facilitators are not teachers; rather they will intelligently facilitate and guide the process of training for farmers without trying to teach them.

Farmers will make their own observations in the field and will learn about the growth-cycle of root parasitic weeds, about the factors stimulating seed germination of these plants, the existence of false hosts, and other elements to enable them to think and design new approaches for reducing the incidence of these weeds.

To this end, FAO assisted several countries during the cropping seasons of 2005 and 2006 in two regions of the world, implementing one project in West Africa with the participation of six francophone countries, where *Striga* is a very serious constraint to cereal production, and another in seven countries of North Africa, the Near East and of Sub-Saharan Africa, to combat *Orobancha crenata* in faba beans.

Among various activities included in the work plan of the projects these countries implemented TOT and various FFS in their territories. A total of 1 800 farmers were trained on integrated technologies for the control of root parasitic weeds, and the experiences described in this material are an example of what can be still done to reach farmers and to introduce available results into farming communities.

As is known, IPM was always considered a good practice for insect control - and later for disease control - but there was a doubt whether weeds could also be included in the curriculum of FFS. The experiences of 13 countries clearly show the advantages of including weeds in such training as well as some shortcomings still to be overcome in future training exercises with farmers.

References

- Aly R. 2007. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. In *Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant* 43 (4): 304-317.
- Braga R., Labrada R., Fornasari L. and Fratini N. 2001. Manual for Training of Extension Workers and Farmers on Alternatives to Methyl Bromide for Soil Fumigation. FAO, Rome, 35 pp.
- Kanampiu, F. & Friesen, D. 2002. *Striga* weed control with herbicide-coated maize seed. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). (available at [Url:http://www.cimmyt.org/Research/Maize/results/Striga/control.pdf](http://www.cimmyt.org/Research/Maize/results/Striga/control.pdf))
- Mboob, 1989. A regional program for West and Central Africa. In: I.O. Robson and H.R. Broad, Editors, Proceedings, FAO/OAU All-Africa Government Consultation on *Striga* Control Proceedings, FAO/OAU All-Africa Government Consultation on *Striga* Control (1989), pp. 190–194, Maroua, Cameroon.
- Ransom, J. K. 1996. Integrated management of *Striga* spp. in the agriculture of sub-Saharan Africa. Proc. of the Second Int. Weed Control Congress, Copenhagen, 25-28 June 1996: Vol. 1-4, pp: 623-628. Brown, H., Cussans, G. W., Devine, M.D., Duke, S.O., Fernandez-Quintanilla, C., Helweg, A., Labrada, R., Landes, M., Kudsk, P. & Streibig, J. C. eds.
- SP-IPM (2003) Tackling the scourge of parasitic weeds in Africa. IPM Research Brief No.1. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin.
- Verkleij J.A.C. & Kuijper E. 2000. Various Approaches to Controlling Root Parasitic Weeds. Biotechnology and Development Monitor, No. 41 <http://www.biotech-monitor.nl/4105.htm>

Taxonomy of Agronomically Important Striga and Orobanche Species

Kamal I. Mohamed & Lytton J. Musselman

Department of Biological Sciences, State University of New York at Oswego, Oswego, NY 13126, &
Department of Biological Sciences, 110 Mills Godwin Building/45th St
Old Dominion University, Norfolk, Virginia 23529-0266,
mohamed@oswego.edu; lmusselm@odu.edu

Summary

The taxonomy of the two most important parasitic genera in agriculture, *Orobanche* (broomrapes) and *Striga* (witchweeds) is summarized. The paper focuses on the most serious species and species clusters in these two genera. For witchweeds, discussion will center on *Striga asiatica* (L.) Kuntze and the putatively related species cluster (*Striga hirsuta* Benth., *Striga lutea* Lour., and *Striga elegans* Benth.); and on *Striga hermonthica* and related species [*Striga aspera* (Willd.) Benth., and *Striga gracilima* H. Melchior]; and *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke. (Synonyms: *Buchnera gesnerioides* Willd., *B. orobanchoides* R. Br., *Striga orobanchoides* (R. Br.) Benth., *Striga orchidea* Hochst., *Striga gesnerioides* var. *minor* Santapau).

Discussion of *Orobanche* includes the species cluster of *Orobanche crenata* Forskal, *Orobanche cernua* Loefl., and *Orobanche cumana* Wallr. and the cluster of *Orobanche aegyptiaca* Pers., *Orobanche ramosa* L., *Orobanche nana* (Reut.) Beck and *Orobanche mutelii* F. Schultz. Because of morphological reduction, parasitic plants exhibit tremendous reduction in their vegetative traits resulting in considerable variation. This limits the number of available characters used in distinguishing species within each group and pose taxonomic problems in parasitic plants especially species of *Orobanche*.

The accurate identification of parasitic plants comprises the first step in developing meaningful control strategies. Although most *Striga* and *Orobanche* species are not difficult to identify, the clusters of *Striga asiatica*, *Striga hermonthica*, *Orobanche crenata*, and *Orobanche aegyptiaca*, discussed in this chapter, are among the most confused species. Therefore we recommend that researchers have access to and use field guides that clearly distinguish these closely related species. All samples used in molecular studies and in other taxonomic studies must have vouchers and photos for verification.

La taxonomie des espèces de Striga et Orobanche important de point de vue Agronomique

Resumé

Le rapport explique la taxonomie de l'*Orobanche* et du *Striga*, les deux genres plus importants des plantes parasites dans l'agriculture. Le rapport se concentre sur les espèces et les branches d'espèces les plus sérieuses dans ces deux genres. Pour *Striga*, on mettra en relief la discussion sur le *Striga asiatica* (L.) Kuntze et les espèces putatives proches de cette branche (*S. hirsuta* Benth., *Striga lutea* Lour., et *Striga elegans* Benth.); et sur *Striga hermonthica* et espèces proches [*Striga aspera* (Willd.) Benth., et *Striga gracilima* H.

Melchior]; et *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke. (Synonymes: *Buchnera gesnerioides* Willd., *B. orobanchoides* R. Br., *Striga orobanchoides* (R. Br.) Benth., *Striga orchidea* Hochst., *Striga gesnerioides* var. *minor* Santapau).

La discussion sur l'*Orobanche* inclut les espèces *Orobanche crenata* Forskal, *Orobanche cernua* Loefl., et *Orobanche cumana* Wallr., mais aussi la branche de *Orobanche aegyptiaca* Pers., *Orobanche ramosa* L., *Orobanche nana* (Reut.) Beck et *Orobanche mutelii* F. Schultz. À cause d'une réduction morphologique, les plantes parasites montrent une énorme réduction dans les caractères végétatives ayant pour résultat une variation considérable.

Ceci limite le nombre de caractères disponibles utilisés dans des espèces pour leur différenciation dans chaque groupe et pose des problèmes taxonomiques des plantes parasites particulièrement d'*Orobanche*.

L'identification précise des plantes parasites est le premier pas pour développer des stratégies significatives de gestion. Bien que la plupart des espèces *Striga* et *Orobanche* ne soient pas difficile à identifier, les branches de *Striga asiatica*, *Striga hermonthica*, *Orobanche crenata*, et *Orobanche aegyptiaca*, discutés dans le présent rapport, sont souvent les espèces les plus faciles à confondre. Pour cette raison, nous recommandons que les chercheurs aient accès à l'utilisation des guides des champs qui montrent clairement la différence entre les espèces proches. Les échantillons utilisés dans les études moléculaires et dans les autres études taxonomiques devront avoir des bons et des photos pour la vérification.

I. *Striga* species

The genus *Striga* is predominantly African in origin and distribution. Of approximately 40 described *Striga* species, about 30 are endemic to Africa (Mohamed *et al.* 2001). Based on molecular evidence, Olmstead *et al.* (2001) placed the hemiparasitic genera traditionally included in the Scrophulariaceae including *Striga*, into the Orobanchaceae with the result that both of these genera--*Striga* and *Orobanche*-- are now in the same family.

Striga species are distinguished from other root parasites by unilocular anthers and bilabiate (two-lipped) corollas with a pronounced bend in the corolla tube. In some species the corolla is bent within the calyx teeth as in *Striga hermonthica*, in others it is bent above the calyx as in *Striga asiatica*. Other features used in distinguishing agronomically important species include indumentum types [pubescence, hirsute, and whether hairs are ascending or retrorse (pointing backward)]; stem shape (round, obtusely square, and square in cross section); leaf lobing and dentation (whether leaf margins are lobed, serrate or smooth); inflorescence types (spike, raceme, and the length of the inflorescence relative to the vegetative stem); number of ribs on the calyx tubes and length of calyx teeth relatives to tubes; and corolla color and type of indumentum on corolla.

The *Striga asiatica* cluster includes *Striga asiatica*, *Striga hirsuta*, *Striga lutea*, and *Striga elegans*. The fourth species in this cluster is morphologically unique and will be discussed later. It is important to emphasize that the Southeast Asian forms of *Striga asiatica* are not included in this analysis since their relationship to the African species complex is not known.

The name *Striga asiatica* is used to describe the noxious red-flowered *Striga* species which overwhelms sorghum, maize, and other cereal crops in Africa. Unlike *Striga hirsuta* and

Striga lutea, the *Striga asiatica* plants are profusely branched with leaves up to five cm long, longer than the plant internodes. Also, the bract in *Striga asiatica* is longer than the calyx. The number of the calyx teeth is five but in *Striga asiatica* it can be up to eight with teeth of unequal length. Overall, *Striga asiatica* is more scabrous (rough to the touch) than either of *Striga hirsuta* and *Striga lutea*.

The number of rows of hairs on the lower surface of the leaves and bracts is a unique and dependable feature that distinguishes *Striga hirsuta* from *Striga lutea*. *Striga hirsuta* has a single row of stiff hairs running along the margins and the mid rib of its leaves and bracts. *Striga lutea* has two rows of hispid hairs along the margin and mid rib of its leaves and bracts. *Striga lutea* plants are characteristically tall (up to 40 cm) and usually are unbranched or rarely with two branches. *Striga hirsuta*, on the other hand, is typically branched and the plants are the shortest (10 cm) in this cluster. Flower color can be of various shades of red and yellow and is not a reliable guide for species determination. *Striga asiatica* flowers are typically red with yellow throat. Flowers of *Striga lutea* are usually yellow, those of *Striga hirsuta* typically red but any of these species may occasionally have flowers of various shades of red, sometimes on the same plant. This is not unusual as the corolla color is controlled by few genes.

There are also distinct differences in the range of these species, though this may change overtime as in the following example of *Striga asiatica*. Until the late eighties and early nineties *Striga asiatica* was very largely confined to south and central Africa, normally south of the equator (*Striga asiatica* was also introduced into southeastern USA). In these areas *Striga asiatica* is usually restricted to agronomic hosts. Then it was reported from Kenya in the late 80's and Togo in West Africa in the early 90's. Our *Striga* surveys in West Africa and Sudan in the 80's and in Ethiopia as recent as 2007 show that *Striga asiatica* is not established as serious a problem north of the equator as it is in southern Africa, though it does occur sporadically on crops in several countries in West and East Africa. In November 2007 we surveyed *Striga* in Ethiopia. We reached as far south as Caves Omar and Megalo southeast of the Bale Region (6° 30'N, 41° 00'E), North to Mekele just south of the Eritrean boarder (13° 50'N, 39° 40'E), and east to Dire Dawa Region close to the Somali borders (9° 50'N, 42° 20'E). We encountered *Striga asiatica* once (and only two plants) in a demonstration farm. However, in 1985/1986 Chris Parker collected small forms of *Striga asiatica* with bright scarlet flowers widespread in Ethiopia attacking grasses without harming crops. In the south and east, however, *Striga asiatica* with various corolla colors ranging from brown, red, orange, and yellow were sporadically attacking sorghum and maize. Similar forms of *Striga asiatica* with various corolla colors were found attacking sorghum and maize in Ethiopia but with the scarlet forms attacking only native grasses (Sherif et al. 1987). *Striga asiatica* was not previously reported as a problem in Ethiopia until recently (Parker 1988). It was also known from a few collections in the Nile Delta in Egypt. This clearly suggests that the presence of *Striga asiatica* north of the equator is relatively recent compared to its establishment in southern Africa. As suggested by Berner and his team (1994), contaminated crop grains are the main source of *Striga* spread in Africa. *Striga hirsuta* and *Striga lutea* are distributed through much of Africa but common in west and central parts of the continent, especially the savannah grassland from Senegal to Ethiopia (Mohamed et al. 2001). While *Striga asiatica* is predominantly confined to crop fields, *Striga hirsuta* and *Striga lutea* are rarely problems on crops and are confined to natural grasslands.

Striga elegans is the fourth species in this cluster. However it is rarely confused with any of the other related species. It has brilliant scarlet flowers with yellow throats and dense

compact inflorescences. Limited to south and east Africa, it reaches its northern range in Kenya and has not been reported from crops. Our research (Mohamed 1994, Mohamed et al. 1996) showed that it is more closely related to *Striga asiatica* than other species in the cluster. No molecular study has yet been done to determine the phylogenetic relationships of the *Striga asiatica* species group but it is more likely that *Striga elegans* is the wild relative of *Striga asiatica*, they are sympatric in southern Africa. A group of researchers from Old Dominion University, University of Georgia, and State University of New York-Oswego are studying the systematics of the genus *Striga* and its various cluster groups.

Striga hermonthica is the largest, among the agronomically important species, and the most destructive of all *Striga* species. It is common in Sahelian Africa from Senegal to Ethiopia reaching its southern limits in Congo and Tanzania and causes more damage in sorghum, maize, and millet than any other crop pest. Also it is sporadic as an invasive in the Nile Delta and Yemen (where it may be native). *Striga hermonthica* has great within-species variation which is expected as it is an obligate out-breeder (Aigbokhan et al. 1998, 2000). Also *Striga hermonthica* collected from different geographical regions exhibits variability (Mohamed 1994). This species has developed strains specific to sorghum and millet. These are morphologically similar but have consistent floral variations. The millet-strain has smaller dull pink corollas and the sorghum-strain has a larger pink corolla. Floral variations may discourage cross pollinations between these strains and further enhance the differentiation of populations in *Striga hermonthica* as evidenced in recent molecular studies in which populations of *Striga hermonthica* collected from sorghum, millet, and maize showed genetic differences, the maize strains were more closely related to the sorghum-strain than to the millet-strain (K. I. Mohamed, unpublished).

Striga aspera is also an out-crosser and frequently hybridize with *Striga hermonthica* (Aigbokhan et al. 1998, 2000). It attacks maize in Ethiopia; maize, rice, and sugarcane in West Africa (Mohamed et al. 2001). Some of the damage attributed to *Striga hermonthica* in West Africa may in fact be due to *Striga aspera* with expansion of agriculture into natural grasslands exposing crops to parasitism. It is reported only from the savannah north of the equator both as a native and weedy species especially in West Africa.

Striga hermonthica, *Striga aspera*, and *Striga gracillima* are morphologically similar forming a species cluster. *Striga gracillima*, known only from southern Tanzania, Malawi, and northern Zambia, does not attack crops and is rarely sympatric with the other two species. *Striga gracillima* is determined by its short corolla tube (6-8 mm), bent proximally and covered with dense stiff hairs but never glandular-pubescent. It has the smallest corolla lobes (upper lip 4mm long, lower lip 1-3mm long). *Striga aspera* is exceptional in having a glandular pubescent corolla which is bent distally above the calyx teeth, longer calyx teeth (3-5 mm) which are about the same length as the calyx tube, and narrow leaves (≤ 2 mm). *Striga hermonthica* also lacks glandular-pubescent hairs on the corolla with hairs less dense than in *Striga gracillima*; corollas are much larger than in the other two species. *Striga hermonthica* is the tallest and most robust of all these witchweeds.

Striga gesnerioides is the only species attacking broad-leaf hosts. In addition to host preference, *Striga gesnerioides* tends toward holoparasitism reminiscent of *Orobanche*. *Striga gesnerioides* plants appear achlorophyllous (colorless) though they may have chlorophyll masked with other pigments. As a result, plants are white, shades of purple, and red --similar to *Orobanche* species. In addition, plants of *Striga gesnerioides* have leaves reduced to scales-- a feature common to all *Orobanche* species.

Because of these characteristics, in addition to succulence, and tuftedness habit, *Striga gesnerioides* was never confused with other witchweeds. This species is the most widely distributed of all witchweeds. Its range includes Africa, Arabia, Asia, and the United States of America (where it has been introduced). *Striga gesnerioides* has developed host specific strains, the most important attack cowpea especially in West Africa and tobacco in Zimbabwe. Other reported host-specific strains includes *Indigofera* and *Tephrosia* in the Fabaceae Family, *Merremia*, *Ipomoea*, and *Jaquemontia* in the Convolvulaceae; and *Euphorbia* in the Euphorbiaceae. These host-specific strains do not damage crops but have the potential of becoming weedy, and agriculturalists should become aware of them. Some of these strains have unique distribution and known only in certain regions such *Merremia* strain reported only from southern Al Jazera Province in Sudan.

II. *Orobanche* species

Broomrapes are native to the Mediterranean region (North Africa, the Middle East, and southern Europe) and western Asia. Their range extends to similar climates in Asia, Africa, Australia, and North and South America where they also cause significant crop damage. Broomrapes are holoparasitic with more than 100 species (up to 170 spp according to Uhlich et al. 1995) but only a few of them are considered weedy. Important broomrape species include *Orobanche crenata* Forskal which is common on garden pea (*Pisum sativum* L.), lentil (*Lens culinaris* Medik), faba bean (*Vicia faba* L.), and garden vetch (*V. sativa* L.) and other hosts in the Mediterranean basin; *Orobanche cernua* Loebl. reported on carrot (*Daucus carota* L.), tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), and tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in the Mediterranean basin extending eastward into Europe and Asia; *Orobanche cumana* Wallr. which is primarily a serious pest of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the sunflower-growing countries in the Mediterranean basin, Eastern Europe, and countries of the former Soviet Union; *Orobanche ramosa* L. is common on oil seed rape (*Brassica napus* L.) and many hosts in the Solanaceae including eggplant (*Solanum melongena* L.), tomato, tobacco, and potato in the Mediterranean region, Asia, Africa, Chile, and the United States; also reported on hemp and rape in western Europe; *Orobanche aegyptiaca* which has similar host range as *Orobanche ramosa* in Mediterranean region; *Orobanche mutelii* on tobacco in the Mediterranean region and Europe, Asteraceae in south Spain, Oxalidaceae in Crete and Lebanon; and *Orobanche nana* on Asteraceae, Solanaceae and Fabaceae in the Middle East (see also Parker 1991).

The holoparasitic life style of *Orobache* has resulted in dramatic reduction in morphological characters useful in field identification. Broomrape species have reduced leaves, almost uniform inflorescences, microscopic and uniform seeds, and very little variation in corolla color and shape, and often similar hosts. Taxonomists agree that the morphological features used in the classification of *Orobanche* are poorly defined. This paucity of characters to delimit species makes the development of meaningful keys difficult. Also because of the succulent nature of *Orobanche*, specimens deteriorate fast and preserve poorly.

Traditionally, the genus is divided into four sections of which *Orobanche* and *Trionychon* contain the noxious weedy species. Section *Trionychon* includes economically important species such as *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche ramosa*, *Orobanche nana*, and *Orobanche mutelii* while Section *Orobanche* contains *Orobanche crenata*, *Orobanche cernua*, and *Orobanche cumana*. These sections are mainly identified by the structure of the calyx and the presence or absence of bracteoles. Both *Orobanche* and *Trionychon* have

zygomorphic calyces, but only *Trionychon* has bracteoles. Additional important distinguishing characteristics of the Section *Trionychon* are branched stems, an entire and campanulated (bell shaped) calyx, a blue or purple corolla, white anthers, and usually white stigmas. The Section *Orobanche* has a single stem; a calyx with two lateral segments; a white, yellow, brown, amethyst or red corolla; yellow, brown-grey or grey anthers; and yellow, orange, red, or purple stigmas (Pujadas-Salvà 2002, Plaza et al. 2004). Other features may include types of bracts, placentation, inflorescence types, cytology (chromosome number), host, and distribution. A combination of morphological characters rather than a single character are useful in identifying *Orobanche* species. Recent micromorphological (Andary 1994, Plaza et al. 2004), chemotaxonomical (Velasco et al. 2000), and molecular studies (Román et al. 2003, Manen et al. 2004) confirmed the integrity of these sections, some authors recognize them as separate genera.

Orobanche aegyptiaca, *Orobanche ramosa*, *Orobanche nana*, and *Orobanche mutelii* have similar morphologies and host ranges; these constitute a species cluster within the Section *Trionychon*. *Orobanche nana* and *Orobanche mutelii* were treated by some authors as infraspecific variants of *Orobanche ramosa*. *Orobanche aegyptiaca* can be identified by its relatively more branched stem, moderately dense to lax inflorescence, pubescent stamens, larger corolla (>25mm), and blue flowers. In contrast, *Orobanche ramosa* has smaller corollas (<20mm long), laxer inflorescences, glabrous stamens, and white to pale blue flowers at the base and blue distally.

Both *Orobanche ramosa* and *Orobanche nana* have a smaller calyx (4-7mm) and corolla (10-16 mm) distinguishing them from *Orobanche mutelii* with its larger calyx (7-15mm) and corolla (16-22mm). In addition, *Orobanche mutelii* has pubescent filaments and corollas, with pale blue-purple to violet corollas. *Orobanche ramosa* is distinguished from *Orobanche nana* by its height (17-35cm), longer and laxer inflorescence (10-25cm), and triangulate and acuminate calyx teeth. This contrasts with the usually dwarf plants of *Orobanche nana* (8-21 cm), which are less branched, and have shorter and denser inflorescences (5-7cm), and lanceolate to triangulate calyx teeth.

In addition to traditional taxonomy, Plaza et al. (2004) studied the micromorphology of *Orobanche* seeds in the Iberian Peninsula and found enough variability to develop a key identifying *Orobanche* species including *Orobanche ramosa*, *Orobanche nana*, and *Orobanche mutelii*. In *Orobanche ramosa* the seed coat epidermal cells have unevenly thickened anticlinal walls while in the other two species these cells have evenly thickened anticlinal walls. *Orobanche nana* is characterized by smaller seed size (<0.40mm) compared to *Orobanche mutelii* (>0.40mm).

The second species cluster of agronomically important broomrapes is in the Section *Orobanche* which includes *Orobanche crenata*, *Orobanche cernua*, and *Orobanche cumana*. As expected, these species share many morphological characteristics such as the unbranched stem, absence of bracteoles, and calyx with two lateral segments. Among the three species *Orobanche crenata* has a unique morphology and easily separated from the other two species. *Orobanche crenata* has corolla lobes with erose or denticulate (irregularly notched) margins in contrast to the entire margins in *Orobanche cernua* and *Orobanche cumana*. Also, *Orobanche crenata* has dense inflorescence, fragrant flowers, and a long corolla (> 20 cm) which is usually white with purple veins.

Orobanche cumana is often confused with *Orobanche cernua*. While *Orobanche cumana* is almost exclusively confined to cultivated sunflower, *Orobanche cernua* is known from many

hosts including wild plants. These two species differ in a number of ways. *Orobanche cumana* plants are taller (40-65cm), more slender, and with longer and laxer inflorescence than plants of *Orobanche cernua* (35cm tall). *Orobanche cumana* has entire, sometimes bifid calyx segments, glandular anther hairs, and white to pale blue flowers compared to *Orobanche cernua* which has bifid calyx segments, glabrous filaments, and blue, dark, violet or purple flowers. *Orobanche cernua* corollas are inflated at the base, upright, constricted in the middle, and bent at the tip while in *Orobanche cumana* corollas are not inflated (uniformly tubular) and markedly curved downward. The two species differ further in other morphological and ecological characteristics in addition to their oil and fatty acid contents (see Pujadas-Salvà and Velasco, 2000).

Overall, the genus *Striga* poses fewer problems in taxonomy and identification. The broomrapes, on the other hand, contain several species which require considerable effort to identify. Unlike the witchweeds, species of *Orobanche* have received considerable attention from taxonomists including a plethora of names of species, varieties, and even forms. The application of powerful molecular techniques used by several plant systematists working on the genus is providing increasing clarity of relationships and taxonomic levels.

References:

- Aigbokhan, E. I., Berner, D. K., Musselman, L. J. and Mignouna, H. D. 2000. Evaluation of variability in *Striga aspera*, *Striga hermonthica* and their hybrids using morphological characters and random amplified polymorphic DNA markers. *Weed Research* 40, 375-386.
- Aigbokhan, E. I., Berner, D. K., and Musselman, L. J. 1998. Reproductive ability of hybrids of *Striga aspera* and *Striga hermonthica*. *Phytopathology* 88:563-567.
- Andary, C. 1994. Chemotaxonomical study of the genus *Orobanche*. In: Pieterse A. H., Verkleij J. A. C., and ter Borg S. J., eds. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Orobanche and related Striga research*. Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute, pp. 121-126.
- Berner, D. K., Cardwell, K. F., Faturoti, B. O., Ikee, F. O. and Williams, O. 1994. Relative roles of wind, crop seeds, and cattle in dispersal of *Striga* species. *Plant Disease* 78, 402-406.
- Manen, J. F., Habashi, C., Jeanmonod, D., Park, J. M. and Schneeweiss, G. M. 2004. Phylogeny and intraspecific variability of holoparasitic *Orobanche* (Orobanchaceae) inferred from plastid *rbcL* sequences. *Molecular Phylogeny and Evolution* 33, 482-500.
- Mohamed, K. I., Musselman, L. J. and Riches, C. R. 2001. The genus *Striga* (Scrophulariaceae) in Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88, 60-103.
- Mohamed, K. I., Musselman, L. J., Aigbokhan E. I., and Berner, D. K. 1996. Evolution and taxonomy of agronomically important *Striga* species. In: Moreno, M. T. and Cubero, J.

- I. eds. *Advances in Parasitic Plant Research, 6th International Parasitic weed Symposium*, Cordoba, Spain, pp. 54-73.
- Mohamed, I. K. 1994. Biosystematics and diversification in the genus *Striga* Lour. (Scrophulariaceae) in Africa. Ph.D. Dissertation, Old Dominion University, Norfolk, Va.
- Olmstead, R. G., dePamphilis, C. W., Wolfe, A. D., Young, N. D., Elisens, W. J. and Reeves, P. A. 2001. Disintegration of the Scrophulariaceae. *American Journal of Botany* 88, 348-361.
- Parker, C. 1991. Protection of crops against parasitic weeds. *Crop Protection* 10, 6–22.
- Parker, C. 1988. Parasitic plants in Ethiopia. *Walia* 11, 21-27.
- Plaza, L., Fernández, I., Juan, R., Pastor, J. and Pujadas-Salvà, A. 2004. Micromorphological studies on seeds of *Orobanche* species from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands, and their systematic significance. *Annals of Botany* 94, 167-178.
- Pujadas-Salvà, A. J. 2002. *Orobanche* L. In: LoÂpez, J. A., CatalaÂn, P., and SaÂez, L. I., eds. *Plantas paraÂsitas de la PenÃnsula IbeÂrica y Baleares*. Madrid: Mundi-Prensa, pp. 348-440.
- Pujadas-Salvà, A. J. and Velasco, L. 2000. Comparative studies on *Orobanche cernua* L. and *O. cumana* Wallr. (Orobanchaceae) in the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society* 134, 513–527.
- Román, B., Alfaro, C., Torres, A. M., Moreno, M. T., Satovic, Z., Pujadas-Salvà, A., and Rubiales, D. 2003. Genetic relationships among *Orobanche* species as revealed by RAPD analysis. *Annals of Botany* 91, 637-642.
- Sherif, A. M., Fessehaie, R., and Parker, C. 1987. Parasitic weeds in Ethiopia. In: Michieka, R.W. (Ed.) *Proceedings, 11th East African Weed Science Society Conference*, Nairobi, Kenya, pp. 66-72.
- Uhlich, H., Pusch, J., and Barthel, K. J. 1995. Die Sommerwurzarten Europas. Gattung *Orobanche*, Westarp Wissenschaften, Magdeburg: Westarp Wissenschaften.
- Velasco, L., Goffman, F. D. and Pujadas-Salvà, A. J. 2000. Fatty acids and tocochromanols in seeds of *Orobanche*. *Phytochemistry* 54, 295-300.

***OROBANCHE* MANAGEMENT**

Integrated *Orobanche* management

Barakat E. Abu Irmaileh
Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan
Barakat@ju.edu.jo

Summary

The situation of *Orobanche* problem in North Africa and the Near East is described as well as the possible methods to be implemented for the control of these parasitic weeds. The major problematic species of this genus are *Orobanche aegyptiaca* Pers./*Orobanche ramosa* L., *Orobanche cernua* Loefl., *Orobanche cumana* Wallr., *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche minor* Sm. and *Orobanche foetida* Poir., most of them affecting several leguminous, solanaceous crops and sunflower. Some eco-biological characteristics of these plants are also emphasized. Their management should be based on good knowledge of their seed germination, factors affecting it, plant growth and others.

La Gestion Intégrée du *Orobanche*

Résumé

La situation du problème d'*Orobanche* en Afrique du Nord et au Proche Orient est décrite comme une méthode possible à mettre en application pour la gestion de ces mauvaises herbes parasites. Les espèces problématiques principales de ce genre sont *Orobanche ramosa* L., *Orobanche cernua* Loefl., *Orobanche aegyptiaca* Pers., *Orobanche cumana* Wallr., *Orobanche foetida* Poir., *Orobanche minor* Sm. et *Orobanche crenata* Forsk. La plupart d'eux affectent plusieurs cultures légumineuses et solanacées, ainsi que le tournesol. Certaines caractéristiques eco-biologiques de ces plantes parasites y sont également soulignées. Leur gestion devrait être basée sur la connaissance de la germination des graines, des facteurs qui les affectant, du développement des plantes et autres.

I. Introduction

The centers of origin of *Orobanche* species are thought to be Italy, Spain, Turkey and Morocco (Sauerborn, 1991). Then different species achieved broader distribution through international trade and commercial exchange of contaminated seeds which contributed to the worldwide spread of these species. The majority of *Orobanche* species are found in the Mediterranean region. Out of the 140 known species of *Orobanche* (Kroeschel and Klein, 2002), about ten species are of economic importance, and represent a serious threat to a wide range of cultivated hosts, namely; *Orobanche aegyptiaca* Pers./*Orobanche ramosa* L., *Orobanche cernua* Loefl., *Orobanche cumana* Wallr., *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche minor* Sm. and *Orobanche foetida* Poir. The following species have been found in the participating countries:

Table 1. *Orobanch* species in selected countries

Country	<i>O. aegyptiaca ramosa/</i>	<i>O. crenata</i>	<i>O. cernua</i>	<i>O. cumana</i>	<i>O. minor</i>	<i>O. foetida</i>
Algeria	x	x				
Egypt	x	x	x		x	
Ethiopia	x	x	x			
Morocco	x	x		x		x
Sudan	x	x	x		x	
Syria	x	x				
Tunis	x	x				x

Orobanch seeds germinate occurs when they are preconditioned (warm moist conditions for several days) then exposed to germination stimulants exuded by host roots and some non-hosts. Upon germination, a germ tube, which is in close proximity to the host roots, elongates towards the root of the host, develops a haustorium through which the parasite attaches and deprives its host from water, mineral nutrients and carbohydrates, causing stunted growth of the susceptible host plants which contribute to reduction of its yield. Most of the seeds in the soil will not be reached by the stimulant, but will remain viable for more than ten years, forming a seed reservoir for the next cropping seasons. After several weeks of underground development the parasite emerges above the soil surface and starts to flower and produce seeds within a short period of time. Seed production is enormous, up to 100 000 seeds or even more can be produced by a single plant and lead to a re-infestation of the field. Thus, if host crops are frequently cultivated, the seed population in the soil increases tremendously leading to the failure of cultivating host crops.

II. Impact of *Orobanch*

A considerable loss in growth and yield of many food and fodder crops is caused by root-parasitic flowering plants. Globally, the damage caused by *Orobanch* on field and vegetable crops is significant in the Near East (Abu-Irmaileh B. E. 1994; Linke *et al.* 1989), South and East Europe and in various republics of the former Soviet Union. It causes yield losses ranging from 5-100 percent (Linke *et al.* 1989).

Thus, *Orobanch* hinders cultivation of many strategic crops including legumes, industrial crops, oil crops, vegetables, and threaten the livelihood of many nations. It attacks fruit trees as well as coffee and Catha plantations. Over one million hectares of broad bean are infested by *Orobanch crenata* or at risk around the Mediterranean region of which: 113 000 ha in Morocco and 5 600 ha in Syria, 10 000 ha in Tunisia (Sauerborne, 1991). *Orobanch* can limit the choice of crop rotation to non-host crops, which in most cases, are less rewarding. Many farmers abandoned cultivation of faba beans, tomato, and tobacco in heavily infested fields. Many others abandoned agriculture altogether, forced to migrate and seek other means of income outside the rural domains.

Recent estimates on the impact of *Orobanch* in the participating countries, as obtained from farmers, officials, and recent literature can be summarized as the following:

Syria

Heavy infestations with *Orobanche crenata* are encountered in food legume major growing areas (ex. Idlib) in 60 percent of the area causing 30-100 percent yield loss. Farmers were forced to replace lentil, faba bean and vegetables with less profitable crops such as black cumin, coriander, or cereal.

Heavy infestations with *Orobanche ramosa* are common in solanaceous crops in many regions. *Orobanche ramosa* infests over 70 percent of tomato, tobacco and eggplants in Dara'a governorate with infestation ranging between 25-50 percent inflicting 15-50 percent yield losses. It is estimated that *Orobanche* impact accounts for 5-15 percent of the total production management constraints facing agriculture in the country

Egypt

Orobanche is second important problem after foliar diseases in faba bean and tomatoes and is number one pest in peas (El Hassanein and Salim. 1999). Once Egypt was exporting faba bean, but *Orobanche* infestations is impacting its production and threatening the livelihood of the nation, forcing the Egyptian government to import faba bean to meet the dietary demand of the population. Faba bean cultivation was abandoned in Upper Egypt due to either many *Orobanche* or FBNYV infestation. *Orobanche* infestation in the newly reclaimed lands approached 30 percent of the 16 000 ha cultivated in this area.

Sudan

Orobanche species present in Sudan include: *Orobanche crenata*, *Orobanche cernua* and *Orobanche minor*. The major species is *Orobanche ramosa* infesting tomatoes and potatoes and hosted by many other vegetable crops (Babiker et al, 1994). It was also found on onions and many weedy hosts. Heaviest impact of *Orobanche ramosa* is in Khartoum and Al Jezira states on Nile soils. Infestation approached 100 percent of tomatoes and potatoes areas; consequently, large areas were put out of tomato production. Impact of *Orobanche ramosa* on potatoes is somewhat less than in tomatoes. Yield loss in potatoes was estimated by 30 percent.

Infestation with *Orobanche crenata* was only recently encountered, but spreading at a fast pace, in the two main states of faba bean production, threatening food security of the nation.

The first report on the presence of *Orobanche crenata*, was in 2001 in one site of about one hectare. Infestation spread within a 3 year period to cover over 28 sites in the Nile states with an average infestation of 1 percent from the total 21 000 ha, and 12 percent in the Northern state, with an average yield loss ranging from 6-90 percent.

Ethiopia

Orobanche surveys indicated that several districts are plagued with *Orobanche* (Gojam and Gondar, Tatch Gayint, south Welo, Kedijo and Flagober). According to farmers, crop loss could reach as high as 75 - 100 percent. Farmers in Kedijo area indicated that the weed appeared for the first time in 1983 in Dehit area (Goshi-locality).

Infestation with *Orobanche ramosa* on tomatoes is concentrated in the River Awash basin of the Central Rift Valley threatening both the large scale commercial farms and the small scale subsistence farming communities. *Orobanche cernua* is serious pest of tobacco in Awara

Malka and Nura Era. Due to *Orobanche* problems, some State Farms have had to give up growing tomato. The average yield reduction ranged from 30-40 percent.

The first collection and identification of *Orobanche crenata* was in 1993 in Amhara district - in one site (10ha), presently infesting 19 locations in two districts.

Average yield loss for the whole farm production is estimated to be 36 percent and under extreme conditions yield losses in severely infested fields can reach up to 62 percent.

Algeria

The dominant *Orobanche* species in Algeria include: *Orobanche crenata* in northern Wilayats (Sahel) where several farmers abandoned growing legume crops and replaced them with cereals and vegetables; *Orobanche ramosa* on industrial tomatoes in Annaba and Ainn Defleh areas; and *Orobanche cernua* Southern Algeria, Saharan area. It was estimated that 60 percent of the area in the middle coast is infested with *Orobanche crenata*.

The available information indicated that average yield losses in legumes are 25 percent in the Sahel area. *Orobanche ramosa* infests autumn planted vegetable crops (tomatoes, pepper, carrots, lettuce and cucumber). Estimate of infestation in tomatoes in Ain Defla was about 70 percent in Boumadfaa, and about 55 percent in Al-Ataf.

Morocco

The main species of *Orobanche* in Morocco are *Orobanche crenata* and *Orobanche ramosa*. The more virulent species, *Orobanche foetida* was also reported to occur. Infestation of *Orobanche* in legumes progressed from 12 percent in 1981, 26 percent in 1994, to 30 percent in 2001 (Ben Yassine et al 2002) and reached 51 percent in 2003 growing season. The estimated average yield losses due to *Orobanche crenata* were 37.4 percent in 1998, forming about 55.4 percent of annual local legume consumption. The estimated percent of the impact of *Orobanche* infestation alone amounted to 40 percent of the total impact of all other stresses in crop management. Legume acreage has been declining for the past 30 years for many reasons of which *Orobanche* infestation stands among the major reasons. This forced the government to pass a general regulation, in 1992, preventing the export of faba bean in order to ensure food security.

Tunisia

The main *Orobanche* species in Tunisia include *Orobanche crenata*, *Orobanche foetida* and *Orobanche ramosa*. The exact estimates for the impact of *Orobanche* in Tunisia are lacking (Kharrat and Halila, 1994). However, it was indicated that about 5 000ha out of 70 000ha planted to food legumes might have *Orobanche* infestation. Some farmers replaced food legumes by sunflower and garlic. Yield losses ranged from 20 to 80 percent. *Orobanche foetida* is common in the Northern parts on large and small seeded faba bean beside other species of different families. Production failure occurs under high infestations. *Orobanche ramosa* was also cited attacking leguminous crops, as well as many vegetables and tobacco.

The estimated levels of *Orobanche* incidence in different countries are not very well quantified. They are approximate estimations in many cases. Yet, these estimates could point out the magnitude of the parasite problem. However, the incidence of parasitism varies within the same location with time according to the prevailing weather conditions, especially

temperature and soil moisture and level of soil fertility. Mesa-García and García-Torres (1991) showed that crop rotation, irrigation, fertilization, variety and sowing date affect *Orobanche* infestation affect the severity of infestations.

Research results indicate that there is a great potential for improving the productivity and yield stability if the biotic and abiotic stress factors are effectively controlled and the inherent yield potential of the cultivars is improved. Various workshops on parasitic weeds at large or specifically on *Orobanche* discussed various management methods, claiming various levels of successes. In spite of the diverse methods of *Orobanche* control, the adoption of many methods is hampered by many draw backs in the subsistent farming systems.

III. Control methods

Hand pulling of *Orobanche* flowering shoots is the main control method, if any. Only small percentage of faba bean acreage received glyphosate treatment for *Orobanche* control in Egypt and Morocco.

Many control methods have been tried to manage broomrapes, *Orobanche* spp. However, there is no one single method can give satisfactory control. Compared with other weeds, broomrapes are characterized by the production of extremely high number of very tiny seeds per plant. Seeds can remain viable in the soil for more than ten years. Seeds can easily be disseminated over long distances by various means, including wind, grazing animals, contaminated transferable items such as crop seeds, machinery, farm produce, soil, vehicles, etc., and can pass country borders through unqualified quarantine centers unnoticed. Seed germination is enhanced by germination stimulants from plant roots. In addition to the possibility for the occurrence of mutations which can modify host-parasite interactions. These characteristics limit the development of successful control measures which can be accepted and applied, especially by subsistent farmers. However, several control methods are available for the control of *Orobanche*, including cultural, mechanical, physical, chemical, germination stimulants resistant varieties, biological and other innovative techniques.

3.1 Preventive methods

One of the most important control methods is to prevent the introduction and distribution of the parasite seeds from infested to un-infested areas. Negligence and lack of knowledge are responsible for the spread and the increase of *Orobanche* problem. National and international trade of contaminated crop seeds contributes to the seed dispersal over long distances. Local seed production in infested areas, uncontrolled movement of grazing animals, moving contaminated farm machinery and equipment, improper phytosanitary measures and the spread of contaminated manure intensify spread of *Orobanche*. Improper farming practices could be easily overcome by raising the awareness about the biology of *Orobanche*, and the means of its spread among farmers, technical staff and officials.

The following preventive methods proved effective, but need to be adapted to the present farming systems.

3.1.1 Planting uncontaminated or certified seeds

Planting uncontaminated or certified seeds ensures clean fields during the season if the soil was not previously infested with *Orobanche*. Certified seeds are normally beyond subsistent farmer's affordability, and cleaning crop seed from the minute seeds of *Orobanche* are not normally feasible. Since farmers exchange locally produced seeds, it is possible to have farmers exchange seeds produced in areas that are known to be *Orobanche*-free.

3.1.2 Spreading organic manure

Fresh contaminated manure aggravates *Orobanche* problem. Farmers should be instructed to use fermented manure, as fermentation process kills the seeds of the parasite. Pre-plant composting fresh manure under plastic mulch in the planting rows causes *Orobanche* seeds to lose viability within six weeks, and reduces *Orobanche ramosa* infestation on many vegetables. This practice could be a useful asset in high value crops. Fermenting manure in the farm can be easily practiced by subsistent farmer without much input and can aid sustainable farming strategy.

3.1.3 Phytosanitation

Proper phytosanitary measures in and around the field are necessary to reduce the spread of *Orobanche*. Farm equipment and machinery should be cleaned prior to their use in un-infested fields. *Orobanche* shoots should be removed prior to flower opening. The collected shoots should be burnt or disposed off properly. Good extension agents could easily convince the farmers to execute such task, especially when they made aware of the tremendous production of *Orobanche* seeds per plant. One important spreading agent of various weeds, including *Orobanche*, is the uncontrolled movement of grazing animals. Grazing animals should be forbidden to enter un-infested fields after grazing infested areas.

3.1.4 Quarantine

Strict quarantine measures, at various levels, national and international, help in preventing the introduction of the parasite into parasite-free areas. Technical inspection of imported agricultural materials should be carried out by a subject matter specialist in parasitic weeds.

3.2. Cultural methods

3.2.1 Crop rotation

Crop rotation, including trap and catch crops, will gradually decrease *Orobanche* infestation. But complete control will be achieved after a very long period, due to the long life-span of *Orobanche crenata* seeds. It can however reduce the infestation level if integrated with other control methods. Crop rotation is already a current farmers practice. In many farms, susceptible crops are abandoned. Rotating with trap and catch crops can reduce *Orobanche* seed bank if properly managed. However, if the market price is in favor of the host crop, rotation practice becomes hindered to a large extent.

3.2.2 Weeding

Weeding of *Orobanche* is mainly accomplished after the parasitic damage has already been done. It is not likely to show any yield increase in the short term. Weeding is laborious and

time-consuming, and not very promising in highly infested areas. However, in combination with other methods, it can reduce the seed bank very efficiently.

3.2.3 Planting date

Planting date could be manipulated so as to avoid infestation, as environmental factors affect germination and development of the parasite. Germination of *Orobanche crenata* tends to be very much reduced below 8°C and further development is greatly reduced at low temperatures (Saxena et al., 1994). Delaying the planting date affects *Orobanche* more than its hosts; the delay should be two weeks only from the date optimal for sowing in an uninfested field. However, this method must be adapted for different regions and for different hosts. Earlier planting dates are beneficial in certain instances. The change of the sowing date seems not to be very promising due to uncertainty of the environmental conditions, specifically temperature and rainfall situation. Farmer's negative perception to this method is controlled by the inherent traditional soil preparation which is largely linked to the onset of rain, and to the market demand for the produce.

3.2.4 Fertilization

Orobanche tends to be associated with less fertile soil conditions. High levels of nitrogen fertilizer or chicken manure showed a suppressive effect. There is no full understanding of the mechanism of such suppressive effect. The main effects could be due to:

- reduction of stimulant exudation;
- direct damage to *Orobanche* seeds and seedlings in the soil;
- reduced osmotic pressure in the parasite relative to the host;
- a toxic effect of nitrogen on *the parasite* development;
- alternation of host root and shoot balance.

The input of nitrogenous fertilizers to the rain-fed cropping system of food legumes is of low consideration due to the high cost of fertilizers. In addition, nitrogenous fertilizers adversely affect nodulation and nitrogen fixation processes. It is not very promising to increase the input of fertilizers in order to reduce *Orobanche* infestation.

3.2.5. Deep plowing

Plowing may reduce the infestation, if the top soil layer is properly turned to the bottom. Where equipment is available and soil condition permits, this technique can be useful in the integrated control management.

3.2.6 Resistant / tolerant cultivars

Resistance to *Orobanche* is the best long-term strategy for limiting the damage caused by *Orobanche*. Conventional plant breeding has produced few crops with stable resistance, while genetic engineering offers the possibility of creating novel resistance mechanisms that may be introduced into many commercial crops. While tolerant crop plants are not suitable for solving the *Orobanche* problem, because they maintain *Orobanche* development to maturity and hence contribute to the steady increase of the *Orobanche* seed bank in the soil, breeding of *Orobanche*-resistant crop plants as a long-term measure for *Orobanche* control appears more attractive than costly and doubtful chemical or physical control procedures.

However, evidence is available for mutative modifications in *Orobanche*, by which host specificity and aggressiveness can change. Resistant varieties will only be accepted if they meet all the requirements requested by farmers and the market.

3.3 Physical methods

These methods include flooding, soil solarization, bio fumigation, microwave and others.

3.3.1 *Flooding*

Flooding requires the availability of water which is scarce in Near East countries. Flooding for an extended period can kill the parasite seeds in the soil. This practice proved useful in Iraq, where host crops are planted after rice. *Orobanche* infestation was drastically reduced in such rotation.

3.3.2 *Solarization*

Solarization has proven effective in reducing several soil borne pests including *Orobanche*. Solarization is not applicable in rain-fed systems for economic reasons, but under irrigation systems, soil solarization with plastic sheets could be an additional measure to reduce the *Orobanche* infestation. The relatively high cost of this method can be partly compensated by the control of difficult-to-control pests like most other weeds, fungal, nematodes, and bacterial pathogens and an improved nutrient status of the soil. Furthermore, there is a residual effect over several years following the solarization treatment, resulting in increased crop yields (Abu-Irmaileh, 2003).

3.4 Biological control

Bioagents include insects such as *Phytomyza orobanchia* and fungi such as *Fusarium oxysporium* fsp *orthoceras*. Only *Phytomyza orobanchia* (Diptera, Agromyzidae) seems to be of interest for the biological control of *Orobanche*. Seed production in *Orobanche* was found to be reduced significantly in many countries (Kroschel and Klein, 2003). Natural enemies can reduce the fly population considerably. The only way to make use of *Phytomyza orobanchia* is to collect *Orobanche* infested with the fly's larvae, and to distribute these shoots in the field at the time when *Orobanche* is expected to emerge. Several fungi have been reported to be virulent on *Orobanche*. Current investigations concentrate mainly on *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras*, a pathogen with high potential to control *Orobanche cumana* (Abuelgasim and Kroschel, 2003).

3.5 Chemical control

This method includes the application of soil fumigations, seed dressing with selective herbicides, preplant and/or premergence application of herbicides (glyphosate, Imidazolinones and the Sulfonylureas). The most limiting factor in the use of the promising herbicides is their degree of selectivity among the crops at the required rate for parasite control, and the critical time of application, especially of the foliar applied systemic herbicides. Glyphosate was the first promising herbicide developed for *Orobanche crenata* control in faba bean (Schmitt et al. 1979). The crops in which the use of glyphosate is well confirmed, so far, include faba bean, carrot and celery. However, the corresponding yield increase is inconsistent especially under heavy infestation. Application must be carried out at the earliest stage of infection, long before emergence, and repeated in time interval of two to

four weeks, because *Orobanch*e seeds germinate throughout the season. Knowledge of the phenology of *Orobanch*e is essential for effective chemical control. The right moment of the application has to be determined by inspections of the faba bean roots twice per week for the presence of *Orobanch*e tubercles. The exact dosage of glyphosate is important for better efficiency, and for reducing phytotoxic symptoms on the crop. The effective dose to kill *Orobanch*e varies according to the number of tubercles attached and according to the weather conditions. Phytotoxicity symptoms leave negative impact on farmers.

In addition to glyphosate, other herbicides, e.g., sulfonylurea and imidazolinone proved to be effective in many host crops. Slight phytotoxicity symptoms have been encountered from some herbicides. But the increase in yield due to the efficiency of controlling *Orobanch*e balances the slight phytotoxic symptoms. It has been shown that the phytotoxicity of some post-emergence herbicides on crops can be avoided or reduced by altering their application and delivery technique. For example, by chemigation chlorsulfuron and triasulfuron into the soil, *Orobanch*e *aegyptiaca* can be successfully controlled and the yield of tomato increased without damaging the crop (Kleifeld et al. 1999). Promising results were also obtained by soaking or coating the seeds of faba bean, pea seeds, or lentils in low concentration of imazethapyr or imazapyr, respectively (Garcia-Torres et al. 1999). Seed germination and crop growth were not affected by phytotoxicity of both herbicides. Herbicide application is too technical and expensive in subsistent farming. Intensive farmer training and effective extension services are required.

The following treatments proved effective for controlling *Orobanch*e in legumes, at experimental or field demonstration levels (Lutzeyer et al, 1994):

- Pre-emergence applications (at "tubercle" and "bud stage" of *Orobanch*e development).
 - a- Glyphosate:
 - in faba bean 1 to 3 x 80g a.i./ha according to infestation;
 - in field pea 2 x 60g a.i./ha;
 - in chickpea 2 x 20 ga.i./ha;
 - in lentil not useful; low tolerance also in tomato and eggplant.
 - b- Imazaquin: excellent results in field peas at a rate of 2 x 20g a.i./ja; slightly less effective in faba bean at 2 x 30g a.i./ha; in lentil 2 x 10g a.i./ha.
 - c- Imazethapyr: in faba bean 2 x 30g a.i./ha; in lentil 2 x 10g a.i./ha.
 - d- Oroban (Imazapic 1%) - 1-2 X 500 ml/ha lentils.
 - e- Recent reports (Lins *et al* 2005) indicated that imazamox alone or combined with bentazon proved effective for controlling *Orobanch*e *minor* in red clover.

Soil fumigation with methyl bromide is effective. But, with the phase out of methyl bromide, other methods should come as a replacement. This method is expensive. Other fumigants include metham sodium, dazomet, and 1,3, dichloropropene.

3.6 Integrated Management

Single methods are not sufficient to control parasitic weeds effectively in one cropping season. Therefore, combinations of control methods and their yearly application are the only solution to reduce the infestation on a tolerable level. Integrated management strategies need

to combine low cost control methods that enhance crop tolerance to the parasite through improvement of soil fertility, particularly nitrogen status, utilize the most tolerant cultivars that are available, in addition to potential preventive means. Cultural methods such as; manipulating seeding rate, planting date, proper phytosanitary measures, help in reducing infestations. Herbicides application could be carried out by trained farmers. The aim of integrated management is to constantly reduce the parasite population leading to the reduction of the soil seed bank.

3.7 Sustainability

The first step towards sustainable *Orobanche* management is to make the farmer aware of the biology of the parasite and the means of its spread. On farm research and extension practices should incorporate farmers, in order to assess whether the introduced management method is too technical or easy to adopt. The limitations for the introduction of control strategies should be properly analyzed in order to develop an economically viable integrated control strategy for both large and small-scale farmers. *Orobanche* management should be analyzed with respect to the existing cropping system, making use of the farm resources and farmer capabilities, considering the introduction of external production equipment and plant protection methods. On farm training (FFS) through farmer-field schools could be effective in raising farmer's awareness and help them avoid or reduce the present infestations. Easy rewarding techniques would always be welcome. Upgrading farm resources would reduce the production costs and improve returns. Facilitating marketing of the produce is a very important element in farming sustainability.

Risk factors should be avoided or reduced to the minimum. The priority should always be set for ensuring life improvement in such fragile agro ecosystems. Any risk encountered from the introduced techniques will slow adoption, and lead to the loss of faith in the newly introduced methodology, especially in subsistent farming communities.

Raising the awareness among officials about the impact of *Orobanche* on national agriculture and national economy would help them in setting priorities for managing the parasite problem in the developmental projects. At present, most weed problems are dealt with by general agriculturists, or at best by plant protection specialists, entomologist or plant pathologists in many countries.

Extension and quarantine facilities should be staffed with the appropriate subject matter specialists to aid farmers in their better management of the cropping situation, and to prevent the introduction of the parasite from being introduced to un-infested areas. Environmental impact assessment of the introduced strategies should be assessed in order to develop ecologically justifiable control strategies.

IV. Future Perspectives of integrated management of *Orobanche*

4. 1 Biotechnology

Utilization of biotechnology for developing resistant cultivars to *Orobanche* might be the best approach, if the cultivars meet the required horticultural features desired by the farmer and/or the market. However, growing genetically modified crops are still under discussion in many

countries around the world. GM-crops which tolerate herbicides used to control *Orobanche* facilitate selective management of the parasite.

4. 2 Organic Farming

Organic farming is recent advancing trend in many countries. With the development of resistant cultivars, and through the use of non-chemical approaches to solve *Orobanche* problem would encourage organic farming. It can be said that farming communities in most of the cultivated areas in subsistent farming situation are somewhat organic, as most of the cultivation practices are devoid of the use of the agro-chemicals.

4.3 Socioeconomic of farming communities

Socioeconomic status of the farming community should always be emphasized in order to assure sustainable management of *Orobanche*. Most farmers are aware of the existence of *Orobanche* problem in their fields, in as much as they are aware of the existence of other problems. However, the main concern of the farmers, especially subsistent farmers, is how much return will gain at the end of the growing season. *Orobanche* problem should be dealt with as one part of a holistic perspective. Farmer's participatory approach should always be incorporated in field research and extension activities. Unless *Orobanche* is the limiting production factor, i.e., heavy infestations, farmers do not complain much about the parasite. Most farmers are poorly educated and require close attention from extension specialists. Young farmers tend to migrate for better rewarding conditions anywhere in the country or abroad. The advancement of urbanization and farm fragmentation reduce the interest in farming career.

4.4 Risk avoidance

Orobanche management should be analyzed with respect to the existing cropping system, making use of the farm resources and farmer capabilities, considering the introduction of external production equipment and plant protection methods. Risk factors should be avoided or reduced to the minimum. The priority should always be set for ensuring life improvement in such fragile agro ecosystems. Any risk encountered from the introduced techniques will slow adoption, and lead to the loss of faith in the newly introduced methodology, especially in subsistent farming communities.

References:

- Abuelgasim, E. and J. Kroschel. 2003. Progress on management of parasitic weeds. In: Weed management for developing countries. FAO plant production and protection paper No.120. Addendum 1, pages: 109-144.
- Abu-Irmaileh B. E. 1994. An overview of parasitic weed problems in some Near East countries. In: FAO Report of the Workshop *Orobanche* and *Cuscuta* Parasitic Weed Management in the Near East. Amman, 8-23.

- Abu-Irmaileh B. E. 2003. soil solarization. In: Weed management for developing countries. FAO plant production and protection paper No.120. Addendum 1. pages 211-223.
- Babiker, A., E. Mohamaed and M .El Mana . 1994. *Orobanche* problem and management in the Sudan. in: A.Pieterse, J.verkleij and S. ter borg,(eds) Biology and Control of *Orobanche*. Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and Related *Striga* Research. Amsterdam 8-12 Nov. 1993. pages:672-676.
- El Hassanein and A. Salim. 1999. country paper about *Orobanche* and its control in Egypt. In: In: J. Kroschel, M. Abderabihi and H. Betz (eds.), Advances in Parasitic Weed Control at on-farm Level. Vol. II. Joint Action to Control *Orobanche* in the WANA Region. Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, pages:27-35.
- Garcia-Torres, L., Lopez-Granados, F., Jurado-Exposito, M. and J. Diaz-Sanchez, 1999. Chemical control of *Orobanche* spp. in legumes: Advances in Parasitic Weed Control at On-farm Level: Achievement and constraints. In Kroschel, J., Abderahibi, M. & Betz, H., eds. Vol. II. Joint Action to Control *Orobanche* in the WANA Region. Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, 239-250.
- Kharrat M. and M.H. Halila .1994. *Orobanche* species on faba bean (*Vicia faba* L.) inTunisia: Problems and management. In: A.H.Pieterse, 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, The Netherlands, Royal Tropical Institute. 639-643.
- Kleifeld, Y., Goldwasser, Y., Plakhine, D., Eizenberg, H., Herzlinger, G. and S. Golan, 1999. Selective control of *Orobanche* spp. in various crops with sulfonylurea parasitic weed control at on-farm level. Vol. II. Joint Action to Control *Orobanche* in the WANA Region. Margraf Verlag, Weikersheim, Germany. 251-257.
- Kroschel, J. and O. Klein, 2002. Biological control of *Orobanche* spp. in the Near East and North Africa by inundative releases of the herbivore *Phytomyza orobanchia*. In: BioControl, Vol. 47, (3) Pages: 245 – 277.
- Linke, K.H. 1998. Status quo of *Orobanche* control: preventive, cultural and physical control. Joint Action to control *Orobanche* in the WANA-region: Experiences from Morocco. 30 March - 2 April 1998, Rabat Morocco.
- Lutzeyer H.J., Kroschel J. & Sauerborn J. (1994) *Orobanche crenata* in legume cropping farmers perception, difficulties and prospects of control - a case study in Morocco. In: A.H.Pieterse, J.A.C. Verkleij & S.J. ter Borg (eds.)
- Lins, R.D., J.B. Colquhoun, C.M. Cole, and C.A. Mallory-Smith. 2005. Postemergence small broomrape (*Orobanche minor*) control in red clover. Weed technology 19:411-415.
- Mesa –García, J. and L. García-torres. 1991. Status of *Orobanche crenata* in faba bean in the Mediterranean region and its control. Options Méditerranéennes - Série Séminaires - n.O 10: 75-78.
- Sauerborn, J. 1991. parasitic Flowering Plants, Ecology and management. Verlag J. Margraf Scientific Books. Hohenheim. Pages 128.

Saxena, M. K. Linke and J. Sauerborn. 1994. Integrated control of *Orobanche* in cool-season food legumes. In: Peiterse A., J. Verklaj and S. terBorg(eds.). 1994. Proceedings of the 3rd international workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam. 8-12 Nov. 1993. pages: 419-431.

Schmitt, U., Schluter, K. and P.A. Boorsma, 1979. Control químico de *Orobanche crenata* en habas. Boletín Fitosanitario FAO, 29: 88-91.

***Orobanche* management in Algeria**

Aouali Souhila⁽¹⁾ and Feliachi Kamel⁽²⁾

(1): National Expert, Institut Technique des Grandes Cultures

(2): National Coordinator, Institut National de la Recherche Agronomique Algérien

Summary

Food legumes are of a big importance in the human feeding mainly based on grains. However, these cultures are subjected to abiotic and biotic stresses that compromise seriously the yields. Among the menacing biotic stresses, the parasitic weed *Orobanche crenata*, which is known to be very detrimental. This parasitic plant is very easily disseminated by the wind, equipment, exchange of seeds, animals grazing etc.. A plant of *Orobanche* can produce up to 500 000 seeds and these besides their very small size and their extremely lightweight, can have a longevity of more than 12 years in the soil.

Several methods of control were developed in different countries in the Mediterranean region but these methods were not totally remedial they only allow the reduction of infestations. It is therefore necessary to apply an integrated control strategy.

To ensure the success of the introduction of this strategy, at on-farm level, it is imperative to make farmers participating actively in their own training, through the adoption of the participative approach. The farmers need to know the *Orobanche* and to understand its cycle and the conditions of its development; they also have to acquaint with available control options and to use them.

La Gestion d'*Orobanche* en Algérie

Résumé

En Algérie, les légumineuses alimentaires revêtent une grande importance dans l'alimentation humaine essentiellement basée sur les céréales. Cependant, ces cultures se trouvent soumises à des contraintes abiotiques et biotiques qui compromettent sérieusement les rendements. Parmi les contraintes biotiques menaçantes les maladies et les plantes parasites du genre *Orobanche* et plus particulièrement l'*Orobanche crenata* qui est connue pour être très préjudiciable. Cette plante parasite est très facilement disséminée à travers divers moyens, le vent, l'équipement et les outils agricoles, l'échange de semences, le pâturage des animaux sur les parcelles infestées, etc.. Elle est particulièrement redoutable, un plant d'*Orobanche* peut produire jusqu'à 500 000 graines et celles-ci en plus de leur taille très petite et de leur poids extrêmement léger, peuvent avoir une longévité de plus de 12 ans dans le sol.

Plusieurs méthodes de lutte ont été testées dans différents pays du pourtour méditerranéen: lutte chimique (glyphosate), utilisation de variétés résistantes, lutte biologique et le semi tardif. Ces méthodes ont seulement permis de réduire partiellement les infestations, cependant aucune méthode curative n'est encore connue. Il est donc nécessaire d'appliquer une stratégie de lutte intégrée, en combinant deux ou plusieurs méthodes de lutte, afin d'assurer une réduction des infestations de manière durable dans le temps, et d'éviter sa dissémination ou sa propagation vers les zones encore saines.

Pour assurer le succès de l'introduction de cette nouvelle approche en milieu agriculteur, il est impératif de faire participer activement les agriculteurs dans leur propre formation et ce par l'adoption de l'approche participative. Les agriculteurs ont besoin de connaître l'*Orobanche* et de comprendre son cycle et les conditions de son développement, ils doivent aussi prendre connaissance des options de lutte disponibles et apprendre à les utiliser. Ceci permettra aux agriculteurs de développer leur propre stratégie de lutte intégrée compatible avec leur système de production. Le but n'est donc pas l'application de telle ou telle méthode de lutte mais plutôt l'amélioration du niveau de connaissance des agriculteurs, de l'*Orobanche* et des options de lutte.

Compte tenu du problème que pose l'*Orobanche* sur les cultures des légumineuses au niveau des pays nord africains, ces derniers ont exprimé le souhait dans l'initiation d'un plan d'action visant à former le personnel technique présent sur le terrain, dans la lutte contre ce phanérogame parasite, l'échange d'information et de matériel végétal résistant. Ce plan d'action comprendrait aussi l'application des mesures de prévention de la dissémination des graines de la plante parasite vers les zones non infestées, et une meilleure exploitation de la présence naturelle du *Phytomyza orobanchia* pour l'application de la lutte biologique.

I. Introduction

Legumes crops are largely grown all over the world. These crops are known to be a cheap source of proteins. In Algeria they play an important role in the human nutrition essentially based on cereals. In addition to the nutritional importance they also play a key role in the soil fertilization in the crop rotation schemes. In Algeria, the most important crops are faba beans, that occupies 50 percent of the total area dedicated to food legumes, with a total acreage of 60 263ha, a total production of 21 560 tonnes and an average yield of 6,7qx/ha (Feliachi, 2002).

Orobanche crenata is an obligatory parasitic plant of broad bean and other leguminous cultures, and generates serious damages on these cultures, ranging from five to 100 percent (Sauerborn & Saxena 1980). Ducellier on 1923 reported that 60 percent of fields in certain localities of the Algerian Sahel were unsuitable for cropping legumes. Abu Irmaileh in 1994 reported that 10 percent of legumes acreage is infested by *Orobanche crenata*.

Actually *Orobanche crenata* is causing serious damages on beans and peas, especially in the region of Ain Dem. The region of the Sahel (littoral) (ITGC's experimental station at Oued Smar, INA, Baraki, Rouiba and Reghaia) became non suitable for this crop, and farmers abandoned the culture of legumes (Zermane 1998). In 2005, *Orobanche crenata* was found for the first time on lettuce in the region of Al Arabataache (W. Boumerdes) during a prospection made during the current TCP.

Orobanche ramosa is mainly present on tomatoes for industrial purposes in Annaba, on potatoes in Tarf and on tobacco in Boumerdes (Issers). *Orobanche cernua* was reported in regions of Sahara. It is also found in the oasis of Ghardaia, Tamanarasset and the southern east of Naâma. No information is available on damages caused in those areas.

Few studies have been made on *Orobanche* in Algeria. There is no data concerning the acreage infested, crop losses, degrees of infestation and the major crops affected by this parasitic plant. The survey recently carried out showed that farmers do not know this parasitic

plant, its biology and do not try to control it. They wrongly understood that these parasites reproduce via underground rhizomes and never paid any attention to prolific seed production of the plant.

II. Materials and methods:

The activities of the project started with the organization of a two-week workshop of Training of trainers (TOT) aimed at raising necessary awareness on the problem caused by the parasitic weed *Orobanche*, and train the participants on participatory approach for farmers training and *Orobanche* biology and control. The knowledge acquired during the TOT was the required one for the trainees to act as facilitators of the future Farmer Field Schools (FFS). At the end of the TOT, three FFS simulations were conducted by the facilitators among themselves, which included aspects of the biology, ecology and control of *Orobanche*, and following the participatory approach for training. At the end of the TOT workshop guidelines (fig. 1 and table 1) were prepared for the use of the facilitators in the organization of FFS.

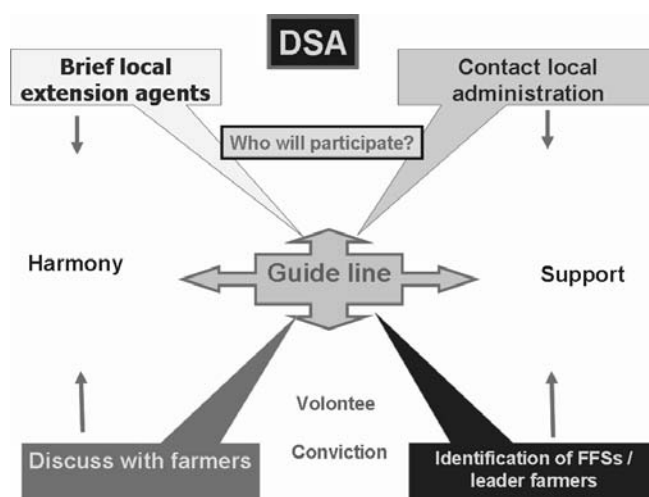


Fig. 1 Guidelines for FFS

FFS organization started with the identification of the leaders of each farmers group. To this end field days were conducted to create initial awareness about the damages caused by *Orobanche* and its potential threat for the development and sustainability of their legumes crops. Later, once the FFS started, farmers received information about the whole process of training. A special emphasis was made for having enough women participating in these exercises. The programme for training was prepared by the national expert of the project together with the facilitators of each FFS. Interactive discussions took place during the training to emphasize the importance of controlling *Orobanche crenata*. Posters and photos were used to illustrate the problem.

Table 1. FFS field guide

Activitie/sub-activities	Period							Actors/obs
	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars.	Apr.	May.	
Theme (1): Presentation of<i>Orobanche</i>.								
-What is a parasitic weed ?-what is <i>Orobanche</i> ?-where it grows?(crops) -colors, forms, size?								
-How's the form of the <i>Orobanche</i> seeds?-When are they produced?-How they spread?								
-Where, how and for how long time the seeds can live?								
comment elle se disperse?où, comment et combien de temps elle se conserve?								
Theme (2): Life Cycle								
-how it reproduces? -what are the conditions of its development?-when and how occurs the seed germination ? -how to not make confusion between lumps of the broad bean with the tubers of the <i>Orobanche</i> (underground stage)								
Thème (3): Control options								
Hand weeding, crop rotation, late sowing, resistant varieties								
Chemical control								
Integrated control								
Revision of the acquired knowledge								
Summary of the sessions realized during the season								
Evaluation of the acquired knowledge by questionnaire								

Three sites in Wilayate were selected for FFS (Table 2), and a total of 16 facilitators trained in the previous TOT participated in these training exercises for farmers. Forty-four percent of the facilitators were phytopathologists with scarce knowledge about parasitic weeds, life cycle, spread and control.

Table.2. Pilote Wilayate selectionned for the FFSs.

Wilaya	Legumes surface (ha)/average yield (Q/ha)	Importance of the parasitic weed in the region	Distance from Algiers
Ain Defla	5140/8.5	++++	170
Algiers	140/12	++++	-
Boumerdes	458/11.2	++++	50

III. Results and discussion

The survey of *Orobanche* infestation showed that high stand of *Orobanche*, up to 85 percent, was found on tomatoes grown under greenhouses in Ain Defla. Dense infestations can also be found on faba bean mainly in the region of Bordj El Bahri. During field surveys *Orobanche crenata* on lettuce was reported for the first time in Algeria in the Wilaya of Boumerdes.

The main finding during the FFS was that nearly all farmers do not apply any method to control *Orobanche*. When infestations are high they plant other crops not affected by the parasite, which subsequently reduces the area devoted to faba beans. Most of the farmers in the region of Al Arbataache (Wilaya of Boumerdes) currently abandoned growing more than five years before the project started.

The discussions with farmers indicated that some infestations of their farms/plots are of the recent appearance, while some others suffered this problem since many years ago. Based on these findings we tried to identify possible sources of infestations.

Farmers ignore the ways of *Orobanche* reproduction, some believe they propagate themselves through subterranean rhizomes, most of the farmers never paid any attention to seed production, and have never seen those tiny seeds produced by the plant. Normally they hand pulled the parasitic plants, flowered or with seed set, and left them on the field. No burning was ever practised with the weeded mass.

Legume seeds are purchased at the market without any certification, and not knowing whether they are really clean. The seeds are sold in different regions, and this lack of control of the seeds contributed to the dissemination of the parasite at long distance.

Animals grazing in infested areas are very common and it also contributes to the dissemination of the parasite. Farmers also rent machinery and implements, which are coming unclean from highly infested areas.

Farmers do not know either that several crops, including cereals, are not affected by *Orobanche*. In fact, they applied crop rotation in infested areas without such knowledge.

Some farmers delay or anticipate planting date as a method for preventing *Orobanche* infestation. In Wilaya of Ain Defla some farmers practice an early sowing, to make the flowering period coincide with low temperatures, and thus limiting the germination of *Orobanche* seeds, and reducing infestation. For the other areas in Wilayate, Algiers and Boumerdes, some farmers delay the sowing date to avoid rainfall, thus reducing the development of *Orobanche*. These practices are difficult to follow since those environmental factors are uncontrolled.

The chemical control was completely unknown among farmers. They knew glyphosate, which was largely used as a herbicide in orchards. After long discussions with farmers some trials were set up to check the effectiveness of the herbicide. Where the application was made correctly and at the right time no *Orobanche* plants were recorded, while untreated plots had up to 20 *Orobanche* shoots per faba bean plant.

As a result of the discussion with the farmers on the need to adopt an integrated approach for the control of *Orobanche*, farmers selected three main control methods: crop rotation, late/early planting and application of glyphosate.

The whole technical content of FFS is described in table 2.

Table 2. FFS technical content

Theme	subtheme	Aim & tools
Presentation of the parasitic weed, <i>Orobanche</i> .	-What is a parasitic weed ? -what is <i>Orobanche</i> ? -where it grows?(crops) -colors, forms, size?	To know <i>Orobanche</i> , and make its visual identification through drawings and photos.
Ways of Dissemination and longevity in the soil.	-How's the form of the <i>Orobanche</i> seeds? -When are they produced? -How they spread? -Where, how and for how long time the seeds can live?	Get knowledge of the dissemination means and conservation.
Life cycle of the parasitic weed	-how it reproduces? -what are the conditions of its development? -when and how occurs the seed germination? -how to not make confusion between lumps of the broad bean with the tubers of the <i>Orobanche</i> (underground stage)	-knowledge of the life cycle to understand the control strategies. -knowledge of the importance of the respect for delay in chemical control. All to be accomplished in field visits and with illustrations.
Control options 1.The chemical control (application of an herbicide)	-what are the herbicides selective for <i>Orobanche</i> control in faba beans?	- understanding the mode of action, safe handling, right rates and time of application. Field exercises.
Analysis of the agroecosystem	- Analysis in the field	- preparation for the selection of other control options.
1.Control options against <i>Orobanche</i> : 2. hand weeding, rotation, late/early sowing, resistant varieties	why clean seeds? - when to hand weed? - Crops to use in the rotation? - Late planting? - Available resistant varieties?	- knowledge of other control options, to restrict infestations and reduce the <i>Orobanche</i> weed seed bank in soil. Importance of the long-term control.
Integrated control (combined control)	- is the application of a single method of control enough sufficient, and why? - how to choose the best options?	- knowledge of the Integrated management of <i>Orobanche</i> . .
Revision of the acquired knowledge	- Information already acquired?	- Summary of FFSs results.

- Didactical production: a master CD has been produced, containing all courses that have been delivered during the TOT. Three posters have been elaborated according to the themes treated during the FFSs. Two films (reports) have been produced, one on the TOT course and a one on the FFSs course entitled "The farmer and the *Orobanche*". These materials have been distributed to extension directorates of the Ministry of Agriculture and Rural Development.

IV. Conclusion and recommendations

Orobanche crenata infestation in legumes is a serious problem in Algeria. The exact magnitude of the problem, which increases year after year, is not yet well evaluated. Most of the farmers affected by the problem neither control the parasite nor prevent its spread.

The participatory approach applied in FFS showed to be effective. As a result of the training 16 facilitators/extension agents were trained, who were later able to conduct training for farmers. In Wilaya a total of 94 farmers were trained during two cropping seasons. Other neighbouring farmers not included in this exercise asked to be trained as well. Trained farmers acquired knowledge about the behaviour of the parasite and the ways to control it.

For the future there is an urgent need to conduct a survey in the country to assess the extent of the problem of *Orobanche*, its crop losses and infested area. It is as well important to carry out some research for defining well the best crop rotation for affected legumes, suitable chemical treatments for the control of *Orobanche* in affected crops, to shape other control and preventive strategies, such as planting date and use of cover crops, use of clean seeds and how to reduce the existing weed seed bank in soil. Screening of local and introduced faba bean genotypes resistant to *Orobanche* is also required. Integrated management should also be validated working directly with farmers for them to decide the most feasible control options.

References

- Abu-Irmaileh, B.E. 1994. Overview of the *Orobanche* problem in the Near East. In A.H. Pieterse, J.A.C. Verkleij and S.J. Ter Borg (eds.). *Biology and Management of Orobanche*. Proc. 3rd Inter. Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute. pp.677-683
- Ducellier, L., et Maire, R. 1923. Végétaux adventices observés dans l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 14,304-325.
- Feliachi, K. 2002 . Proceedings du 2^{ème} Séminaire du Réseau REMAFEVE / REMALA, "Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb", Hammamet, Tunisie. pp.32-39.
- Sauerborne, J., and Saxena, M.C. 1980. A review on agronomy in relation to *Orobanche* problems in faba bean (*Vicia Faba* L.). In: S.J. ter Borg (ed). *Biology and control of Orobanche*. Proc. Of workshop on biology and control of *Orobanche*. Agricultural University, Wageningen, the Netherlands. pp.160-165.
- Zermane, N. 1998. Contribution à l'étude des phanérogames parasites de l'Algérie: inventaire, répartition géographique, plantes hôtes, dégâts et quelques méthodes de lutte. Thèse de Magister, INA, Algérie.209p.

Training on *Orobanche* management in leguminous crops in Egypt

El-Hassanein El-Shirbini
Weed Research Central Laboratory,
Agricultural Research Center, Giza, Egypt
weedrc1@hotmail.com

Summary

During the winter growing seasons of 2004-2005 and 2005-2006, the activities of the project TCP/INT/3004 "Training on *Orobanche* management in leguminous crops in Egypt" took place according to the project work plan which included extension agents, farmers and weed scientists who worked in the field of *Orobanche* management. A national training of trainers course (TOT) on *Orobanche* management was conducted, where 25 extension agents in El Kanater El Kharia were trained on participatory approach for farmers training and *Orobanche* parasitic weed management. The curriculum of *Orobanche* management included the biology of the parasite, germination, life cycle, haustorium's attachment and reproduction, and strategies management, including cultural practices, hand pulling, chemical control and other control options.

Four Farmer Field Schools (FFS) were conducted in the governorates of Nubaria, Behara, Fayoum and Monofia during the above mentioned growing seasons. About 100 farmers attended these training sessions. A similar curriculum to TOT on *Orobanche* management was implemented for FFS. Here farmers have the possibilities to inspect *Orobanche* infestations in their own infested fields, and to implement the control measures at the right time, e.g. application of glyphosate at initial tubercle formation. A manual on Farmer Field Schools for *Orobanche* management was prepared and distributed. Field days were additionally organized at harvest time.

Formation sur la gestion d'*Orobanche* dans les récoltes légumineuses En Egypte

Résumé

Pendant la saison des cultures des années 2004/2005 et 2005/2006, les activités du projet TCP/INT/3004, FAO "Formation sur la gestion d'*orobanche* dans les légumineuses" a commencé avec la préparation du plan de travail du projet y inclus la formation des vulgarisateurs, des agriculteurs et des malherbologistes. Une formation nationale des formateurs en matière de gestion de l'*orobanche* a été conduite à la fin de 2004 dans la localité El Kanater El khairia, Egypte avec la participation de 25 vulgarisateurs. L'objectif de cette formation était la gestion des méthodes d'approche participatives à développer avec les agriculteurs ainsi que les méthodes intégrées de lutte contre l'*Orobanche*. Pendant la formation on a énuméré les caractéristiques et les principes d'approche participatives, les principes de l'enseignement informel des adultes, et les aspects plus pertinents à la biologie des parasites, à la germination, à l'attachement de l'haustorium, à la reproduction, au cycle de

vie des parasites, et à la gestion à travers l'utilisation des méthodes des cultures, de l'arrachage, du contrôle chimique et des autres méthodes de gestion.

Quatre écoles de champ (CEPs) ont été organisées pour les agriculteurs et conduites dans les gouvernorats des Nubaria, Behera, Fayoum et Monofia pendant les saisons des cultures auxquelles ont pris part un total de 100 agriculteurs. Les agriculteurs ont pu évaluer l'infestation d'*Orobanche* dans leurs champs infestés, observer des plantes de fève parasitées, surtout à leur stade souterrain, apprendre à appliquer correctement le glyphosate et éviter la fitotoxicité, mais aussi bien faire l'arrachage pour réduire son effet sur la fève. Un manuel de l'école du champ a été préparé par les agriculteurs et les techniciens et distribué aux agriculteurs.

I. Introduction

Orobanche spp. (broomrapes) are consistently listed worldwide as the major constraint for the production of food legume and vegetable crops. Prevailing *Orobanche* species in Egypt are *Orobanche crenata* which parasitizes faba bean, peas, lentil, chickpeas and lupines; *Orobanche aegyptiaca/ramosa* that parasitize tomatoes, faba bean; and *Orobanche minor* which attacks clover.

Broomrape is extremely damaging to the legume crops it parasitizes. For instance, *Orobanche crenata* can cause yield reductions of faba bean (*Vicia faba* L.) ranging from 5 to 100 percent depending on the severity of infestation (Parker and Riches 1993). As a result, farmers lose yield, income, and in some cases they choose to stop growing broomrape-susceptible crops. Heavy infestations of *Orobanche crenata* in Egypt forced a 41 percent reduction in the cropping area of faba bean between 1992 and 2005 (Sauerborn 1991, and NVRSRP 2005). The economic impact of broomrape might be attributed to its parasitic lifestyle, which has both a direct detrimental effect on the host plant, and a specific biology that resists conventional weed-control strategies. The lack of a single effective control method for this parasitic weed calls for an Integrated Pest Management (IPM) approach that uses multiple strategies in order to limit broomrape infestation and alleviate crops damage.

The infested fields of faba bean with *Orobanche crenata* in some Egyptian studied governorates varied from 6.5 percent to 47.6 percent, whereas the infestation severity varied from 1.5 to 12spikes/m². Research results indicated that there is a negative correlation and linear regression between the number or weight of *Orobanche* spikes and faba bean yield. One spike can decrease faba bean seed yield (g/plant) by 14.4 percent, and 5g fresh weight of *Orobanche* spikes/plant can reduce faba bean seed yield/plant by 19.5 percent (Hassanein and Omar 2004).

In order to reduce the present problems caused by *Orobanche crenata* in leguminous crops, FAO implemented the project TCP/INT/3004 "Training on *Orobanche* management in leguminous crops", which was executed through the 2004-05 and 2005-06 growing seasons. In this project farmers participatory training through the implementation of farmers field school FFS was implemented according to the methodology described by Khisa (2004), Labrada (2004), FAO (2004), El Safar (2004) and Ibrahim *et al* (1998). The main activities of the project were to: 1) conduct a national Training of Trainers (TOT) course on *Orobanche* management; 2) to organize and implement four Farmer Field Schools; 3) to participate in a regional four-day training on *Orobanche* prevention carried in ICARDA, and in another one of three days duration on biological control in Rabat, Morocco.

II. Methods currently used by farmers to control *Orobanche*

- Delay sowing in infested area till mid–November (some farmers started to adopt this recommendation).
- The use of *Orobanche* tolerant varieties such as Misr 1 Giza 843, Giza 674, Giza 429 and Misr 2. Suitable amounts of certified seeds of these varieties should be available to farmers.
- *Orobanche* spike hand pulling. This technique is usually carried out by farmers especially in low infested area and should be immediately implemented after the appearance of *Orobanche* spikes above the ground and burning it to reduce seed bank is a must.
- Application of Glyphosate at 75 ml/Feddan added to 120 L/feddan, 2-3 times by using knapsack sprayer starting three weeks from the flowering phase at three weeks interval. Phytotoxicity is the main problem occurred when this method is used caused by the herbicide as a result of using motors.
- Crop rotation after rice, especially in rice growing areas, declines seed bank of *Orobanche* as a result of rice flooding.

III. Main results and findings of Farmers Training

3.1. Training of Trainers (TOT)

A national Training of Trainers (TOT) course on *Orobanche* management with the participation of 25 extension agents was organized in Egypt during December, 18-27, 2004 in El-Kanater EL-Khairia. The objective of the course was to conduct training on participatory approach for farmers training and the control of *Orobanche* parasitic weeds. The training was conducted under the supervision of a national expert recruited by FAO and other national experts in FFS and *Orobanche* biology, management and food legumes production.

The specific objectives of TOT course were:

1. to provide information on *Orobanche* biology and ecology in the seed bank;
2. to impart control options and emphasize ways for preventing flowering and seed setting;
3. to assist trainers in improving their skills in order to work directly with farmers; and,
4. to enhance training skills and learn how to set up Farmer Field Schools to facilitate improved decision-making by farmers.

The course included how to organize and manage Farmer Field Schools (FFS) for *Orobanche* control, characteristics of the successful facilitator, characteristics and principles of the participatory approach, and principles of adults learning, which includes the learning cycle, curriculum of *Orobanche* management through faba bean growing season including the biology of the parasite, germination, haustorium's attachment, reproduction and life cycle of *Orobanche*. In addition, the *Orobanche* seeds bank and extension models were also emphasised. The components of *Orobanche* control strategies such as land preparation, planting dates, application of manures, crop rotation, hand pulling, tolerant varieties,

chemical control and imparting control options. By the end of the training course, an evaluation was made and certificates were distributed.

A number of 25 high level extension staff was the target group of the course. This group was chosen from the areas of El Nubariah, Fayoum, Behera and Minofia governorates, where faba bean is cultivated and are affected by *Orobanche*. The participants were specialists working either on faba bean or in plant protection. Existing information about *Orobanche* biology and management was little or not enough. It was their first time for the trainers to be exposed to information about methodology, constructing and managing *Orobanche* parasitic weeds field schools which seriously affect faba bean leading to severe losses when not managed in the right way. In fact the participatory approach and the interaction of the group proved to be very fruitful in building up the training capabilities.

The outcome of this workshop was reflected in the performance of the trainers when they organized field schools in their own governorates. Weekly visits and exercises were conducted through the two growing seasons in the field. The training was participatory with facilitators and farmers, and in the field experiments for the application of *Orobanche* control measures in faba bean, i.e., seed identification by using magnifying glass, *Orobanche* faba bean attachment, exhausting seed bank, glyphosate application, symptoms of the effect of glyphosate on *Orobanche*, *Phytomyza* activities in faba bean fields, suitable time of hand pulling and other methods in sequent schedule.

3.2 Farmer Field Schools

Four FFSs were established in Fayoum, Nubariah, Behera and Menofia. The locations of the schools reflect the extent and importance of *Orobanche* problem in those areas.

The selected farmers and locations aimed at introducing better serving for the small farmers' communities in addressing the *Orobanche* problem. The chosen locations were among the faba bean areas and gender issues were considered in farmers' selection for the training. Each farmers' school was attended by 25 farmers, managed by a moderator, a facilitator and joined by weed scientists from weed Research Central Laboratory and Food Legume extensions, or from the Agricultural Research Center in Egypt. Each school consisted of eight days-sessions during January and February, and two days-sessions during March. In these sessions farmers had the opportunity to learn about the life cycle of *Orobanche*, including its subterranean development, the way of *Orobanche* parasites host crops and possible methods for its prevention and control.

The FFS took place from January till March 2005, and from October 2005 till March 2006. Each moderator introduced the daily agenda, and promoted farmers to know each other. Farmers raised issues about losses caused by *Orobanche*, low yields of faba beans, existence of tolerant/resistant varieties, proper sowing dates under different cropping patterns, crop rotation for decreasing *Orobanche* infestation, and the plant stage for identifying the *Orobanche* symptoms in the field. Farmers' groups discussions took place on the effect of glyphosate spraying on faba bean yields and *Orobanche* reduction. The sessions of FFS during the second cycle in 2005-06 focused on *Orobanche* soil seed bank, how to estimate *Orobanche* spike productivity of capsules and seeds, the approximate amount of seeds produced by the parasite, and the number of seeds affected by *Phytomyza*.

As a result of all this work, a control manual on *Orobanche* was prepared, which was later distributed among the technicians and farmers.

IV Conclusions and recommendations

At the beginning of the project it was clear that farmers lacked information on *Orobanche* biology and the methods for its control. This was the first time farmers were extensively exposed to *Orobanche* problem. As a result, farmers started to adopt planting dates, use of crop clean seeds and recommended tolerant varieties, crop rotation, hand pulling, manure free from *Orobanche* seeds. They also learned to apply glyphosate at 75 ml/feddan two or three times depending on *Orobanche* infestation and about the biological activity of *Phytomyza* for reducing the production of *Orobanche* seeds.

References

- Anonymous (2005) NVRSRP, Nat. Coord. Meet. Cairo, Egypt 12-13 Sept., Food Legume Research Program.
- Anonymous, FAO, (2000) Farmer field school Integrated management of soil and plant nutrition. Extension manual included essential principles and some training models, FAO, Doc AGL/MISC/27/2000. pp 188 (in Arabic).
- Anonymous GTZ, (2001). Manual of extension by participatory approach group of farmers learning and work in the same time part III extension villages Agricultural extension administration Egyptian German program for developing cotton sector Cairo PP 230 (in Arabic).
- El-Safar A. (2004). Training program for preparing facilitators of farmer field schools of integrated management of *Orobanche*. Lecture in El-Kanater training course of *Orobanche* in El-Kanater 18-19, December FAO.
- Hassanein E.E. and O. Mamdouh (2004) Integrated management of *Orobanche* on food legumes system of the Egyptian experience in IPM of *Orobanche* FAO/INRA/ICARDA Morocco pp 32-53.
- Hassanein E.E., H.M. Ibrahim, A. S. Kholosy and Z. R. Yehia (2005). Manual of farmer field school for integrated *Orobanche* management (in Arabic).
- Ibrahim, H.M., E.E. Hassanein, A.S. Kholosy and H.T. Al-Marsafy. 1998. Es-[parasitic weeds: A computerized Expert system for parasitic weed identification and management with special reference to *Orobanche*. The Fourth International Workshop on *Orobanche* Research, 23-26 September, Albena, Bulgaria. Abstracts of Current Problems of *Orobanche* Research P 24.
- Khisa G. (2004) Farmer field school methodology Training of trainers manual. Project coordinator Kenya, East African integrated production and pest management farmer field school project/FFS Master trainer, FAO, Kenya pp 101.

- Kroeschel, J., and O. Klein. 1999. Biological control of *Orobanche* spp. with *phytomiza orobanchia* Kalt., a review. In Advances of parasitic weed control of at on farm level. Vol. II. Joint Action to Control *Orobanche* in the WANA Region. (J. Kroeschel, M. Abderabihi, H. Betz, eds.), Magraf Verlag, Germany, 135-159.
- Labrada R. (2004) The IPM approach and participatory training for management of parasitic weeds integrated management of *Orobanche* in food legumes in the Near East and North Africa. Editors Rachid Dahan and Mohammed El-Mourid FAO/INRA/ICARDA pp 72-75.
- Linke, K.H., C. Vorländer and M.C. Saxena. 1990. Occurrence and impact of *phytomiza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae) on *Orobanche crenata* (Orobanchaceae) in Syria. Entomophaga 35 (4): 633-639.
- Parker, C. and C. R. Riches. 1993. Parasitic Weeds of the World-Biology and Control. CAB International, Wallingford, UK.
- Sauerborn, J. (1991). The economic important of the phytoparasites *Orobanche* and *Striga*. In Proceedings of the 5th International Symposium on Parasitic Weeds, (J.K. Ransom, L.J. Musselman, A.D. Worsham and C. Parker, eds.), Nairobi, 137-143.

Integrated *Orobanche* Management in Food Legumes (faba bean): Experience of farmers' field school (FFS) in Dessie-zuria District, Ethiopia

Assefa Admasu
National expert project TCP/INT/3004
assefa_admasu@yahoo.com

Summary

This paper reports on the *Orobanche* Integrated Pest Management-Farmer Field Schools (IPM-FFS) pilot project conducted in year 2005 main season in Dessie Zuria district. The purpose was to address the life cycle and management of *Orobanche* and other aspects of food legume (faba bean) production. Trainers and the national expert of the project were acquainted with the participatory approach for farmers training and Integrated *Orobanche* Management as main aspects to be included in the curriculum of three FFSs, where 25 farmers participated per field school. An experiment consisting of the use of herbicides and improved cultural practices were conducted as part of the curriculum of the FFS and session activities. Farmers learnt also about the growth of the affected crop and life cycle of *Orobanche*, and later they have the opportunity to validate practically all this knowledge through the identification of *Orobanche* species, following the cycle of the parasite, application of improved cultural practices, preventing of *Orobanche* seed dispersal, and herbicide application and its safe handling. Almost all farmers have no knowledge about the life cycle and management of *Orobanche* before the training started. They only rely on hand pulling for *Orobanche* control.

Gestion Intégrée d'*Orobanche* dans les légumineuses- fève: L'Expérience de Champ Ecole Paysans dans le district Dessie-zuria District, Ethiopie

Résumé

Cet article est un compte rendu du projet pilote de lutte intégrée contre *Orobanche* conduit pendant la saison des cultures de l'année 2005 dans la zone de Dessie Zuria. Le but est de comprendre le cycle de vie et la gestion d'*Orobanche* ainsi que les autres aspects de la production de la fève. Les formateurs et l'expert national du projet ont été mis au courant de l'approche participative des producteurs et de la gestion intégrée contre *Orobanche*, aspects principaux à inclure dans le programme d'études des trois écoles de champ, où 25 paysans par école de champ y ont participé. Une expérience comprenant l'utilisation des herbicides et des pratiques culturelles améliorées ont été conduites en tant qu'éléments du programme d'études des activités de FFS et de session. Les paysans ont également été instruits sur la croissance de la culture affectée et sur le cycle de vie d'*Orobanche*, et plus tard ils ont eu l'occasion de mettre en pratique toutes ces connaissances par l'identification des espèces d'*Orobanche*. Ils ont pu suivre le cycle du parasite, l'application des pratiques culturelles améliorées, les mesures pour la prévention de la dispersion des graines d'*Orobanche*, et l'application des herbicides et leur manipulation sans risque pour leur santé. Presque tous les paysans n'avaient aucune connaissance sur le cycle de vie et sur la gestion d'*Orobanche* avant d'avoir

commencé leur formation. Ils connaissaient uniquement l'arrachage manuel comme méthode principale de lutte contre *Orobanche*.

I. Introduction

Orobanche species are parasitic weed problems on various crops in Ethiopia. Four species are widespread and represent serious problems in the country, which includes *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche minor* Sm., *Orobanche ramosa* L. and *Orobanche cernua* loefl. The Zeway Horticultural Enterprise has already abandoned to grow solanaceous crops due to the *Orobanche* problem. *Orobanche* is also currently threatening tomato production on the Nura Era Horticulture Enterprise, which comprises four state farms and the Merti Processing Plant (Abuelgasim1996). According to survey results, nearly 1 000ha of tomato production area has been affected on these farms. Losses are estimated to total up to 60 percent. The problem clearly threatens the continued availability of the famous tomato paste and juice products of the enterprise at reasonable prices on the local and foreign markets, unless appropriate research packages can produce a solution in the near future (Aluelgasim1996).

The *Orobanche crenata* problem has also been considered the first in the overall rank of agricultural problems as felt by the members of FFS in Dessie zuria district. It attacks the whole range of food legumes such as faba bean, field pea, chickpea, lentils and grass pea.

Two other more *Orobanche* species namely, *Orobanche minor* and *Orobanche ramosa* have been noticed attacking food legumes in the area. In Dessie-zuria and kutaber districts more than 5 000ha, each has been severely affected, totaling the infested area to about 10 000ha. According to the members of FFS, the productivity of faba bean used to be 20–30qt/ha in the absence of *Orobanche*. More than 400 000ha of faba bean producing small scale-farmer holding is still at risk of *Orobanche* infestation in Ethiopia. Crop loss is reported to be total failure or 100 percent. Reportedly not only the seed yield, but the straw of faba bean affected by *Orobanche* is left completely unpalatable to the animals due to high degree of parasitism inflicted on it. Faba bean straw is highly preferred by the framers for its unique nutritive feed value.

The project area is about 2 600–2 700m.a.s.l. dominated with black soils and gets ample rain fall, but the per-capita land holding is so small. Land shortage and fertility in this area has rendered the use of crop rotation almost impossible. Farmers are obliged to grow food legumes every other year (season) to maintain soil fertility.

Farmers hand-pull *Orobanche* as a sole means of control in Ethiopia. Some times farmers weeded out *Orobanche* by detaching its nodules (tubercles) from the roots of faba bean following the newly emerged *Orobanche* shoots by digging out the soil very deep. In order to reduce drudgery for *Orobanche* control, an integrated approach is needed. Most faba bean Ethiopian farmers have very little knowledge about the life cycle and management of *Orobanche* species. Therefore, to reduce the effect of the parasite on food legume production and increase seed and straw yield per unit area, it was found necessary to build the capacity of smallholder farmers on the life cycle and management of *Orobanche*.

II. Materials and Methods

The FFS activity was conducted in Dessie-zuria district at Kedijo in 2005 main season. Kedijo (PA No. 17) was selected based on secondary information from the previous works (Assefa & Besufedak et al., 1994 & 1999), which revealed significant *Orobanche* problem in the area. Farmers' group formation or FFS members' identification was based on voluntary basis. Consequently, three FFS namely, 'Tatessa', 'Tesfa' and 'Alem-tsega' have been established with an average of 25 farmer participants per field school. Prior to the execution of the activity a training workshop of trainers was conducted to introduce the facilitators to the FFS approach, methodology and curriculum.

After the group formation, gap analysis, curriculum (Table 1) and guideline development, FFS's organization and starting up the sessions were major activities carried out. Additional appraisal of constraints related to food legume production was also made through group discussion and PRA methods, during earlier sessions of the FFS, for in-depth analysis of farmers' knowledge and practices with respect to *Orobanche* management and other food legume production constraints. In this appraisal almost all farmers participated as respondents from each farmer field school. At the end of every activity evaluation was carried out to assess the knowledge gained by the farmers.

Based on the discussions made with the members of FFS, an experiment comprised of herbicide and improved cultural practices were considered as the major aspects for the FFS field and session activities. The three FFS experimented application of herbicide and fertilizer in common where as 'Tesfa' and 'Alem-tsega' experimented crop rotation and time of planting combinations in addition to the above technologies respectively. Two treatments, Integrated management and traditional farmers practice (FP) were considered in all the three schools. Improved faba bean (Degaga) seed with raw-spacing and pulling of *Orobanche* were used as a complement to the Integrated practices.

III. Results and Discussion

3.1 FFS's Organization

Among the participating farmers we found that 75 percent of them ranged from 20 to 65 years old, 75 percent were male and the remaining female.

Major faba bean (food legume) production constraints

The farmers practice appraisal indicated that they were unaware of how *Orobanche* multiplies and disseminated and believe that the faba bean or other food legumes are the causes for the problem. Only 5 percent of them doubtedly believed that *Orobanche* multiplies by seeds while 95 percent were skeptical to believe. As it has been mentioned by members of FFS, the unique features of the life cycle of the parasite such as the microscopic nature of the seeds and the specific host-parasite relationship contributed much for this. Because of this, farmers were all pulling and throwing the pulled *Orobanche* on the road as the elders told them. By so doing they thought that it would be cursed and eliminated from the area. Moreover, all farmers did not have any concept about the use of improved cultural practices (proper pulling and disposal of the pulled *Orobanche*, the use of crop seed and manure free of *Orobanche*, and trap crops), natural enemies and herbicide application.

3.2 Field Session Activities

Activities for FFS implementation were based on field sessions planned on the basis of the growth of the crop. Farmers collected and analyzed field data and studied the life cycle of *Orobanche* through group-discussion; farmer-to-farmer experience sharing, practicing and explanations made during field sessions.

According to the majority of the members of FFS, *Orobanche* grows in abundance in specific areas where animal manure has been applied on their farmland, while some other farmers realized that the *Orobanche* problem gets aggravated when it is grown on fertile soils regardless of the manure application. Through farmer-to-farmer experience sharing, however, this had been clarified that it was not the increase in the fertility of the soil that contributed for the increase of *Orobanche* infestation, but it was the manure, which acted predominantly as a source of *Orobanche* infestation. Moreover, based on the discussions made; though it needs further investigation, members of FFS decided to use compost, which might not contain *Orobanche* seeds in it. Farmers often use animal manure as sole means to increase the productivity of faba bean.

As to the majority of the members of FFS, the application of manure as opposed to the use of artificial fertilizer, enhances the growth of faba bean and exerts smothering effect on the germination and growth of *Orobanche* and increases the yield of faba bean.

It has been also discussed during field session that a considerable amount of *Orobanche* seeds was found when cleaning faba bean seed for planting. The farmers groups were aware that *Orobanche* seeds moved to new areas in this manner. Apart from the movement of run-off water and animals, members of FFS mentioned the use of a common threshing ground to have the same effect.

Members of FFS found that burning of the pulled *Orobanche* was problematic due to the unlimited amount of *Orobanche* spikes put in a single pit, termite attack, and animal movement. Hence members of FFS decided to limit the amount of *Orobanche* spikes going in to a single pit in order to overcome the ease of burning. Furthermore, they decided to put stones underneath before putting the pulled *Orobanche* in order to avoid termite problem which makes burning more difficult by degrading and incorporating it to the soil. Members also decided to keep sheep and the other animals away from feeding on the pulled *Orobanche* until it is burnt. Farmers asserted that sheep manure contains a huge amount of *Orobanche* seeds in it. Finally, all understood the importance of some prophylactic measures after hand pulling *Orobanche*.

3.3 Field Activities

Participants in FFS distinguished well the differences between the nodules formed by *Orobanche* and the *rhizobium*. They also understood that the first *Orobanche* nodules (tubercles) are formed 45-50 days after planting, and that this is the right time for the application of glyphosate. They also were aware that the seeds of *Orobanche* germinate at certain time intervals as the roots of the host plant elongates. Such an understanding helped them to reason out why the second and probably the third glyphosate application and hand pulling was needed. Priorly, they thought that *Orobanche* re-sprouts and more shoots emerge when it is pulled out.

According to the field data collected and the analysis made by the participants of FFS, the first application of glyphosate (83g a.i./ha) was made 48 days after faba bean planting, while the second one followed three weeks after. The phytotoxic symptoms of glyphosate on the crop were minimal in all the cases. To constate better the effectiveness of this treatment, the participants counted the emerged *Orobanche* and weighed its fresh weight and seed yields of faba bean of the plots with an integrated management and in the traditional ones (Table 1).

In general FFS participants noted that integrated management of *Orobanche* decreased significantly the number and fresh weight of *Orobanche* spikes, and increased the yield of faba bean in some specific areas where water logging is not a problem.

IV. Evaluation of farmers at the end of the school cycle

Generally, farmers participating in FFS found working in-group to be more advantageous. Almost all of them were able to recognize the ways of *Orobanche* reproduction by seeds, and the amount produced currently by a simple spike. Ninety percent of them understood the life cycle of the parasite, and also to differentiate the nodules of rhizobium from the “tubercles” formed by *Orobanche*. Half of them asserted to be able to implement the integrated management strategies for reducing *Orobanche* infestation, while 43 percent of the farmers still need additional training. More than half of participants considered to be ready to apply glyphosate at the right time, i.e. when the “tubercles” are started to be formed, and the care necessary to be taken at the time of the application.

Table 1. Mean, significance probability (p) and standard error of mean difference for the three *Orobanche* IPM experiments

<i>Orobanche</i> integrated management Experiment	Statistics	No. of <i>O.</i> shoots/10m ²		Fresh weight of <i>O.</i> shoots/10m ²		Seed yield of faba bean qt/ha	
		Integrated	Tradit.	Integrated	Tradit.	Integrated	Tradit.
1	Mean	1862	6768	13.1	66.9	6.8	3.2
	P	0.003		0.001		0.458	
	s.e.d	1013.4		5.28		4.45	
2	Mean	370	5291	4	79	3.8	3.8
	P	0.003		0.009		0.794	
	s.e.d	1170.6		21.9		2.30	
3	Mean	248	919	2.0	23.0	0.9	20.1
	P	0.518		0.449		0.093	
	s.e.d	862.9		-		-	

Experiment 1 = effect of sowing date, glyphosate and fertilizer; Experiment 2 = effect of glyphosate and number and fresh weight of Orobanche and seed yields of faba bean.

IV Conclusion

In general integrated practices of control decreased significantly the number and fresh weight of *Orobanche* spikes and increased the yield of faba bean in some specific areas where water

logging is not a problem. The limited experience obtained during the FFS cycle clearly showed that lack of effective technology delivery system played the major role for the expansion of the *Orobanche* problem in the area.

Furthermore, participants suggested to continue using local faba bean variety and instead of animal manure to use compost free of *Orobanche* seeds in order to reduce parasite infestation and maximize the yield of faba bean.

References

- Abuelgasim, E.M. 1996. an investigation on the possibilities of Biological control of *Orobanche* spp. in Ethiopia. M.Sc. Thesis. Addis Ababa University, Ethiopia.
- Assefa Admasu & Endale Berhe 1994. *Orobanche* crenata: A potential threat to food legume in Ethiopia. Ethiopian weed science (EWSS) News letter 2:1.
- Besufekad. et. al. 1999. *Orobanche* problem in south Wollo. In: Fassil Reda & D.G. Tanner (eds). Arem Vol. 5: 1-10. EWSS. Addis Ababa.
- Dahan, Rachid and Mohammed El-Mourid (eds.) 2004. Integrated Management of *Orobanche* in Food Legumes in the Near East and North Africa. Proceedings of the Expert Consultation on IPM for *Orobanche* in Food Legume Systems in the Near East and North Africa, 7-9 April 2003, Rabat, Morocco. ICARDA/INRA/FAO. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria. viii + 120pp.
- Parker, C. and C.R. Riches. 1993. Parasitic weeds of the World – Biology and Control. CAB International, Wallingford, UK.
- Stroud, A. 1989. Weed management in Ethiopia, an extension and training manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

***Orobanche* and its management in Lebanon**

M. A. Haidar

Professor of Weed Ecophysiology, Department of Plant Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences,
American University of Beirut, Lebanon.
E-mail: mhaidar@aub.edu.lb

Summary

The problem posed by the incidence of *Orobanche* parasitic weeds in Lebanon is described. The main species of this complex in the country are *Orobanche ramosa*, *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche crenata*, *Orobanche cernua* and *Orobanche nana*, which mainly attack various vegetables, leguminous crops as well as tobacco. *Orobanche ramosa* and *Orobanche aegyptiaca* are the major species infesting *Solanaceae* crops in the Beq'aa plain, while *Orobanche crenata* and *Orobanche cernua* are primarily found on broad bean in coastal areas. *Orobanche ramosa* seriously affect the production of potato. In some areas, yield losses may amount up to 60 percent.

Hand pulling is the most common control practice but it demands labour and it is too costly to implement in large areas. In addition, it seldom provides full season control. For this reason, an integrated management approach is recommended consisting of the use of crop seeds free of *Orobanche* seeds; deep tillage in infested areas during land preparation; rotation with vetch, barseem, flax and rye; solarization combined with chicken manure; chemical control with sequential foliar application of low rates of glyphosate (100-150gm ai/ha) to be applied in potato and broad bean.

La Gestion d'*Orobanche* au Liban

Résumé

Le problème posé par l'incidence d'*Orobanche* des mauvaises herbes que parasites au Liban est décrit. Les espèces principales de ce complexe dans le pays sont *Orobanche ramosa*, *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche crenata*, *Orobanche cernua*, et *Orobanche nana*, qui attaquent principalement diverses cultures maraîchères, légumineuses aussi bien que le tabac. *Orobanche ramosa* et *Orobanche aegyptiaca* sont les espèces principales infestant des plantes *Solanaceae* dans la plaine de Beq'aa, alors que *Orobanche crenata* et *Orobanche cernua* sont principalement trouvés sur la fève dans des secteurs côtiers. *Orobanche ramosa* affecte sérieusement la production de la pomme de terre. Dans quelques secteurs, les pertes de rendement de cette culture peuvent s'élever jusqu'à 60 pour cent. L'arrachage manuel est la pratique normale de lutte, qu'exige beaucoup main d'œuvre et est trop coûteuse pour l'appliquer en grande scale. En outre, elle fournit rarement un haut niveau de contrôle. Pour cette raison, une approche intégrée de gestion est recommandée comprenant l'utilisation des semences de culture exempt des graines d'*Orobanche*; labourage profond dans des secteurs infestés pendant la préparation de terrain; rotation avec la vesce, le barseem, le lin textile et le seigle; la solarization combiné avec l'application d'engrais de poulet; contrôle chimique avec l'application foliaire séquentielle de bas taux du glyphosate (100-150 GM ai/ha) à appliquer dans la pomme de terre et la fève.

I. Introduction

Broomrape (*Orobanch* spp.), known as Ja'afil in Lebanon, is an annual root holoparasitic plant, which affects a wide range of herbaceous dicots. The parasite prevails in semi-arid regions and constitutes one of the most severe constraints to the production of various agronomic and vegetable crops in the region (Haidar *et al.*, 2003; Jacobsohn and Kelman, 1980; Parker and Riches, 1993). Most of these crops are extremely sensitive to *Orobanch* infestation, resulting in considerable reduction in marketable yield. Various methods for *Orobanch* control have been tested in Lebanon but none have been successful when applied individually.

II. Host Range and Distribution

Various species of *Orobanch* vary in ranges of hosts parasitized. Some species infest a wide range of crops, whereas others tend to be species specific. *Orobanch ramosa* and *Orobanch aegyptiaca* have the widest host range while *Orobanch crenata* is restricted to a few crops among them is broad beans. Common *Orobanch* species in Lebanon are *Orobanch ramosa*, *Orobanch aegyptiaca*, *Orobanch crenata*, *Orobanch cernua* and *Orobanch nana*, the first two being the most widely distributed. Major cash-crops attacked by *Orobanch* in Lebanon are potato, tomato, tobacco and broad bean (Table 1), while major weeds and ornamentals attacked are henbit (*Lamium amplexicaule*), wood sorrel (*Oxalis cernua*) and the ornamental Vinca pacifica red (*Catharanthus roseus*).

Table 1. Major crops affected by *Orobanch*

Family / Crop	Crop	<i>O. ramosa</i> L.	<i>O. aegyptiaca</i> Pers.	<i>O. crenata</i> Forsk.
<i>Compositae</i>	Safflower	X	X	---
<i>Cruciferae</i>	Cabbage	X	X	---
<i>Cucurbitaceae</i>	Cucumber	X	X	---
<i>Iridaceae</i>	Saffron	X	X	---
<i>Leguminosae</i>	Faba bean	---	---	XXX
	Alfalfa	X	X	---
	Pea	X	X	---
<i>Rosaceae</i>	Almond	X	X	---
<i>Solanaceae</i>	Egg plant	XX	XX	---
	Potato	XXX	XXX	---
	Tobacco	XXX	XXX	---
	Tomato	XXX	XXX	---
<i>Umbelliferae</i>	Carrot	X	X	X
	Parsley	X	X	---

XXX= Seriously attacked; XX = Moderately attacked; X = Lightly attacked; --- = Attack doubtful

Although *Orobanch* is widely spread all over the country, the majority of *Orobanch* species are found in the Beq'aa plain and coastal areas. *Orobanch ramosa* and *Orobanch aegyptiaca* are the major species infesting *Solanaceae* crops in the Beq'aa plain, while *Orobanch crenata* and *Orobanch cernua* are primarily found on broad bean in coastal areas.

III. Problems caused by the parasites

Orobanche ramosa and *Orobanche aegyptiaca* are endemic to Lebanon, and constitute one of the most severe constraints to potato (Figure 1) and tomato production. Potatoes are a major crop in Lebanon, with approximately 120 000ha planted annually. Farmers face multiple difficulties including drought, disease and early frost but *Orobanche* is their number one enemy (AIDS of potato).



Figure 1. Potato field infested with *Orobanche ramosa* (Purple shoots)

Spunta is the most widely grown potato cultivar, but highly susceptible to and damaged by *Orobanche ramosa* and *Orobanche aegyptiaca* (Haidar and Bibi, 1995). We have estimated that over 90 percent of the irrigated potato “Spunta” fields are parasitized by *Orobanche* causing severe losses in quantity and quality of crops. Yield losses may amount to 60 percent of possible production. However, exact estimates of yield losses are difficult to obtain due to lack of *Orobanche*-free plots for use as controls.

Besides being difficult to control after germination, *Orobanche* compounds infestation problems by producing a huge amount of dust-like seeds (0.2-0.3 mm in diameter) that replenish annual losses from the soil seed bank. A single mature *Orobanche* plant can produce thousands of seeds (Parker and Riches, 1993) that might remain dormant in soil for more than ten years. Moreover, *Orobanche* seeds are easily dispersed by wind and other vectors, readily infesting neighbouring fields. Seeds germinate only in the presence of chemical stimulants exuded by roots of suitable hosts which are subsequently parasitized. Upon host root detection, physiological connections with host xylem and phloem are formed. At this stage (20-65 day under-ground stage), it is difficult to identify and kill the parasite without using either the host as a bridge to transfer chemicals to the parasite. Although a lot of research findings have been published on *Orobanche* management (Abu-Irmaileh, 1991, 1994; Elzein and Kroschel, 2003; Goldwasser *et al.*, 2001; Haidar *et al.*, 2000, 2003, 2005, 2006; Kassasian, 1973; Jacobsohn and Kelman, 1980; Parker and Riches, 1993; Westwood and Foy, 1999), yet none of them is effective in eliminating or radically controlling *Orobanche*.

IV. Status of management in Lebanon

The history of *Orobanche* research is short as compared to that on many other weeds, and major gaps exist in our understanding of its biology and control. Unless our knowledge is advanced beyond current levels, this endemic pest is expected to invade, dominate and persist in arable lands of Lebanon and the region for many years to come. Although preliminary research by our group and by others has advanced our understanding of *Orobanche* and its parasitic mechanisms, much remains to be done if we are to control the epidemic parasite. Thus, more ecophysiological and management research is necessary to overcome the increasing threat from this parasite in Lebanon, the Middle East and North Africa. *Orobanche* research efforts in Lebanon are effectively limited to the Faculty of Agricultural and Food Sciences (FAFS) of the American University of Beirut (AUB). However, due to paucity of research funding, our capabilities are restrained. A list of ongoing *Orobanche* research by our group at FAFS includes:

- (1) biofumigation;
- (2) fertilization regimes using a mixture of chicken manure and elementary sulphur;
- (3) soil amendments (goat manure);
- (4) mulching with barley;
- (5) biological control.

Presently, funding is being requested for a biological control assessment of *Phytomyza* spp. This herbivorous insect is present naturally in Lebanon and has the potential to control *Orobanche* populations. Future plans include developing, evaluating and introducing integrated and ecologically-sound *Orobanche* management strategies, and employing digital imaging to map and model the distribution and impacts of *Orobanche* in potato.

The physiological relationship between *Orobanche* and its host means conventional methods of controlling *Orobanche* infestations are costly, complex, and frequently unsuccessful. A review of literature on management strategies indicates that many practices to control *Orobanche* have been evaluated, including solarization, herbicides, crop rotation, deep ploughing, trap and catch crops, selection and breeding of resistant crops, crop seed treatment, synthetic germination stimulants, animal manure, soil amendments, biological agents and the use of inorganic nitrogenous synthetic fertilizers (Elzein and Kroschel, 2003; Haidar *et al.*, 2000, 2006; Parker and Riches, 1993; Sauerborn *et al.*, 1994). All have met with limited success.

Lebanese farmers are concerned about losses caused by this parasite and are seeking methods to control it. No stand-alone successful control method has yet been developed. Furthermore, pre-emergence or post-emergence herbicides which have potential to control *Orobanche* are not available in the Lebanese market. Management of *Orobanche* by Lebanese farmers is mostly done by using clean crop seeds, hand pulling and soil fumigation with methyl bromide (very common in small areas). The latter method is expensive, hazardous, and may be soon subject to restrictions. Hand pulling is the most common control practice but it demands labour and it is too costly to implement in large areas. In addition, it seldom provides full season control. Thus, an integrated approach is more likely to be successful than a strategy based on a single method of control. Accordingly, we are recommending that Lebanese farmers adopt more than one method for *Orobanche* management. This integrated *Orobanche* management (IOM) is economically feasible and provides a long-term solution for the parasite. Some of the most common practices suggested by our team are listed below.

Management Practices

1. Clean seedlings and crop seeds and good *Orobanche* control is required throughout the season. Successful *Orobanche* management could be done by preventing parasite seed production and by reducing soil seed bank through the use of clean crop seedlings and crop seeds, hand pulling and rotation with cover and trap crops.
2. Deep tillage in infested areas during land preparation is very effective in reducing *Orobanche* seed bank in soil.
3. Hand-pulling This is one of the most common methods against *Orobanche* in Lebanon. However, it is tedious and time-consuming. The main advantage of hand-pulling is to prevent production of new seed. It is feasible as long as labour cost is low (\$5-\$10/person/day).
4. Planting date Early sowing of potato seeds in March (in Beqaa plain) instead of May/June was found to be an effective method in reducing *Orobanche* growth during the season. Many potato producers are adopting this method. In March the soil temperature is low and is not conducive to *Orobanche* seed germination.
5. Planting trap, catch and cover crops such as flax, barseem, vetch and rye two months prior to planting crop seeds followed by ploughing under and then sowing crop seeds is very effective in reducing *Orobanche* infestation. Rye (*Secale cereale*) or barley grown with potato or broad bean was also found to be an effective control against *Orobanche*.
6. Rotation with tarp, catch and cover crops The use of cover and trap crops such as vetch, barseem, flax and rye in rotation with susceptible crops is becoming popular practice among farmers as a way to reduce the incidence of *Orobanche* and to prevent the build-up of *Orobanche* seed bank in the soil.
7. Solarization combined with chicken manure Several farmers are currently using this technique against *Orobanche* and other weeds in small areas.
8. Chemical control Sequential foliar application of low rates of glyphosate (100-150gm ai/ha) was found to be very affective against *Orobanche* in potato and broad bean.

V. Challenges and Solutions

There are many challenges facing scientists and farmers in Lebanon and the region, mainly due to lack of funding for basic and applied research, training and demonstrations. Currently, the public sector is not funding any research on *Orobanche* and the only institution supporting *Orobanche* research is AUB. Furthermore, the agriculture extension office of the Lebanese Ministry of Agriculture is almost inexistent and generally ineffective. The office lacks information, data, demonstrations and skills for *Orobanche* management. I believe that *Orobanche* problem could be solved if we accelerated basic and applied research on this parasite, communicated better with farmers using new educational methods and through increased community awareness campaigns. There is a need to link research to farmers *via* extension. There is a need to establish task forces at the national and regional levels to work on (1) development of an information network; (2) transfer of technology; (3) forecasting

Orobanche infestation using remote sensing; (4) establishment of threshold and bio-economic models and (5) promoting IOM.

References

- Abu-Irmaileh, B.E. 1991. Soil solarization controls broomrapes (*Orobanche* spp.) in host vegetable crops in the Jordan valley. *Weed Technology* 5, 575-581.
- Abu-Irmaileh, B.E. 1994. Nitrogen reduces branched broomrape (*Orobanche ramosa*) seed germination. *Weed Science* 42, 57-60.
- Elzein, A. and Kroschel, J. 2003. Progress on management of parasitic weeds. In *Weed management for developing countries*, Ed. Labrada R. Plant Production and Protection Paper, pp. 109-143. FAO.
- Goldwasser, Y., Eizenberg, H., Hershenhorn, J., Plakhine, D., Blumenfeld, T., Buxbaum, H., Golan, S., Kleifeld, Y. 2001. Control of *Orobanche aegyptiaca* and *Orobanche ramosa* in potato. *Crop Protection* 20, 403-410.
- Haidar, M.A. and Bibi, W. 1995. Common weeds of Lebanon. Arab and Near East Plant Protection Newsletter, Abstract, 34. Beirut, Lebanon.
- Haidar, M. and Sidahmad, M. 2000. Soil solarization and chicken manure for the control of *Orobanche crenata* and other weeds in Lebanon. *Crop Protection* 19: 169-173.
- Haidar, M.A., Bibi, W. and Sidahmad, M.M. 2003. Response of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) growth and development to various soil amendments in potato. *Crop Protection* 22:291-294.
- Haidar, M.A., Iskandarani, N., Sidahmed, M. and Darwish, R. 2005. Susceptibility of *Orobanche ramosa* and potato tolerance to rimsulfuron. *Crop Protection* 24: 7-13.
- Haidar, M.A., Sidahmed, M.M., Darwish, R. and Lafta, A. 2005. Selective control of *Orobanche ramosa* in potato with rimsulfuron and sub-lethal doses of glyphosate. *Crop Protection* 24: 743-747.
- Haidar, M.A. and Sidahmed, M.M. 2006. Elemental sulfur and chicken manure for the control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*). *Crop Protection* 25: 47-51.
- Kassasian, L. 1973. Control of *Orobanche*. *PANS* 19, 368-371.
- Jacobsohn, R. and Kelman, Y. 1980. Effectiveness of glyphosate in broomrape (*Orobanche* spp.) control in four crops. *Weed Science*. 28: 692-699.
- Mitich, L.W. 1993. *Orobanche*-The broomrapes. *Weed Technology* 7, 532-535.
- Parker, C. and Riches, C.R. 1993. Parasitic weeds of the world: biology and control. Wallingford, UK: Cab International. 332 p.

- Sauerborn, J. 1994. *Orobanch*e species. In Weed management for developing countries, Ed. Labrada R., Caseley J.C. and Parker C.. Plant Production and Protection Paper, pp. 150-155. FAO.
- Westwood, J.H. and Foy, C.L. 1999. Influence of nitrogen on germination and early development of broomrape (*Orobanch*e spp.). Weed Science 47, 2-7.

Gestion d'*Orobanche* dans les Légumineuses au Maroc

Mohamed Bouhache¹ & Rachid Dahan²

¹Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II,
Rabat, Maroc;

²INRA/Centre Régional de la Recherche Agronomique,
Settat, Maroc
med.bouhache@menara.ma

Résumé

Quatre familles botaniques ont fourni les mauvaises herbes parasites de totalité du Maroc: Lauranthaceae, Cuscutaceae, Santhalaceae et Orobanchaceae. Cependant, Orobanchaceae est le plus important basé sur la distribution de ses espèces, du secteur infesté et des dommages causés sur des récoltes de plantes hôtes. Selon un enquête, *Orobanche crenata* Forsk. (sur la fève, une lentille, un pois, un pois chiche et une carotte récents); *Orobanche aegyptiaca* Pers., *Orobanche ramosa* L. (sur la fève, la lentille, le pois, le pois chiche, la luzerne, la graine de colza, les tomates, le melon et la carotte) et *Orobanche foetida* Poir. (sur la fève et l'alfalfa) sont considérés comme les plantes parasites plus agressives au Maroc.

Les dernières espèces mentionnées sont les plantes parasites plus dévastatrice des légumineuses, particulièrement, dans la fève. En effet, 69.2 pour cent des champs de fève sont infestés. La présence d'*Orobanche crenata* dans un champ de fève peut réduire le rendement par 0 à 46 pour cent selon le niveau d'infestation.

Pour affronter cette situation, les paysans appliquaient quelques méthodes de contrôle, soit chimique ou non chimiques ou toutes les deux. Presque 95 pour cent de paysans, de deux régions fortement infestées (Saiss et Pre-Rif), utilisent glyphosate (60g/ha appliqué deux à trois fois à l'intervalle de deux semaines au début à la floraison de la fève) pour éliminer l'*Orobanche*. Mais, seulement 54 pour cent de secteur infesté a utilisé le traitement chimique pendant les saisons des cultures 2003 et 2004. Le reste de producteurs appliquent des pratiques culturelles seul ou combinées avec le glyphosate. Ainsi, plusieurs options pour l'élimination d'*Orobanche* sont utilisées, comme le sarclage, des variétés courtes de saison, application d'engrais organique, dates de semis, culture de piège (*Coriandrum L. sativum*), augmentation de la densité de semis, rotation avec des cultures non hôtes, cultivation immédiatement après la récolte et jachère.

Avec l'appui technique et financière de FAO, quatre champs écoles paysans (FFS) ont été entrepris dans trois régions du Maroc pendant deux saisons de cultures. Un total de 114 paysans (cinq femmes y compris) producteurs principalement de fève, pois et lentille sur 630ha. ont participé. Comparativement aux méthodes conventionnelles de vulgarisation, cette formation participative des producteurs a permis d'obtenir les résultats suivants: création d'un cadre pour des réunions régulières des producteurs, amélioration de leur connaissance au sujet de la bio-écologie d'*Orobanche* et de gestion, maîtrise de méthode chimique, validation des résultats précédents, et production de nouvelles données sur la gestion d'*Orobanche*. Pendant les deux saisons des cultures d'exécution de FFS, nous concluons que le problème d'*Orobanche* dans les cultures de légumineuses au Maroc n'est pas un problème des méthodes ou des techniques à employer, mais sur les méthodes d'apprentissage des paysans. En plus des résultats précédents, le FFS est venu pour couvrir les lagunes existantes dans la méthode de vulgarisation. Après cette formation les producteurs sont convaincus qu'une seule mesure de

contrôle ne résoudra pas le problème d'*Orobanche* dans les légumineuses. Il faut appliquer une approche intégrée de gestion contre l'*Orobanche*. La présence de *Phytomyza orobanchia*, un ennemi naturel indigène d'*Orobanche*) devrait être aussi profité au Maroc. L'utilisation de cet insecte en tant qu'agent biologique de lutte devrait être un composant important de la gestion intégrée d'*Orobanche*.

***Orobanche* management in legumes of Morocco**

Summary

Four botanical families furnished the whole parasitic weeds of Morocco: Lauranthaceae, Cuscutaceae, Santhalaceae and Orobanchaceae. However, Orobanchaceae is the most important based on the distribution of its species, the infested area and the damages caused on host crops. According to a recent survey, *Orobanche crenata* Forsk.(on fababean, lentil, pea, chickpea and carrot); *Orobanche ramosa* L./*Orobanche aegyptiaca* Persl.(on fababean, lentil, pea, chick pea, alfalfa, rape seed, tomatoes, melon and carrot and *Orobanche foetida* Poir. (patches on faba bean and alfalfa) are considered to be the most damaging to crops in Morocco.

The former species is the most devastating parasitic weed of food legumes, especially, fababean crop. Indeed, 69.2 percent of faba bean fields are infested. The presence of *Orobanche crenata* in a faba bean field may reduce the yield by 0 to 46 percent according to the infestation level.

To face this situation, farmers implement some control measures, either chemical or non chemical methods or both. Almost 95 percent of farmers, from two highly infested regions (Saiss and Pre-Rif), use glyphosate (60g/ha applied two to three times at two weeks interval starting from the beginning of flowering stage of fababean) to control *Orobanche*. But only 54 percent of infested area was treated chemically during 2003 and 2004 growing seasons. The rest of farmers use cultural practices either combined with glyphosate or alone. Thus, several options for controlling *Orobanche* are used, such as hand weeding, short season varieties, organic manure, sowing dates, trap crops (*Coriandrum sativum* L.), seeding rate increase, rotation with non host crops, cultivation after early harvesting and fallow.

Initiated and supported technically and financially by FAO, four Farmer Field Schools (FFS) were undertaken in three regions of Morocco during two growing seasons. A total of 114 farmers (including five women) cultivated mainly fababean, peas and lentil on 630ha. Comparatively to conventional extension methods, this participatory farmers training allowed to get the following findings and results: creation of a framework for farmers gathering, improvement of their knowledge about bio-ecology of *Orobanche* and its control measures, mastering of chemical control, validation of previous results, and production of new data on *Orobanche* management. During the two years of FFS implementation, we concluded that the *Orobanche* problem in food legumes in Morocco is not a problem of methods or techniques to be used, but on farmers learning. In addition, the FFS came to fulfill this extension gap. Another finding is that farmers are convinced that a single control measure will not solve the *Orobanche* problem in food legumes. It is necessary to implement an integrated approach of control methods. Meanwhile, one should take advantage or benefit of *Phytomyza orobanchia* (an indigenous natural enemy of *Orobanche*) presence in Morocco. The use of this insect fly as biological control agent should be an important component of the integrated *Orobanche* control.

I. Introduction

Avec un effectif de 838 taxons, le Maroc possède l'une des flores les plus diversifiées floristiquement et biologiquement du Bassin Méditerranéen. Cependant, les plantes parasites ne représentent que 2 pour cent de l'effectif total. Les 17 espèces parasites recensées sont fournies par quatre familles botaniques: les Lauranthaceae et les Cuscutaceae qui attaquent exclusivement la partie aérienne des plantes hôtes, les Santhalaceae et les Orobanchaceae qui parasitent la partie souterraine (Boulet *et al.*, 1989). Toutefois, la dernière famille reste de loin la plus importante du point de vue de l'aire de distribution de ses espèces, de la surface infestée et de l'ampleur des dégâts causés.

Les dernières prospections ont permis de souligner que *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche ramosa* L./*aegyptiaca* Persl. et *Orobanche foetida* Poir. sont les principales espèces problématiques des cultures au Maroc (Saffour, 2003). La première espèce reste la plus importante et la plus dévastatrice des légumineuses alimentaires (fève, lentille, petit pois et pois-chiche) et la carotte. La fève est la culture la plus touchée par cette espèce. Le taux d'infestation varie de 0 à 100 pour cent selon la région avec une moyenne de 69,2 pour cent. La sévérité d'attaque a été estimée à 13 tiges/m². Ce niveau de parasitisme a causé une perte de rendement de la fève de 0 à 46 pour cent avec une moyenne nationale de 37,4 pour cent. Ceci correspond à une marge à gagner de 33,5 millions de dollars/an (Saffour, 2003).

Le complexe *Orobanche ramosa/aegyptiaca* vient en deuxième position en parasitant la fève, le pois-chiche, la lentille, la luzerne, le colza, le melon, la tomate et la carotte. Dans la fève, cette espèce a été rencontrée dans quatre régions seulement avec un taux d'infestation de 4,2 pour cent et une sévérité qui ne dépasse pas deux tiges /pied de fève.

La troisième espèce *Orobanche foetida* a été trouvée sous forme de quelques tâches localisées sur fève et luzerne dans quelques régions du Maroc. Le taux d'infestation et la sévérité ne sont pas alarmants à l'heure actuelle (Zemrag, 1994). Mais elle constitue une menace et un danger potentiel pour la fève si des mesures de prévention ne sont pas prises pour arrêter son extension et d'éviter le genre de situation observée en Tunisie.

II. Gestion de l'*Orobanche* dans les légumineuses alimentaires

Les moyens de lutte dont disposent les agriculteurs, pour contrecarrer les préjudices de l'*Orobanche*, dans les légumineuses en général et dans la culture de fève en particulier, sont nombreux et diversifiés et peuvent être de nature chimique ou non chimique. Cependant, l'utilisation des herbicides reste la méthode la plus pratiquée par les agriculteurs marocains (Karafi *et al.*, 1999).

2.1 Lutte chimique

Cette méthode de lutte, mise au point au Maroc à la fin des années 70 (Shmitt *et al.*, 1979), est basée sur l'utilisation du glyphosate à la dose de 60g/ha en deux applications espacées de 15 jours chacune à partir du stade bourgeon du parasite et qui coïncide généralement avec le stade floraison de la fève (Schluter *et al.*, 1980). Le sulfosate qui est un sel du glyphosate est aussi utilisé de la même façon que le glyphosate (Ezzahiri *et al.*, 2006). Une enquête conduite par Karafi *et al.* (1999) dans les régions du Saiss et du Pré-Rif (zones très infestées)

a permis de souligner que 95 pour cent des agriculteurs utilisent le glyphosate pour lutter contre l'*Orobanche* dans la fève. Cependant, cette technique est loin d'être généralisée à l'échelle nationale étant donné qu'uniquement 50 pour cent de la surface a été traitée chimiquement, durant les campagnes 2003 et 2004. Ce pourcentage varie de 8 à 96 pour cent selon les régions (Tableau 1). Plusieurs facteurs expliquent la non généralisation de la lutte chimique contre l'*Orobanche* entre autres:

- l'ignorance de l'existence de la technique;
- la non maîtrise de la technique d'application;
- l'insuffisance des moyens financiers des agriculteurs;
- la faible rentabilité et la non compétitivité des légumineuses en général par rapport à d'autres cultures;
- l'inadaptation de l'emballage aux besoins;
- la difficulté d'approvisionnement en eau (500l/ha) pour l'application du produit;
- la non disponibilité du matériel de traitement.

Tableau 1: Importance des superficies de Fève traitées chimiquement contre l'*Orobanche*, campagnes 2003 et 2004 (Anonyme, 2004).

Région ou zone	Superficie infestée (ha)	Superficie traitée (ha)	Proportion (pour cent)
Taza	3600	2300	64
Taounate	12300	5376	47
Fès	1000	8400	84
Sefrou	8000	7700	96
El Hajeb	1660	816	49
Sidi Kacem	1200	100	8
Settat	8570	730	9
Ben Slimane	1500	150	10
Total	46830	25422	54

2.2 Lutte non chimique

Les agriculteurs marocains utilisent de nombreuses méthodes de lutte non chimiques seules ou combinées avec la lutte chimique. Ainsi, l'enquête réalisée dans le Saiss et dans le Pré-Rif a permis de relever que seulement cinq pour cent des agriculteurs adoptent ces méthodes pour faire face à la problématique de l'*Orobanche* dans la fève (Karafi et al. 1999). Les techniques culturales suivantes méritent d'être citées:

- arrachage manuel dans le cas de faible infestation et/ou faible superficie cultivée;
- utilisation de variétés précoces dans le cas de la lentille;
- apport de la fumure organique;
- semis tardif de la fève cultivée pour la graine sèche;
- semis de coriandre en lignes intercalaires avec la fève;

- augmentation de la dose de semis;
- rotation de quatre à cinq ans au cours de laquelle les agriculteurs pratiquent d'autres cultures non hôtes du parasite ou moins sensibles à l'*Orobanche*;
- destruction mécanique avec des labours;
- jachère.

III. Champs Ecoles Paysans (CEP)

En plus des efforts de vulgarisation déployés par l'Etat en matière de contrôle de l'*Orobanche* dans la culture de fève en utilisant les méthodes conventionnelles (spots télévisés, dépliants, affiches, journées de sensibilisation, etc.), une nouvelle approche (CEP) a été initiée et expérimentée durant deux années avec l'appui technique et financier de la FAO. Cette méthode est basée sur les principes écologiques, la formation participative et les techniques d'éducation non formelle. Ainsi, quatre CEP ont été installés dans trois régions, regroupant 114 agriculteurs (de 20 à 77 ans) dont cinq femmes et touchant les trois principales légumineuses alimentaires (fève, lentille et petit pois) sur une superficie de 630ha. Malgré quelques difficultés d'ordre matériel, cette méthode participative de vulgarisation a permis d'atteindre les objectifs escomptés.

3.1 Acquis des CEP

Au terme des deux années d'exercice et de fonctionnement des CEP, les agriculteurs ont beaucoup apprécié l'expérience et ont avoué qu'ils ont appris par eux même beaucoup de choses en matière de gestion de l'*Orobanche* dans les légumineuses alimentaires. Ainsi, les principaux acquis relevés peuvent être résumés comme suit:

- création d'un cadre non formel de réunion et d'échange d'information et d'expérience au tour d'un thème;
- développement de l'esprit d'observation et de curiosité scientifique chez les agriculteurs
- amélioration des connaissances des participants. En général, le niveau des connaissances des agriculteurs participant aux CEP a été amélioré par rapport à la première année d'exercice et par rapport au démarrage de la deuxième année. Ainsi, plus de 60 pour cent des agriculteurs connaissent bien la biologie de l'*Orobanche*, plus de 70 pour cent maîtrisent la lutte chimique et 35 à 60 pour cent maîtrisent ou connaissent d'autres méthodes de lutte contre l'*Orobanche* (Tableau 2);
- développement chez les agriculteurs de la capacité d'appréciation des dégâts dus aux attaques de l'*Orobanche* (Tableau 3);
- maîtrise de la lutte chimique en termes de manipulation des herbicides, calibrage du matériel de pulvérisation, stade de traitement et évaluation de l'efficacité (Tableau 3);
- réduction de volume de bouillie recommandée par le référentiel marocain (500l/ha) à 150-250 l/ha;
- réussite d'utilisation du glyphosate à grande échelle sur la lentille (Tableau 3);
- reconnaissance des CEP, par les agriculteurs riverains, comme sites de vulgarisation de proximité sur la gestion de l'*Orobanche* dans les légumineuses alimentaires.

Tableau 2: Evaluation des connaissances des agriculteurs après formation

Thèmes	Niveau de connaissance (pour cent des agriculteurs formés)								
	CEP Sidi Ayad			CEP Marrakechia			CEP Bir Anzarane et Semmamia		
	faible	moyen	bon	faible	moyen	bon	faible	moyen	bon
Biologie de l' <i>Orobanche</i>	0	40	60	5	35	60	0	20	80
Technique d'application	0	10	90	5	25	70	0	20	80
Stade de traitement	0	0	100	10	20	70	0	0	100
Autres moyens de lutte	0	40	60	65	35	0	0	50	50
Moyenne pour tous les thèmes	0	23	77	21	29	50	0	23	77

Tableau 3: Etat d'infestation des champs et efficacité de la lutte chimique.

CEP	Cultures	Espèces	Taux des champs infestés (pour cent)	Nombre de hampes/pied	Perte de rendement estimée (pour cent)	Efficacité (pour cent)
Sidi Ayad	Fève	<i>O. crenata</i>	100	0-2	5	95
	Petit pois	<i>O. crenata</i>	100	6-10	50	10
	Lentille	<i>O. crenata</i>	100	0-5	30	0
Marrakechia	Fève	<i>O. crenata</i>	25	1-8	0-30	90-100
	Lentille	<i>O. crenata</i>	35	1-6	0-20	70-80
Bir Anzarane Semmamia	Fève	<i>O. crenata</i> <i>O. ramosa</i>	100	0-30	0-100	10-100

3.2 Contraintes

Bien que le bilan des CEP soit positif et les acquis soient nombreux, un certain nombre de problèmes ou contraintes ont été rencontrés lors du déroulement et l'exécution des principes fondamentaux des CEP. La levée des entraves suivantes est souhaitable afin d'améliorer davantage l'exercice et de valoriser, par conséquent, les efforts déployés par les différents acteurs impliqués. Les principales contraintes peuvent être regroupées en cinq points:

- insuffisance des moyens mis à la disposition pour la gestion des CEP
- centralisation de la gestion du budget alloué par la FAO
- absence de toute mesure incitative au profit des facilitateurs et du coordinateur national
- absence de certains inputs et/ou matériel nécessaires ou exigés pour adopter la gestion intégrée de l'*Orobanche*

- absence de référentiels en matière du contrôle de l'*Orobanche* dans la lentille, le pois chiche et le petit pois.

IV. Discussion

Durant les deux années de formation dans le cadre des champs écoles paysans, il s'est avéré que *Orobanche crenata* reste l'espèce problématique des légumineuses alimentaires au Maroc. De même, le taux d'infestation (35-100 pour cent) et les pertes de rendement (5-100 pour cent) estimés sont importants et confirment ceux des études antérieures (Zemrag, 2000; Saffour, 2003; Anonyme, 2004).

Pour faire face à ce fléau, les agriculteurs des CEP ont adopté des moyens de lutte non chimique et chimique. En absence de référence technique en matière de lutte chimique, la lutte non chimique a été limitée au petit pois et à la lentille. Ainsi, les hampes florales de l'*Orobanche* ont été détruites avec des labours, après avoir récolté en vert le petit pois, pour empêcher le parasite de produire les graines, et par conséquent, réalimenter le stock semencier du sol. L'utilisation d'une variété précoce de lentille (telle que la variété Bakria) qui a une durée de cycle de quatre mois et qui échappe aux attaques de l'*Orobanche* est fréquente. L'*Orobanche* apparaît une fois la lentille a déjà produit les gousses et commence à mûrir.

Dans le cas de la fève, la majorité des agriculteurs utilisent le glyphosate à la dose de 60g/ha en deux à trois applications pour le contrôle de l'*Orobanche*. Les niveaux d'efficacité obtenus par les participants sont prometteurs et varient de 0 à 100 pour cent selon les régions. Les faibles efficacités sont dues en général au sous dosage de l'herbicide ou à la non maîtrise de la technique d'application. Ces erreurs ou défaillances techniques ont été bénéfiques et exploitées comme leçons ou matière pédagogique dans le cursus de formation dispensé aux participants des CEP. L'adoption des agriculteurs de trois applications, au lieu de deux comme recommandé par le référentiel technique, permet aux agriculteurs de cadrer et avec certitude le stade propice d'intervention sans passer par la technique de dépistage et de prospection. Un effort de réduction de volume de bouillie de plus de 50 pour cent a été noté sans pourtant affecter ni l'efficacité ni la sélectivité du glyphosate. Un tel résultat pourrait être un facteur de généralisation des traitements surtout dans les zones où l'eau est rare ou difficile à trouver.

La lutte chimique contre l'*Orobanche* n'est pas commune dans la lentille au Maroc. Cependant, l'utilisation du glyphosate sur la lentille et le niveau d'efficacité obtenu sont considérés un des acquis des CEP qu'il faut vulgariser dans d'autres régions où le problème menace le développement de cette culture. Toutefois, la dose utilisée (47g/ha) n'était pas suffisante pour donner une efficacité supérieure à 80 pour cent. En attendant la disponibilité d'un référentiel national, une légère augmentation s'avère nécessaire pour contrôler complètement ce parasite dans la culture de lentille.

Déjà avec ces résultats les agriculteurs sont satisfaits et pensent que les légumineuses alimentaires vont reprendre leur place de choix derrière les céréales qu'elles ont perdue depuis les années 70 à cause principalement de l'*Orobanche*. Toutefois, la problématique de l'*Orobanche* ne pourrait pas être résolue avec une seule méthode de lutte et en un laps de temps. Il faut que le raisonnement des agriculteurs passe à un niveau de gestion du problème basé sur les principes de lutte intégrée comme démontré expérimentalement au Maroc

(Zemrag, 2000). Dans le même ordre d'idées, il est temps que le Maroc profite de la présence naturelle de la mouche *Phytomyza orobanchia* qui est un ennemi naturel de l'*Orobanche*. Les résultats obtenus avec cet insecte comme agent de lutte biologique, dans les conditions marocaines, sont prometteurs et appuient l'idée que cette méthode de lutte devrait prendre sa place dans l'approche de lutte intégrée contre l'*Orobanche* dans les légumineuses alimentaires (Klein et al., 1999).

V. Conclusions et recommandations

D'emblée et comparativement aux méthodes conventionnelles de vulgarisation, il s'est avéré que le problème de l'*Orobanche* dans les légumineuses alimentaires au Maroc n'est pas un problème technique. Il s'agit plutôt d'un problème d'apprentissage et de formation des agriculteurs concernés à prendre en charge eux même la responsabilité de régler ce problème. L'adoption de l'approche des CEP comme nouvelle méthode de vulgarisation de proximité a permis effectivement de corriger l'anomalie observée, de vérifier et d'améliorer le référentiel technique national en la matière et enfin de générer aussi de l'information qui mérite d'être vulgarisée. Toutefois, l'expérience reste limitée dans le temps et dans l'espace et mérite d'être développée, élargie et améliorée en prenant en considération les points suivants:

- combler les insuffisances en matière de formation continue des vulgarisateurs, de moyens mis à la vulgarisation et de méthodes de vulgarisation utilisées;
- appuyer et renforcer le rôle de la recherche agronomique à fournir des référentiels techniques en la matière (back up research) ;
- exploiter les atouts et bénéfices de l'existence de *Phytomyza Orobanchea* au Maroc comme moyen biologique de lutte contre l'*Orobanche*;
- changer les messages délivrés par la vulgarisation en présentant la lutte chimique comme la seule solution du problème par un message incitant l'adoption des principes de la lutte intégrée pour régler le problème de l'*Orobanche*;
- adopter une politique visant l'encouragement et le soutien de la production des semences sélectionnées des légumineuses alimentaires;
- adapter l'emballage des herbicides contenant le glyphosate aux besoins des petites exploitations.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier MM. El Yazaoui A., Rsaissi N., Saffour K. et Touzani M. pour leurs contributions volontaires au déroulement et à la réussite des CEP et la société Promagri pour son aide.

Références

- Anonyme (2004) Lutte contre l'*Orobanche* sur la fève, constat et évaluation, campagne agricole 2003/2004. Ministère d'Agriculture et de Développement Rural, Direction de la Production Végétale, Rabat.
- Boulet C., Tanji A. et Taleb A. (1989) Index synonymique des taxons présents dans les milieux cultivés ou artificialisés du Maroc occidental et central. Actes Inst. Agron. Vét., 9 (3 et 4), 65-98.
- Ezzahiri B., Bouhache M. et Mihi M. (2006) Index Phytosanitaire Maroc. Edition 2006, Sogeliv, Casablanca.
- Karafi A., El Ismaili A., Benlahboub Jazouli H. et Abdelouafi M. (1999) Evaluation de l'impact des actions entreprises en matière de lutte contre l'*Orobanche* en culture de fève dans le Sais et le Prè-Rif. Rapport du Projet ACLA, GTZ, Ministère d'Agriculture et de Développement Rural, Direction de la Production Végétale, Rabat.
- Klein O., Kroschel J. et Sauerborn J. (1999) Lutte biologique contre l'*Orobanche* au Maroc: efficacité et possibilités. Journée Nationale sur les Plantes Parasites, AMM, Meknès, pp. 37-45.
- Safour K (2003) Utilisation des herbicides et des sous produits d'olive (grignon et margines) dans le contrôle de l'*Orobanche* sur fève. Thèse de Doctorat. Université Mohamed ben Abdallah, Fès, Maroc, 179p.
- Schluter K. et Aber M. (1980) Lutte chimique contre *Orobanche crenata* sur fève au Maroc. Bull. Protection des Cultures, INRA, 7, 1-10.
- Schmitt U.M., Schlüter K. et. Boorsma P.A. (1979) Chemical control of *Orobanche crenata* in broad beans. FAO. Plant Protection Bulletin, 27, 88-91.
- Zemrag A. (1994) Broomrapes devastation in legumes fields in Morocco. Fifth Arab Congress of Plant Protection. APPS, Fez, Morocco, pp.220.
- Zemrag A. (2000) Contribution à l'étude de l'importance, la caractérisation et à la recherche des moyens de lutte contre l'*Orobanche* (*Orobanche crenata* Forsk.) associé à la culture de fève (*Vicia faba major* L.) et de févrole (*Vicia faba minor* L.). Mémoire d'accès au grade ingénieur en Chef, INRA, Rabat.

***Orobanche* species in Sudan: History, Distribution and Management**

A.G.T. Babiker

Sudan University of Science and Technology, College of Agricultural Studies,
Department of Agronomy, Shambat,
Khartoum North.
agbabiker@yahoo.com

Summary

Orobanche species are debilitating root parasitic weeds on several economically important crops. In Sudan three species, *Orobanche ramosa*, *Orobanche cernua* and *Orobanche minor*, were reported as early as 1948. *Orobanche crenata* was first reported in 2000/2001. Of the four *Orobanche* species *Orobanche ramosa* and *Orobanche crenata* are naturalized and have become pests of economic importance. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and potato (*Solanum tuberosum* L.), the main hosts of *Orobanche ramosa*, and faba bean (*Vicia faba* L.), the major host of *Orobanche crenata* are grown, annually, on 40, 20 and 66 000ha, respectively mainly in the alluvial soils of the Nile valley. Mismanagement stemming from lack of awareness of the debilitating effects of the *Orobanche* species, their biology, invasive nature and means and methods of spread has led to out-break of the parasites.

Orobanche ramosa has spread from Rosarios on the Blue Nile and Kosti on the White Nile to Wadi Halfa on the southern borders of Egypt. The highest infestations were, however, reported from the Gezira and Khartoum States where 51-71 percent of the fields surveyed were infested. The parasite inflicts serious losses on tomato and potato yields. In Khartoum State many fields are abandoned and bricks making has become a flourishing industry.

Orobanche crenata was first reported in an area of 2ha in Merowe governorate in the Northern State in 2000/2001 and subsequently in 2001/2002 in the River Nile State. The parasite is spreading at an escalating rate. Infested area in Merowe governorate increased to about a 1 000-fold within five years. The number of infestation foci in the River Nile state increased from 1 in 2001/2002 to 28 in 2004/2005 to over 90 in 2005/2006. Pending intensity of infestation, losses of 2-100 percent in yield of faba bean were reported. No single measure provides effective control, and an integrated approach comprising preventive, cultural, biological and chemical methods needs to be adopted.

Education is the most important element in control and containment of *Orobanche* spp. Farmers and policy makers, through training, farmer's field schools, backstoppings, field visits, lectures, radio and television messages, leaflets, brochures articles in local news papers and a local workshop were made cognizant of the parasites. The importance of starting with clean seeds, restriction of grazing, cleaning of farm equipment and eradication of incipient infestation were stressed.

Eradication of *Orobanche ramosa*, which is widely spread, is impractical. At present control measures comprise hand-pulling and trap cropping. *Orobanche crenata*, being a recent introduction, is less of a problem than *Orobanche ramosa*. The *Orobanche crenata* free area is estimated to be about 87-95 percent of the total area under the crop. Detection surveys, regulatory and control measures are invoked by the federal ministry of agriculture and local

governments to ensure against continual spread of the parasites into new areas. Light and incipient infestations are removed by hand, while heavily infested fields are planted to crops other than faba bean. The herbicides glyphosate and imazethapyr are promising treatments for *Orobanche crenata* control in faba bean.

***Orobanche* espèces au Soudan: Histoire, Distribution et Gestion**

Résumé

Les espèces d'*Orobanche* sont des mauvaises herbes parasites que attaquent les racines de plusieurs cultures économiquement importantes. Depuis 1948 trois espèces, *Orobanche ramosa*, *Orobanche cernua* et *Orobanche minor* ont été rapportés au Soudan. *Orobanche crenata* a été rapporté pour la première fois en 2000-2001. Des quatre espèces d'*Orobanche*, *Orobanche ramosa* et *Orobanche crenata* sont naturalisés et devenus parasites avec une importance économique. La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) sont les principales plantes hôtes d'*Orobanche ramosa*, et la fève (*Vicia faba* L.) d'*Orobanche crenata*, sont cultivés annuellement sur 40, 20 et 66 000ha, respectivement, surtout dans les sols alluviaux de la vallée du Nil.

La mauvaise gestion, due au manque de connaissances sur les effets nuisibles des espèces d'*Orobanche*, sur leur biologie et leur nature envahissante, sur les moyens et les voies de leur propagation, a causé des infestations graves due à ces plantes parasites. Les infestations plus élevées ont été cependant rapportées à Gezira et dans les états de Khartoum où 51-71 pour cent des champs examinés ont été infestés. Ce parasite inflige des pertes sérieuses sur les rendements de tomate et de pommes de terre. Dans l'état de Khartoum beaucoup de champs sont abandonnés et la fabrication de briques est devenue une industrie prospère. *Orobanche crenata* a été rapporté pour la première fois, en 2000-2001 dans une extension de 2ha du gouvernorat de Merowe situé au Nord du pays et plus tard, 2001-2002, dans l'état du Nil de fleuve. Le parasite se disséminé à un très haut taux. Les champs infestés dans le gouvernorat de Merowe ont augmenté jusqu'à environ à un 1000-fold pendant une période de cinq ans. Le nombre de taches d'infestation dans l'état du Nil de fleuve a aussi augmenté de 1 en 2001-2002 à 28 en 2004-2005 et plus de 90 en 2005-2006.

Selon le niveau de l'intensité de l'infestation, des pertes de 2-100 pour cent dans le rendement de la fève ont été rapportées. Aucune mesure simple ne fournit l'élimination effective, c'est pourquoi des méthodes préventives, culturelles, biologiques et chimiques dans une approche intégrée doivent être adoptées. La formation des producteurs et des autorités officielles, la création des champs d'écoles, des visites de champ, des articles de brochures dans les journaux locaux et des ateliers locaux sont des mesures qui ont donné l'information nécessaire sur les dégâts causés par les plantes parasites. On a souligné l'importance de commencer par l'utilisation des semences de cultures libres de graines d'*Orobanche*, par la restriction du pâturage, par le nettoyage de l'équipement et l'extirpation de l'infestation initiale.

Le déracinement de l'*Orobanche ramosa*, qui est largement répandu, est impraticable. Actuellement les mesures de contrôle comportent l'arrachage manuel et les cultures de pied. *Orobanche crenata*, étant une introduction récente, est un problème inférieur par rapport à celui causé par *Orobanche ramosa*. On estime que la surface totale de la fève affecté par *Orobanche crenata* est de 5-13 pour cent. Enquêtes pour la surveillance des parasites,

développement des mesures de régulation et de contrôle sont les voies à adopter par le Ministère fédéral de l'agriculture et des gouvernements locaux pour assurer la prévention de la dissémination de ces plantes parasites dans de nouveaux terrains. Des infestations nouvelles et légères devront être sarclées, alors que des champs fortement infestés des cultures différentes à la fève devront être cultivées. Le glyphosate et l'imazethapyr de herbicides sont des traitements prometteurs pour éliminer *Orobanche crenata* dans la fève.

I. Introduction

Orobanche species are debilitating root-parasites on several crops and wild plants. They have a mainly Mediterranean distribution, but have extended into central Europe, the Middle East and North Africa (Parker and Riches, 1993). Recently several *Orobanche* species have become problematic in many African countries including Sudan (Babiker, Mohamed and El Mana, 1994). In Sudan three *Orobanche* species *Orobanche ramosa* L., *Orobanche cernua* loefl. var *desertorum* (G. Beck) stapf and *Orobanche minor* Sm. were reported as early as 1948 as minor pests on horticultural crops, ornamental plants and common weeds (Andrews, 1956, Braun, Burgstaller and Walter, 1984). *Orobanche crenata* Forsk, was introduced recently as it was not reported prior to the year 2001. *Orobanche ramosa* and *Orobanche crenata*, the most noxious and pestiferous *Orobanche* species, are restricted in their distribution to the fertile alluvial soils of the Nile valley, where the cropping systems include sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in summer and wheat (*Triticum aestivum*, L.), faba bean (*Vicia faba*, L.), chickpea (*Cicer arietinum*, L.), lentil (*Lens culinaris*, Medick), berseem (*Trifolium alexandrinum* L.), alfalfa (*Medicago sativa*, L.), onion (*Allium cepa*, L), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and potato (*Solanum tuberosum* L.) in winter. However, unconfirmed reports claimed existence of *Orobanche ramosa* on tomato and tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in western Sudan.

II. *Orobanche ramosa*

Orobanche ramosa was first reported in Wadi Halfa (W. Halfa) on the southern border of Egypt and in Khartoum in 1948 and 1956, respectively (Andrews, 1956) (Fig. 1). The parasite was exclusively on weeds and some horticultural and ornamental plants. Since the 1970's it has become a major pest on several Solanaceous crops including tomato, eggplants (*Solanum melongena* L.), bell pepper (*Capsicum frutescens* L.), potato and tobacco. Field surveys undertaken in the 1980s and the 1990s revealed that *Orobanche ramosa* has spread into all areas from Rosarios on the Blue Nile (B. Nile) and Kosti on the White Nile (W. Nile) to Wadi Halfa (Fig. 1). However, the highest infestation was reported in Khartoum and the Gezira States where 57-71 percent of the surveyed fields were infested (Fig. 1). In these two States vegetable production, especially that of tomato and potato is very intensive. The area under these crops was estimated to be around 40 and 20 000ha, respectively. The survey also showed that beside tomato, potato and eggplants several other vegetable crops and weeds belonging to various botanical families are also parasitized. Of the crops, within the surveyed area, jews mallow [*Corchorus olitorius* (Tiliaceae)], squash (*Cucurbita pepo* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae), fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) and carrot (*Dacus carota*) (Umbellifereae), black cumin [*Nigella sativa* (Ranunculaceae)], faba bean, pea (*Pisum sativum*), chickpea (*Cicer arietinum*) and phillipesara (*Vigna trilobata*) (Fabaceae) were heavily parasitized (12-40 *Orobanche* plants/plant). Of the major weeds *Heliotropium*

sudanicum (Boraginaceae), *Euphorbia aegyptiaca* L. and *Chrozophra plicata* (Vahl) (Euphorbiaceae), *Ocimum bacilicum* L. (Lamiaceae), *Portulaca oleracea* (Portulacaceae) *Solanum nigrum* L., *Solanum dubium* Fresen and *Datura stramonium* L. (Solanaceae), *Aristolochia bracteolata* Lam. (Aristolochiaceae) and *Sonchus cornutus* (Asteraceae) were found to host the parasite (Braun, *et al.*, 1984, Mohammed, Babiker and Baghdadi, 1995).

Till recently, hand-pulling and cutting were the main methods for *Orobanche ramosa* control in Sudan. Both methods are labour intensive, tiresome, never through and are only feasible and effective on small populations. They are normally done after the parasite sets seeds. Moreover, the hand pulled *Orobanche* plants are often left in the field.

Crop sequence, which is a recommended practice already adopted by farmers, gave and maintained good to excellent control. A crop sequence comprising wheat-onion and faba beans reduced *Orobanche ramosa* emergence on subsequent tomato to 2 percent and increased crop yield by 58 percent. A crop sequence of onion – alfalfa and alfalfa reduced *Orobanche* emergence in subsequent tomato to 25 percent and increased crop yield by more than 50 percent. Other methods of control, which showed promise and can be included as part of an integrated management are pre-sowing irrigation, flooding, without subsequent soil disturbance, deep burial and solarization.

Solarization exerted excellent (99 percent) control of the parasite and increased tomato yield by about four fold (Braun, *et al.*, 1984, Mohammed *et al.*, 1995).

Experiments on chemical control indicated that the herbicide chlorsulfuron (5 g a.i./ha) delayed *Orobanche* emergence, reduced seed production and shoot dry weight. The herbicide significantly increased tomato yield. The herbicide imazethapyr (10-30g a.i./ha) delayed *Orobanche* emergence and reduced infestation. However, it had adverse effects on tomato yield and fruit quality. Glyphosate at 40g a.i./ha increased yield of eggplants by 18 percent, but had no adverse effects on *Orobanche* emergence. The herbicide at high rates (80-120g a.i./ ha) was toxic to the crop (Braun *et al.*, 1984).

III. *Orobanche crenata*

Faba bean, lentil (*Lens culinaris* S. Medick), chickpea and French beans (*Phasoeus vulgaris* L.) are very important winter leguminous crops in northern Sudan. The crops are planted in the fertile strip of the alluvial soils of the Nile valley extending north, on both banks of the Nile, from Khartoum to Wadi Halfa (2800 kilometers) (Fig. 1). The crops are also produced in limited areas in northern and southern Darfur, Gezira and on the banks of river Rahad (R. Rahad). These crops are important sources of proteins for a major sector of the populace, particularly, in urban areas. Furthermore, they are of significant economic importance to farmers. Other major crops in the area include wheat, tomato onion and berseem.

The total area under leguminous crops is about 80 000ha. Faba bean, the most susceptible host to the parasite in among legumes, is planted in over 70 percent of the area. A grain yield of about 70 000mt constituting about 70 percent of the country's needs, is realized annually. Faba bean, in traditional areas, is a low input crop. Unlike wheat farmers, usually, use no fertilizers on faba bean and the crop is not susceptible to bird damage. Furthermore, faba bean improves soil fertility and increases productivity of subsequent crops. Importance of faba bean in Sudan is expected to assume new dimensions. Possible socioeconomic changes

associated with population pressure, increased urbanization and immigrations to cities are expected to increase demand on faba bean. Moreover, the projected expansion of irrigated agriculture in northern Sudan, fostered by the recently constructed dam at Merowe, is expected to increase the area under faba bean by at least 1- fold. More than 400 000ha of land are expected to be brought under cultivation.

Orobanche crenata was first reported on faba bean in 2000/2001 in an area of about 2ha at Ed Debiba in Merowe governorate in northern Sudan. It was speculated that the parasite seeds were introduced, involuntarily, as contaminants with faba bean seeds from Egypt. Beside Faba bean the parasite attacks several leguminous crops including, lentil and chickpea. A limited survey undertaken in the 2001/2002 in Ed Debiba (158 ha) revealed that 94 percent of the area under faba bean is infested. Within the area 90 percent of the farms showed heavy infestations. Localized spot infestations were observed in 6 percent of the farms, while 4 percent of the farms showed infestation localized at their peripheries. Of the infested fields losses in yield were complete (100 percent), heavy (> 70 percent) and moderate (> 40 percent) in 2, 30 and 68 percent, respectively. A second survey undertaken in 2002/2003 revealed that the parasite has spread into a stretch of about 60 kilometer along the Nile on either side of the original infestation. Infestation foci were reported at El Gala (1.3ha), Abu Dom (4ha). A third survey conducted in the Northern State in 2003/2004 showed that the parasite has spread in about 160 kilometers (80 kilometers on each side of the original infestation). Localized infestations were reported in Fetna, Umm Raheu and Ez Zuma island (60ha). The parasite has spread into El Selaim basin (the most important and productive area for faba bean in Sudan), Hamdab and Shereik (7.4ha), Nuri (0.5ha) Ed Duweim (1.26ha), Shatrab island (0.4ha) and Kuri island (57.12ha). Isolated infestation foci were also reported in the Nile States at El Joal and Bauga (40ha) in Berber governorate and at Maslamab Island Ed Damer governorate.

A national survey, undertaken at harvest, in 2004/2005 indicated that area infested in the Northern state was about 9 percent of the total area (33 600ha) under faba bean. The infested area as per governorate was 222, 46.2, 630 and 63 ha in Merowe, El Dabba, Dongola and Halfa, respectively. In the River Nile State the parasite was reported from 28 sites comprising Abu Hmed (A. Hamed) (seven sites), Berber (six sites), Atbara (four sites), Ed Damer (three sites) and Shendi (eight sites) governorates. The infested area is 1 percent of the total area (33 734ha) under the crop. In both States infestation varied from light to heavy. In one site *Orobanche crenata* population density reached 30 plants/m².

A national survey conducted in 2005/2006 revealed the presence of the parasite in 99 sites in the River Nile State. Of these sites 35 were islands. Distribution of infestation sites was 11, 2, 11, 2, 32, and 41 in Shendi, Matama, Ed Damer, Atbara, Berber, and Abu Hamed governorates, respectively. The infested area was 4.4 percent of the total area (31.775 thousand ha) under the crop. In the Northern State the parasite was not reported from Halfa governorate. However, it was reported from 11, 2 and 7 sites in El Golid, Dongola and Merowe governorates, respectively. The whole area in El Dabba governorate was infested.

IV. Control methods

Farmers participating in Farmer Field Schools (FFS) abandoned planting of faba bean in areas where high infestation does not allow profitable production. False hosts including French bean, berseem, onion, sorghum, maize (*Zea mays* L.) and wheat are planted to

enhance demise of *Orobanche crenata* seed bank in soil. Planting of false or trap crops to curb *Orobanche* infestation is predominant in Merowe governorate and in Mirnat in the River Nile State where the area under faba bean was reduced to about 50 and 60 percent, respectively of that prior to *Orobanche crenata* infestation. However, in places where, for logistic reasons, crops other than faba bean cannot be planted and yields are still acceptable farmers hand-pull *Orobanche crenata* spikes prior to harvest and plough the fields immediately after. Subsequent faba bean crop receives a herbicide treatment (imazethapyr) at planting and/or glyphosate (60g a.i./ha) two or three times at two weeks intervals commencing at the initiation of flowering at about six weeks after crop emergence. Repeated observations showed that this period coincides with the tubercle stage of the parasite. Remaining *Orobanche crenata* spikes are hand-pulled before harvest. The parasite shoots, hand-pulled after shedding their blossoms, but prior to cracking of capsules, are placed in deep soil pits, allowed to dry and then burned.

V. Discussion

Orobanche ramosa has been known in Sudan since the 1940s though not in a pestiferous status till the 1970s (Andrews, 1956, Babiker, et al., 1994). The flare-up of *Orobanche ramosa* is an outcome of intensive monocropping of host plants, particularly tomato and potato, fostered by needs of food for the burgeoning population of the growing cities and increased urbanization. *Orobanche crenata* is a recent introduction. The parasite was probably introduced in the 1990s where increased urbanization and market demands led to importation of faba bean from neighbouring countries. The high quality and high price, of some of the introduced varieties, enticed farmers to grow them locally. The parasite, unnoticeably, multiplied, naturalized and has become a problem. Reports on *Orobanche cernua* should be ascertained as it is often confused with the closely related species *Orobanche cumana* (Riches and parker, 1995). Tobacco, parasitized by *Orobanche cernua*, and sunflower (*Helianthus annuus* L.), parasitized by *Orobanche cumana* (Riches and parker, 1995), are crops of considerable potentials in the Sudan. *Orobanche minor*, known to be of considerably less importance than *Orobanche ramosa*, *Orobanche crenata* and *Orobanche cernua*, has to be viewed with caution. The parasite is known to have a wide host range and crop specific variants or strains are suspected, albeit not ascertained (Parker, 1986).

The widespread of the parasites is consistent with their biology, invasive nature, lack of awareness about their debilitating effects, lack of natural enemies and a series of malpractices. *Orobanche ramosa* and *Orobanche crenata* produce large number of dust like seeds with prolonged viability and special germination requirements. The parasites seeds may lay dormant in soil for ten years or more. To germinate the seeds require moist conditions, a temperature of 18-23°C and a subsequent exposure to a germination stimulant. The germination stimulant(s) is/are exuded by roots of hosts and several none host plant species. *Orobanche* spikes, with high sugar contents, are attractive to animals. The seeds, well adapted to endozoochory, are distributed over long distances with animal droppings (Jacobsohn, 1986). Prior to the project, farmers hand-pulled *Orobanche* spikes, piled them in the field, threw them into the river or onto adjoining roads. Fields were normally grazed immediately after harvest and crop residues were used as animal feed. Land is limited, monocropping of faba bean was a predominant practice, individual holdings are small, 4½ha, and farm equipment including tractors and threshers are in short supply. Moreover, faba bean seeds from infested fields were transported over long distances and used for seeding.

Orobanche ramosa has spread into all areas from Rosarios on the Blue Nile and Kosti on the White Nile to Wadi Halfa (Fig. 1). However, the intensity of infestation varied from light to heavy. The Gezira and Khartoum States are the most heavily infested and high yield losses (80-100 percent) are often encountered. The high yield losses coupled with prolonged viability of *Orobanche ramosa* seeds have led to abandonment of tomato and potato production within the fertile Nile valley in the neighbourhood of the major cities where demand is invariably high. Production has been shifted to less fertile, less productive soils and to remote areas within the Nile valley. In addition to low yield and high production and transport costs the shift presents a threat of spreading and intensifying infestation of *Orobanche ramosa* in the new areas. Most of tomato seeds and seed potato are produced within the infested areas.

Orobanche crenata, albeit newly introduced, is spreading very fast. Over 100 nascent infestation foci are distributed over the faba bean belt extending over a 2 800 kilometer strip along the Nile banks from Khartoum to Wadi Halfa. Thirty five percent of infestation foci, reported last season, in the River Nile State were located in islands. Such finding may indicate an important role for flood water and/or the malpractice of throwing *Orobanche crenata* spikes into the river in spreading of the parasite over long distances.

In the Northern State the economic importance of *Orobanche crenata* and *Orobanche ramosa* is expected to assume new dimensions. The area under vegetables and leguminous crops, including faba bean, is expected to increase by more than one fold due to the projected expansion of irrigated agriculture to be fostered by Merowe dam, where over 400 000ha are to be brought under cultivation.

Spread of *Orobanche* species, as is the case with many invasive alien weeds, occurs through dispersal and repeated establishment of satellite foci from a founder population (Moody and Mack, 1988). Like other root parasitic weeds no single measure provides effective control and an integrated approach comprising preventive, cultural, biological and chemical methods needs to be adopted. Control of the parasites is further compounded by the wide host range in among crops and wild plant species. In Sudan *Orobanche ramosa*, was reported on nine field crops, a forage legume and nine of the major weeds species. *Orobanche crenata*, has comparatively a small host range. Beside faba bean, chickpea and lentil the parasite was reported on *Malva parviflora* L. and a *Euphorbia* species. Parasitism of common weeds preserves and perpetuates the parasites even if planting of susceptible crops is discontinued.

A programme based on the current situation and takes into account curtailment of spread of the parasites into new areas and its confinement within the boundaries of core infestations as a step towards eradication needs to be implemented. A two-step strategy of first destroying outlying populations and confining core infestations, as was successfully adopted to combat other invasive weeds including barberry (*Berberis vulgaris*), *Striga asiatica* and *Euphorbia esula* in the U.S (Moody and Mack, 1988) is pertinent.

Education is the most important element in thwarting *Orobanche* spread. Farmers and policy makers, through training, Farmer Field Schools, packstoppings field visits, lectures, radio and television messages, leaflets, brochures articles in local news papers and a national workshop held in Khartoum in April 2005, were made cognizant of the parasite, its life-cycle, means by which the parasite spread, role of malpractices in the noticeable rapid spread of the parasites together with available methods of control. The importance of starting with clean crop seeds from known sources or cleaning seeds of unknown sources by sieving, washing with water and repacking in new clean containers prior to planting, the role of *Orobanche* seed size,

productivity, viability and seed bank in soil in spread and perpetuation of the parasites together with the importance of crop rotation and field surveys in *Orobanche* spread, control and decision making were stressed.

Successful control and eradication measures must include, as suggested by Sand and Manley (1990), detection surveys, regulatory measures and control. Consecutive surveys undertaken over the last few years revealed that the land under faba bean can be grouped into four. *Orobanche crenata* free areas, which constitute the bulk (87-95 percent) of land under the crop, scattered small infestations foci, infestations that vary between light to moderate and heavily infested areas.

Regulatory measures, which focus on prevention of movement of viable seeds, equipment, commodities and other potential vectors within a locality, in the country and across borders, should be in place to ensure against continual artificial spread of the parasite. To this effect the federal ministry of agriculture prohibited import of faba bean without prior consent. Importation is restricted to border trade and the imported seeds are to be examined and their freedom from *Orobanche* seeds has to be ascertained and certified. Local governments passed internal regulations prohibiting movements of faba bean grains and seeds from infested areas into *Orobanche* free areas. Animal grazing, movements of farm equipment, unless thoroughly cleaned, use of crop residues from infested fields as animal feed are prohibited. Local governments also monitor and document *Orobanche crenata* spread and distribution annually, locate infested sites, determine intensity of infestations and accordingly advice farmers on how to deal with infestations and on whether to plant faba bean next season or seek an alternate crop.

Eradication of *Orobanche ramosa*, which is widely spread in Sudan, may be impractical and expensive. Its spread into new areas could, however, be curtailed significantly by increasing farmers and policy makers awareness on the seriousness of the parasite. However, *Orobanche crenata* occupies a smaller area and most of the infestations are relatively small. Moreover, the area suitable for faba bean production is restricted to the Nile valley north of Khartoum. If the parasite is not eradicated and is allowed to spread faba bean production in Sudan will no longer be economically feasible. Observations made in Sudan and elsewhere showed that incipient and small infestations grow, reproduce, profusely and spread, often exponentially, to unmanageable and devastating proportions.

VI. Conclusions and recommendations

- *Orobanche ramosa* and *Orobanche crenata* are introduced alien invasive weeds which have multiplied, spread, become naturalized and are a threat to Sudanese agriculture, food security and the livelihood of farmers. Mismanagement stemming from lack of awareness of *Orobanche* biology, its parasitic nature, debilitating effects and means and methods of spread is the main reasons for the escalating rate with which the parasites are advancing.
- *Orobanche crenata* and *Orobanche ramosa* produce large number of seeds with prolonged viability. The seeds are the main vehicle for distribution and spread of the parasites. Control measures should focus on depletion of seed reserves, denial of seed production and curtailment of seed movement.

- No single control measure is effective in suppressing *Orobanche* species and an integrated approach, where several methods of control including prevention, cultural, biological and chemical, needs to be adopted. A two step strategy of first destroying new infestations and confining core infestations, on short term bases and eradicating them on long term bases, is imperative.
- Despite the spread of the parasites there still remain vast areas of potential habitat which are not yet infested. Attention should focus on protection of these areas and prevention procedures comprising, efficient monitoring, quarantine and seed cleaning, which ever relevant, should be employed to thwart the spread of the parasite within a field, between fields, between governorates and across the borders.
- Education is the most important element in thwarting *Orobanche* spread. Farmers, professional agriculturists and policy makers should understand and recognize the consequences of allowing spread of *Orobanche crenata*. For farmers who do not have an infestation, proactive prevention is their best management strategy.
- FFS are to be the primary means of increasing farmer's awareness on crop production practices and *Orobanche* management. A participatory approach should be adopted and farmers should be trained on method and timing of herbicides application.
- Farm equipment and tools should be cleaned from adhering soil prior to transport to non - infested fields. Planting crop seeds that have been harvested from infested fields or seeds from unknown source without cleaning should be prohibited. Planting improved, certified seeds should be stressed.
- Surveys to document areas of infestation and *Orobanche* free zones within the country and regulatory procedures must be in place to prevent movement of viable seeds, equipment, commodities and other potential vectors within the country and across borders.
- In general rotation with trap crops should be encouraged. Fields with light or spotty infestations can be cropped with faba bean. Emergent *Orobanche* spikes should be hand-pulled before seed shedding. However, in case of heavy infestations crop rotation should be mandatory. Rotation with trap crops such as berseem, maize, wheat, onion and sorghum, for several years, should be adopted. Subsequent faba bean crops should be sprayed with imazethapyr (50g a.i./ha) as a pre-emergence treatment followed by two sprays of glyphosate (60g a.i./ha) as post- emergence treatments. Three sprays of glyphosate alone (60g a.i./ha each) as post-emergence treatments commencing at flowering are equally effective. Remaining *Orobanche* spikes should be hand-pulled at harvest and fields should be ploughed after harvest to discourage grazing. Manure from unknown sources should not be used.
- Simple innovate methods of management and control of *Orobanche* species, acceptable to subsistent farmers, should be developed.

References

- Andrews, F.W. (1956) Flowering Plants of the Sudan, Vol. 3. Arbroath, Scotland Buncle T and Co., pp108-152.
- Babiker, A.G.T. Mohamed, E.S. and El Mana, M.E. (1994) *Orobanche* problem and management in the Sudan. In" *Biology and Management of Orobanche. Proceedings of the Third International Workshop on Orobanche and Related Striga Research* (Pieterse, A.H., Verkleij, J.O.C. and ter Borg, S.J. eds) pp.672-676.
- Braun, M, Burgstaller, H. and Walter, H (1984) Critical Evaluation of control methods for *Orobanche ramosa* L. occurring in smallholder vegetable farms of the Khartoum province, Sudan. *Third International Symposium on Parasitic Weeds* (Parker, C., Musselman, L.J., Polhill, R.M. and Wilson, A.K eds) Aleppo Syria pp.245 -249.
- Jacobsohn, R. (1986) Broomrape avoidance and control: Agronomic problems and available methods. In" *Biology and Control of Orobanche Species Striga Proceedings of a Workshop in Wageningen, the Netherlands*" (S.J. ter Borg ed.) pp. 18-24.
- Mohammed, E.S.I., Babiker, A.G.T. and Baghdadi, A.M. (1995) Broomrape, *Orobanche ramosa*, in Khartoum State. In" *Broomrape-Hlouk (Orobanche spp.) in the Sudan*" (Z.T. Dabrowski and A.M. Hamdoun eds.) ICIPE Science Press. pp. 20-25.
- Moody, M. E. and Mack, R.N (1988) Controlling the spread of plant invasions: The importance of nascent foci. *Journal of Applied Ecology*, 25, 1009-1021.
- Parker, C. (1986) Scope of the agronomic problems caused by *Orobanche* species. In" *Biology and Control of Orobanche Species*". *Proceedings of a Workshop in Wageningen, the Netherlands*" (S.J.ter Borg ed.) pp. 11-17.
- Parker, C. and Riches, C.R. (1993) *Parasitic Weeds of the World. Biology and Control*. CAB International. pp 332.
- Riches, C.R. and Parker, C (1995) Parasitic plants as weeds. In "*Parasitic Plants*" (Press,M.C. and Graves, J.D. eds). pp. 226-255. Chapman and Hall, London.
- Sand, P.F. and Manley, J.D. (1990) The witchweed, eradication program survey, regulatory and Control. In" *Witchweed Research and Control in the United States*" (Sand,P.F., Eplee, R.E. and Westbrooks, R.G. eds) pp. 141-151. Weed Science Society of America. Champaign
- Sauerborn, J. (1991) *Parasitic Flowering Plants: Ecology and Management*. Josef Margraf Weikersheim, Germany, 127 pp.

L'Expérience Tunisienne pour la Lutte Contre l'*Orobanche* sur les Fèves à Travers la Formation des Agriculteurs dans les Ecoles Champ

Kharrat M., Aydi N., Belhaj R., Amraoui S., Kouki Ch.,
Ben Othman K., Ben Saad A.
kharrat.mohamed@iresa.agrinet.tn

Résumé

L'*Orobanche* cause des dégâts importants sur quelques cultures. En Tunisie, les fèves sont les cultures les plus touchées par cette plante parasite et deux espèces d'*Orobanche* sont considérées les plus importants: *Orobanche crenata* et *Orobanche foetida*. Les recherches sur ces *Orobanches* des fèves se sont intensifiées dans le pays au cours de ces dernières décades et ont couvert différents sujets particulièrement la sélection de variétés résistantes, la lutte chimique, biologique et culturale générant des résultats importants qui ne sont pas encore utilisés par les agriculteurs. La plupart des agents de vulgarisation ne sont pas au courant de ces résultats et ignore l'existence de certaines mesures qui permettent de réduire les pertes du rendement et les infestations par l'*Orobanche*. Les agriculteurs, face à une forte infestation de leurs parcelles, ont recours généralement à l'abandon des cultures les plus touchées comme les fèves. Dans l'objectif d'améliorer le niveau de connaissance des agents de vulgarisation et des agriculteurs à propos de ce problème, des formations sur la gestion de l'*Orobanche* sur les cultures des légumineuses sont conduites. La formation des agents de vulgarisation a touché 23 ingénieurs et techniciens travaillant dans les différentes régions infestées par l'*Orobanche*. Elle a été réalisée en deux sessions et a couvert la méthodologie de la formation dans les écoles champ, les principales maladies et parasites des fèves et particulièrement l'*Orobanche* et la gestion de l'infestation de ce parasite. Durant la première campagne agricole (2004/05), trois écoles champ ont été conduites; deux dans des champs infestés par *Orobanche foetida* localisés au Nord-Ouest du pays (Fernana et Amdoun) et une (Derroua, Menzel Temime) dans la région du Nord-Est infestée par l'*Orobanche crenata*. Durant la campagne suivante et en se basant sur les résultats obtenus durant la première année, nous avons maintenu trois écoles; deux dans le Nord Est (Menzel Temime et El Mida-Loubna) et une dans le Nord-Ouest (El Baldia).

Cette formation a permis aux agriculteurs d'apprendre le cycle biologique de la plante parasite et de constater que l'application de deux traitements à 15 jours d'intervalle du glyphosate à une dose de 60g a.i./ha dès l'apparition du stade tubercule a permis un bon contrôle de l'*Orobanche* sur la fève. Ils ont constaté que la date de semis a un effet sur l'*Orobanche* et sur le rendement des fèves. Dans certaines régions, les agriculteurs ont testés d'autres alternatives comme l'utilisation des variétés tolérantes, l'association fève avec le fenugrec, l'utilisation des semences anciennes. Les résultats obtenus montrent qu'ils ont augmenté substantiellement leur rendement avec une réduction importante des infestations par l'*Orobanche*. L'utilisation des semences anciennes quoique n'a pas d'effet sur le niveau d'infestation sur l'*Orobanche* mais a permis toutefois une augmentation du rendement. La combinaison d'un semis tardif avec l'application du glyphosate a donné le meilleur rendement avec une réduction notable du niveau d'infestation par l'*Orobanche*. A Fernana et dans un champ infesté par *Orobanche foetida*, le rendement a augmenté par deux fois et demie avec l'utilisation du glyphosate ou avec l'utilisation d'une variété de féverole tolérante

à l'*Orobanche* en comparaison de la variété sensible Badi. Dans l'école d'El Baldia, le meilleur rendement est obtenu avec un semis normal combiné avec l'utilisation du glyphosate en donnant un rendement supérieur de quatre fois à celui du témoin non traité. L'émergence du parasite est considérablement réduite par l'application du glyphosate sans toutefois observer un effet clair de date de semis dans ce site qui pourrait être attribué à l'émergence tardive des fèves semées au mois de novembre due au manque de pluie durant cette période. Dans le site d'El-Mida-Loubna, l'infestation de la parcelle est faible pour affecter significativement la culture. Cependant à Amdoun, nous n'avons pas pu observer des infestations dans la parcelle quoique l'agriculteur assure que sa parcelle est normalement infestée. Le froid exceptionnel et la présence de neige au mois d'avril 2005 a sans doute affecté la germination de l'*Orobanche*.

A partir de ces expériences des écoles champ, il est clair que le succès de la formation est attribué à l'important travail de motivation du chef du groupe pour encourager les agriculteurs à participé activement dans les écoles. Une bonne formation des facilitateurs est également essentielle pour le bon développement et déroulement des écoles champ. Les facilitateurs doivent être disposés à aider les agriculteurs dans le processus d'apprentissage et doivent être bien informés des nouvelles méthodes de lutte contre l'*Orobanche* sur des cultures autre que la fève, comme le pois chiche, le pois, le carvi et la carotte.

The Experience in Tunisia for the Control of *Orobanche* in Faba Beans through the training based on Farmer Field Schools

Summary

Orobanche causes serious damage to certain crops. In Tunisia, faba bean is the most affected crop by broomrape and two species are considered important: *Orobanche crenata* and *Orobanche foetida*. Research on broomrape on faba bean was intensified during the last decades in Tunisia and covered different topics (selection of resistant varieties, chemical and biological controls and cultural practices) generating important results that are still not utilised by farmers. Most of the information agents are not aware of these results and ignore the existence of some control measures that reduce the yield loss and *Orobanche* infestation. Farmers frequently abandon the cultivation of faba bean when the level of infestation reaches such a high degree to compromise the yield. In order to improve the level of awareness of *Orobanche* to information agents and farmers, and the measures available to reduce the infestation, a farmer training on management of *Orobanche* on leguminous crops was conducted. Training of information agents and other technical agents consisted of two sessions with the participation of 23 agronomists and technicians based in areas most affected by *Orobanche*. It covered the methodology used in Farmer Field School (FFS), the main diseases and pests of faba bean with emphasis on the problems of *Orobanche*.

During the first cropping season (2004/2005), three FFS were conducted; two in fields infested by *Orobanche foetida* in areas of North-Western part of the country (Fernana and Amdoun) and one in infested field with *Orobanche crenata* in the North-East (Derroua-Menzel Témime). In the following cropping season and based on the results obtained during the first year, three FFS again were organized; two in the North-East (Menzel Temime and El Mida-Loubna) and one in the North-West (El Baldia).

During the training exercises, farmers had the possibility to learn the cycle of the parasite and to know at which tubercle stage the herbicide application (glyphosate 60g a.i/ha.) should be sprayed. Two applications of glyphosate are enough to achieve good control. In addition, they learnt that the planting date was also important. In some locations, farmers tested other control methods, such as tolerant lines, association faba bean with fenugreek and planting old seeds of faba bean. The results showed that farmers obtained substantial yield increase and *Orobanche* reduction in areas highly infested in the past. The use of old seeds, although it did not affect *Orobanche* infestation, had positive effect on yields. The combination of late sowing and glyphosate application yielded better and reduced considerably the emerged *Orobanche*. At Fernana and in the presence of *Orobanche foetida*, the small seeded faba bean grain yield increased of 2.5 percent when the crop was treated with glyphosate or a tolerant line was planted if compared to the susceptible variety Badi. At El Baldia FFS, the best yield was obtained by normal sowing combined with glyphosate treatment which yielded almost four times more than untreated check. Emerging of the parasites was considerably reduced by glyphosate treatment; however no clear effect was noticed by delaying the date of sowing in this site, which can be attributed to a late faba bean emergence and lack of rain during the month of November, i.e., after sowing. In El Mida-Loubna FFS, *Orobanche* infestation was too low and did not really affect the crop. However, at Amdoun no infestation was observed in the field although the farmer assured that *Orobanche* incidence is normal and frequent in this crop. Exceptional frost and snow in April 2005 may have affected *Orobanche* germination.

Based on the experiences of this training, it was quite clear that the success of this training process was to be attributed to the work of the group leader that motivated other farmers to actively participate in the FFS. A good training of trainers (TOT) is essential for good development of FFS. Facilitators should be able to assist farmers in this learning process and they should be well informed of new control methods for *Orobanche* in crops others than faba bean, such as chickpea, peas, caraway and carrots.

I. Introduction

Le parasitisme par l'*Orobanche* cause des dégâts très importants sur certaines cultures principalement dans la région méditerranéenne. Parmi les espèces d'*Orobanche* les plus nuisibles actuellement sur les cultures en Tunisie, nous signalons essentiellement *Orobanche crenata* et *Orobanche foetida*. La culture de la fève et de la féverole, principale légumineuse à graine dans le pays, est la plus touchée par ce fléau. Dès 1905, Bœuf rapportait dans une monographie sur les *Orobanches* en Tunisie, les espèces d'*Orobanche* rencontrées et leurs hôtes (Bœuf, 1905). Il expliquait l'augmentation de l'ampleur de ce fléau dans le pays par la négligence des agriculteurs indigènes vis-à-vis de ce parasite. La flore de la Tunisie, initiée durant la période coloniale française, rapportait également plusieurs espèces d'*Orobanche* présentes dans le pays dont la majorité parasitent des espèces végétales spontanées (Pottier-Alapetite, 1981). Des recherches réalisées en Tunisie au cours des années 30 du dernier siècle ont montré que les *Orobanches* germent en présence de plusieurs espèces cultivées et spontanées (Chabrolin, 1939).

Les recherches sur cette plante parasite se sont intensifiées dans le pays durant la dernière décade du vingtième siècle et se sont poursuivies particulièrement sur les deux espèces d'*Orobanche* les plus nuisibles sur les cultures: *Orobanche foetida* et *Orobanche crenata*. Ces recherches ont concerné principalement le parasitisme sur les fèves (*Vicia faba* L.) et ont

couvert différents aspects principalement, la cartographie des zones d'infestation par les deux principales espèces d'*Orobanche*, la sélection de variétés résistantes de féverole, la lutte chimique, la lutte culturale et la lutte biologique (Kharrat et Halila, 1994; 1996; Kharrat 1999; 2004; Kharrat et al., 2002; Zouaoui, 2000; Zouaoui et al., 2002; Zouaoui et al., 2004; Zermane et al., 2001; Zermane et al., 2002). Actuellement l'*Orobanche foetida* est observée essentiellement dans les régions du Nord-Ouest alors qu'*Orobanche crenata* est surtout rencontrée dans les régions côtières du nord, la Tunisie centrale, le sahel et le sud (figure 1). L'*Orobanche ramosa/aegyptiaca* est signalée dans quelques régions du nord et du centre et actuellement ne constitue pas un problème majeur sur les cultures. Zouaoui (2000) a trouvé cette dernière dans la région du Cap-Bon sur carotte avec une faible infestation et sur une plante adventice prêt d'un champ de tomate. Cette espèce a été observée sur fève à l'Ariana (Kharrat, non publié).

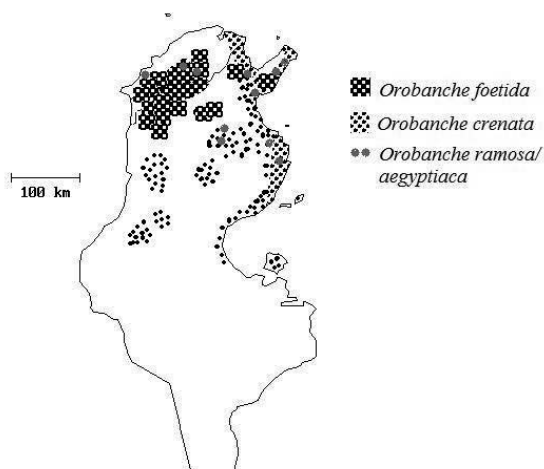


Figure 1. Répartition des zones d'infestation importantes par les *Orobanches* parasitant les cultures en Tunisie

Quoiqu'il soit difficile de donner un chiffre exact sur la superficie infestée par ces *Orobanches*, nous estimons que 5 000 à 10 000ha présentent des niveaux d'infestation variables et au moins 50 000ha sont sous la menace de le devenir dans l'avenir.

Les recherches conduites dans le pays ont également généré quelques acquis importants qui peuvent être vulgarisés à large échelle auprès des agriculteurs qui étaient obligés d'abandonner certaines cultures quand le niveau d'attaque par le parasite atteint un niveau élevé affectant significativement le rendement. C'est dans cet objectif, que la FAO a financé avec le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (Direction Générale de la Protection et du Contrôle de la Qualité des Produits Agricoles) le projet « Formation en gestion de l'*Orobanche* dans les cultures des légumineuses » afin de contribuer à former les vulgarisateurs et les agriculteurs sur la gestion de cette plante nuisible dans les exploitations agricoles touchées. Le choix a été porté sur l'utilisation des écoles champ comme méthode de vulgarisation participative qui a donné de très bons résultats dans plusieurs pays.

II. Méthodes courantes utilisées par les agriculteurs pour lutter contre l'*Orobanche*

Une enquête réalisée récemment auprès de quelques agriculteurs des régions de Béja et du Cap-Bon sur le parasitisme par l'*Orobanche* a révélé une faible connaissance des agriculteurs

de la biologie et des moyens de lutte contre ce fléau (Zouaoui, 2000 et Zouaoui et al., 2002). Même les techniciens chargés par la vulgarisation ne connaissent que vaguement l'*Orobanche*. En effet, à l'occasion d'un cours de formation pour les vulgarisateurs organisé en 1997 par l'INRAT en collaboration avec la coopération technique allemande, le test de pré-évaluation a montré que l'*Orobanche* et les moyens de lutte contre ce parasite sont mal connus par la majorité des participants. Même dans les sessions de formation des formateurs (ingénieurs et techniciens du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques) réalisée dans le cadre de ce projet en 2004 et 2005, le test de pré évaluation a montré que le niveau de connaissance sur l'*Orobanche* et les moyens pour lutter contre ce fléau sont relativement faibles pour la majorité des participants. Il est alors évident que le niveau de connaissances des agriculteurs ne peut qu'être faible.

L'enquête a révélé que 50 pour cent des champs infestés présentent un niveau élevé d'infestation et 33 pour cent un niveau moyen et que seulement 17 pour cent ont une faible infestation avec une incidence inférieure à 20 pour cent (Zouaoui, 2000). En général, les agriculteurs touchés par cette plante parasite abandonnent les cultures attaquées ou utilisent des rotations plus prolongées quand le niveau d'attaque devient important de manière à affecter considérablement le rendement. Quelques agriculteurs pratiquent l'arrachage manuel quand l'incidence de l'*Orobanche* est faible sans pour autant prendre des précautions pour éviter la re-contamination de leur parcelle. Certains jouent sur la date de semis (surtout pour la culture du pois avec *Orobanche crenata*). D'autres agriculteurs cultivent la fève avec le fenugrec, ou utilisent des semences de fève stockées au moins pendant une année. L'utilisation de certains herbicides comme le glyphosate est complètement méconnue par les agriculteurs. Peu de vulgarisateurs, connaissent ceci également. Les moyens de prévention contre la dissémination de l'*Orobanche* ne sont pas appliqués par ignorance et par inconscience.

III. Formation des formateurs

La formation des formateurs (FDF) est tenue à la fin de l'année 2005 et au début de l'année 2006 en deux sessions. Cette formation a concerné la méthodologie des écoles champ et les maladies et parasites des fèves en particulier l'*Orobanche*.

Quoique qu'il n'a pas été prévu dans le projet une formation spécialisée pour les experts nationaux sur la méthodologie pour pouvoir assurer la formation des formateurs sur la conduite des écoles champ, la FDF s'est bien déroulée de l'avis de pratiquement la totalité des participants (23) qui ont montré un grand intérêt pour la méthode tout le long de la session et l'ont bien apprécié. Le niveau de connaissances des participants sur la biologie et la lutte contre l'*Orobanche* s'est nettement amélioré à la fin de la formation telle que le témoigne le test de post formation. Comme prévu également dans le projet, 4 ingénieurs de la direction générale de la protection et du contrôle de la qualité des produits agricoles ont participé dans les sessions de formation sur la lutte biologique contre l'*Orobanche* au Maroc et sur les méthodes de quarantaine contre l'*Orobanche* en Syrie.

IV. Conduites des écoles, principaux résultats obtenus par les agriculteurs et discussion

Vu la présence d' *Orobanche foetida* et d' *Orobanche crenata* sur les fèves, nous avons tenu à installer ces écoles dans des sites touchés par les 2 espèces. Ainsi, au cours de la campagne 2004/05, les écoles ont été basées dans les régions de Fernana et d'Amdoun situées dans le Nord-Ouest du pays infesté par l' *Orobanche foetida* et dans le Nord-Est dans la région de Menzel Témime-Kélibia (Derroua) infesté par l' *Orobanche crenata*. Dans les régions de Fernana et d'Amdoun, les assolements pratiqués par la majorité des agriculteurs sont généralement céréales/légumineuses (surtout fève à Fernana et pois chiche à Amdoun). Dans le Cap-Bon, l'agriculture est plus diversifiée et les agriculteurs font à côté des céréales et des légumineuses des cultures maraîchères et condimentaires.

Au cours de la deuxième campagne (2005/06), nous avons installé trois écoles dont deux au Cap-Bon (Menzel Témime et El-Mida-Loubna) dans la zone d' *Orobanche crenata* et une au Nord-Ouest à El-Baldia dans la région de Boussalem sur une sole infestée par l' *Orobanche foetida*. Dans cette région, les agriculteurs touchés par le problème de l' *Orobanche* sur les fèves ont remplacé cette culture par le petit pois qui s'est avéré non parasité par l' *Orobanche foetida*. Le choix des agriculteurs participants dans les écoles est fait par les autorités locales.

4.1 Campagne 2004/2005

La campagne 2004/2005 était bien arrosée notamment dans les régions où nous avons installé les écoles champ. Elle a été caractérisée également par un froid exceptionnel qui a affecté le développement de la culture et surtout de l' *Orobanche*. Le mauvais temps a perturbé la tenue de certaines séances.

Ecole de Menzel Témime (Derroua)

Les agriculteurs ont testé le traitement au glyphosate (deux applications à 60g m.a./ha) sur deux dates de semis (D1: 25/11/04 et D2: 15/12/04) en comparaison avec un témoin non traité. Le champ est planté par une variété de fève sensible à l' *Orobanche*. Huit séances sur parcelle sont tenues; la première le 03/02/05 et la dernière le 11/05/05. Le stade tubercule est observé le 12/03/05 sur la première date de semis. Le premier traitement au glyphosate à 60g m.a./ha est réalisé le 16/03/05 et le deuxième le 07/04/05 pour la première date de semis (D1). Pour la deuxième date (D2), les traitements sont réalisés le 07/04/05 et le 20/04/05. Les agriculteurs ont procédé à l'évaluation des traitements testés lors de la séance tenue le 11/05/05. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1. Les résultats récapitulatifs de l'essai conduit à El Derroua (Menzel Témime-Kélibia) durant la campagne 2004/05

	Nombre moyen de gousses / plante de fève	Poids moyen des gousses vertes/ plante de fève (g)	Rendement en gousses vertes (t/ha)	Poids frais d' <i>Orobanch</i> he/ plante de fève
1 ^{ère} date – non traité	0	0	0	364
1 ^{ère} date – traité au glyphosate	7.0	100	10.0	140
2 ^{ème} date – non traité	4.4	60	6.0	86
2 ^{ème} date – traité au glyphosate	10.4	194	19.4	2

De cet essai découle que l'*Orobanche* a complètement anéanti la production sur la parcelle témoin semée le 25/11/04 et non traitée avec le glyphosate. La production était nulle et même les peu de gousses formées étaient vides. De plus, la biomasse moyenne d'*Orobanches* fixées par plante de fève était de l'ordre de 364 g. Tandis que sur la parcelle traitée deux fois, la moyenne des gousses formées renfermant des grains par plante est égale à 7 gousses pesant 100g ce qui donnerait un rendement à l'hectare estimé à 10 tonnes de gousses vertes. La biomasse d'*Orobanche* par plante dans la parcelle traitée est égale à 140g soit une réduction de 62 pour cent par rapport au témoin non traité. Le résultat aurait pu être meilleur si la deuxième application a été réalisée dans la date fixée (retard du aux conditions climatiques). Dans la parcelle semée en mi-décembre présente nettement moins d'infestation, le rendement serait d'environ 6 tonnes de gousses vertes/ha. La biomasse d'*Orobanche* est de 86g par plante soit une réduction de 76 pour cent par rapport au témoin semée 20 jours plus tôt. Le traitement au glyphosate sur la parcelle semée en mi-décembre a permis aux plantes de fève de produire 10.4 gousses/plante avec un poids de 194 g, pratiquement le double de celui de la parcelle traitée et semée en fin novembre. Au cours de cette séance, les agriculteurs ont également remarqué les dégâts causés par les larves de *Phytomyza orobanchia* à l'intérieur de certaines capsules d'*Orobanche*. Tous les agriculteurs étaient convaincus de l'efficacité de l'application du glyphosate et de l'effet du semis relativement tardif sur le développement du parasite.

Ecole de Fernana

La région de Fernana est une région située au Nord-Ouest de la Tunisie près de la frontière algérienne. Le phénomène de parasitisme par l'*Orobanche* (*Orobanche foetida*) est récent dans cette région. Les agriculteurs de la région n'ont même pas encore donné de nom au parasite et ne connaissent rien sur sa biologie. Les exploitations agricoles sont de petites tailles et de type familiale et la population est pauvre et manque de moyens.

Dans cette école le début du stade tubercule est observé lors de la séance du 07/04/05 et une première application du glyphosate à 60g m.a./ha est réalisée. La deuxième application n'a pu être réalisée que le 30/04/05 à cause des intempéries. Les résultats obtenus montrent que

l'effet de l'infestation par l'*Orobanche* sur la culture était moins important en comparaison avec le site du Derroua (Cap-Bon) et ce pour deux raisons essentielles: (i) le niveau d'infestation est plus faible à Fernana qu'à Derroua et (ii) le froid exceptionnel dans la région du Nord-Ouest a retardé l'apparition du parasite.

Le rendement moyen en grain sec de féverole (table 2) est estimé sur la parcelle témoin à 608kg/ha contre 1 516kg/ha sur la parcelle traitée deux fois au glyphosate. Quant au nombre de pieds d'*Orobanche* il est de l'ordre de 22 0000/ha pesant au total 319 kg de matière sèche. Le glyphosate a permis d'assurer une réduction de 81.8 pour cent et 86.5 pour cent du nombre et du poids d'*Orobanche* respectivement.

La lignée tolérante à l'*Orobanche* sans aucun traitement a donné un rendement de l'ordre voisin du traitement au glyphosate (1510kg/ha) avec une réduction du nombre et du poids d'*Orobanche* par rapport au témoin de l'ordre de 86.3 et 91.2 pour cent, respectivement.

Les agriculteurs ont pu apprendre dans cette école à différencier entre les différentes maladies des fèves et à reconnaître les insectes liés à cette culture et surtout la biologie de l'*Orobanche*, les moyens de lutte possible et les méthodes de quarantaine pour éviter la dissémination de ce fléau.

Tableau 2. Les résultats récapitulatifs de l'essai conduit à Fernana durant la campagne 2004/05

	Rendement en grains (kg/ha)	Nombre d' <i>Orobanch</i> <i>he</i> /ha	Poids sec d' <i>Orobanche</i> (kg/ha)
1 ^{ère} date – non traité (variété sensible)	608	22 0000	319
1 ^{ère} date – traité au glyphosate (variété sensible)	1 516	4 040	43
2 ^{ème} date – non traité (variété sensible) *	-	-	-
2 ^{ème} date – traité au glyphosate (variété sensible) *	-	-	-

* affectée par l'excès de pluie

Ecole d'Amdoun

La région d'Amdoun est traditionnellement connue par la culture des fèves et du pois chiche, mais à cause du problème d'*Orobanche* (*Orobanche foetida*), de nombreux agriculteurs ont abandonné la culture des fèves et l'ont remplacé par le tournesol ou d'autres cultures non parasitées par cette *Orobanche*. C'est une région montagneuse qui se trouve au nord de la ville de Béja, bien arrosée et à climat froid. Il y a une prédominance de petits agriculteurs qui pratiquent un assolement généralement biennal à base de céréales.

La formation accordée aux agriculteurs a été appuyée avec des échantillons ramenés de la station de l'INRAT de Béja. Une démonstration à blanc sur la méthode de traitement au

glyphosate est également faite sur la parcelle pour que les agriculteurs se familiarisent avec la technique.

4.2 Campagne 2005/2006

Contrairement à la campagne précédente, nous avons enregistré un manque important de pluie durant l'automne. L'hiver a été par contre très pluvieux et froid. Cependant, dès la deuxième décennie de mars, les températures ont subitement et anormalement augmenté de plus de 10°C ceci a été accompagnée par une absence de la pluie durant presque six semaines à un moment où les plantes ont besoin énormément d'eau.

Ecole de Menzel Témime

Comme la campagne précédente, les agriculteurs ont testé le traitement au glyphosate (deux applications à 60g m.a./ha) sur deux dates de semis en comparaison avec un témoin non traité. Les deux dates de semis sont le 29/11/05 et le 29/12/05. Un autre traitement suggéré par un des agriculteurs qui consiste à l'utilisation de semences anciennes de fèves a été testé. Le champ est planté par une variété de fève sensible à l'*Orobanche*.

Il s'avère que le traitement au glyphosate a été très efficace pour réduire le nombre et le poids d'*Orobanche* et augmenter substantiellement le rendement en gousses vertes. Quant il est combiné avec un semis tardif il donne une meilleure production en gousses vertes atteignant les 19.7 t/ha. Le semis tardif a lui seul a permis d'augmenter le rendement de 17 fois et a réduit le poids d'*Orobanche* d'environ cinq fois. L'utilisation de la semence ancienne telle que l'a suggérée un des agriculteurs a permis d'augmenter le rendement et de réduire l'infestation par l'*Orobanche*. Cette question mérite des études supplémentaires. Le résultat obtenu dans cette école a confirmé ceux de la campagne précédente.

Ecole d'El-Baldia

Les agriculteurs de cette école assistent pour la première fois à cette formation. Le protocole de l'essai consiste à tester l'effet du traitement au glyphosate en deux dates de semis (D1: 9/11/05 et D2: 5/12/05). La parcelle utilisée est infestée par l'*Orobanche foetida* d'après les agriculteurs de la région. En total, onze séances d'animation ont été tenues dans cette école entre le 9 novembre 2005 et le 22 mai 2006 qui ont permis aux agriculteurs une meilleure connaissance de l'*Orobanche* et les maladies et parasites de la culture des fèves. Ceci est vérifié à travers les tests d'évaluation de pré- et post formation. Nous nous sommes rendu compte que le niveau d'infestation de la parcelle n'est pas très élevé pour permettre de constater des dégâts très importants que peut entraîner l'*Orobanche* des fèves. En effet, les agriculteurs de la région ont remplacé la fève par le petit pois qui est non parasité par l'*Orobanche foetida* ce qui a sans doute entraîné la réduction du stock semencier existant dans le sol.

Tableau 3. Les résultats récapitulatifs de l'essai conduit à Menzel Témime durant la campagne 2005/06

	Nombre moyen de gousses/plante de fève	Poids moyen des gousses vertes/plante de fève (g)	Rendement en gousses vertes (t/ha)	Poids frais d' <i>Orobanch</i> he/plante de fève
1 ^{ère} date – non traité	0.5	10	1.0	260.0
1 ^{ère} date – traité au glyphosate	7.3	157	15.7	1.1
2 ^{ème} date – non traité	7.5	170	17.0	55.0
2 ^{ème} date – traité au glyphosate	10.7	197	19.7	1.6
1 ^{ère} date (semences anciennes)	5.7	160	16.0	107.0

Comme conséquence de cette faible infestation, le stade tubercule n'a pas pu être repéré à temps et le traitement au glyphosate est réalisé au moins avec un retard de deux semaines.

Les résultats obtenus par les agriculteurs sont résumés dans le tableau 4 suivant:

Tableau 4. Les résultats récapitulatifs de l'essai conduit à El-Baldia durant la campagne 2005/06

	Poids moyen des gousses vertes/ plante de fève (g)	Poids moyen frais d' <i>Orobanche</i> / plante de fève
1 ^{ère} date – non traité	58	45
1 ^{ère} date – traité au glyphosate	249	4
2 ^{ème} date – non traité	62	48
2 ^{ème} date – traité au glyphosate	185	15

Il s'avère que le meilleur résultat est obtenu avec le traitement au glyphosate mais en semis de novembre. Le semis tardif a été plus touché par le stress hydrique du mois d'avril.

Ecole d'El Mida-Loubna

Le site a été repéré lors de la visite du Dr. Baraket Abu Irmeilah et Dr. Bassem Bayaa en Juin 2005, où nous avons noté la présence de l'*Orobanche crenata* sur carotte. L'exploitant par ignorance et inconscience a arraché les carottes avec l'*Orobanche* et les a laissé ensemble en tas pour se dessécher afin de récupérer les semences des carottes et les vendre plus tard. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'installer une école chez lui.

Nous avons tenu dans cette école six séances durant la campagne entre le 01/12/05 et le 18/05/06. La parcelle est bien conduite avec une levée homogène. Les agriculteurs ont pu voir différents parasites et maladies des fèves et ont maîtrisé l'analyse de l'agro-écosystème. Malheureusement, nous n'avons pas pu observé d'attachements d'*Orobanche* sur les racines des fèves probablement à cause de la faible infestation de la parcelle qui nous a été accordée

par l'agriculteur. L'*Orobanche* est apparue à la fin avec une incidence très faible (inférieure à 1 pour cent) avec une telle incidence on ne peut espérer à un résultat convainquant.

4.3 Echanges de visites des écoles

Pour permettre aux agriculteurs de voir le travail réalisé dans les autres écoles et comparer les deux espèces d'*Orobanches* (*Orobanche crenata* et *Orobanche foetida*), on a organisé deux journées; une à Menzel Témime le 24 Avril 2006 où les agriculteurs d'El-Baldia et d'El-Mida-Loubna se sont déplacés pour voir le travail réalisé par les agriculteurs de Menzel Témime et une autre à El-Baldia le 4 Mai 2006 pour montrer les résultats obtenus par les agriculteurs de cette école aux agriculteurs de la région du Cap-Bon. Une soixantaine de participants (agriculteurs et responsables du secteur agricole) ont assisté à chacune des ces journées.

V. Utilité des écoles et contraintes rencontrées

La méthode de formation à travers les écoles champ est jugée intéressante par la majorité des ingénieurs et techniciens participants dans la formation des formateurs et les agriculteurs. Les vulgarisateurs en particulier ont eu la possibilité d'apprendre une autre méthode de vulgarisation qui ne demande pas beaucoup de moyens et plus convaincante pour passer le message voulu et relever le niveau intellectuel des agriculteurs.

Concernant les écoles, nous avons remarqué que la réussite était variable d'un site à un autre. Les écoles installées dans le Cap-Bon et dans le site d'El Baldia ont donné satisfaction. Les résultats des sites d'Amdoun et de Fernana sont moins satisfaisants du fait que les agriculteurs étaient moins emportés et enthousiastes pour assister aux séances. Il faut dire que les agriculteurs de ces régions sont généralement pauvres et des petits exploitants qui ont peu de moyens.

Dans le Cap-Bon, l'agriculture est assez diversifiée et les agriculteurs ont plus de moyens et sont plus formés et réceptifs. Pour cela nous avons rencontré moins de problème d'absentéisme et plus d'engagement.

VI. Conclusions et recommandations

Quoique nous n'ayons pas de grande tradition dans la conduite des écoles champ, les résultats obtenus et de l'avis des agriculteurs sont dans l'ensemble positifs. Certains agriculteurs qui ont renoncé à la culture des fèves pensent reprendre cette culture de nouveau après avoir constaté les bons résultats obtenus dans certaines écoles.

La formation des formateurs doit précéder l'installation des écoles et il est recommandé de la faire dans des stations expérimentales étatiques de préférence dans les institutions de recherche ou d'enseignement où le problème d'*Orobanche* existe.

Pour garantir une présence continue et une meilleure assiduité des agriculteurs, il faut probablement penser à accorder une petite prime de présence. Ceci permettrait aux

agriculteurs d'être mieux sensibilisés sur ce problème surtout dans les régions comme Fernana où le problème de l'*Orobanche* risquerait de prendre de l'ampleur de manière à condamner la culture des fèves traditionnellement ancrée dans cette région.

Du côté de la recherche, nous constatons une quasi absence de travaux de recherche conduits en Tunisie sur les *Orobanches* des autres cultures particulièrement le pois chiche, le pois, le carvi et les carottes et leur moyen de lutter contre. Avec le développement des pois chiches d'hiver, le problème d'*Orobanche* est en train de prendre de l'ampleur.

Remerciements

Les auteurs tiennent à présenter leurs très vifs remerciements à Monsieur Hasnaoui Zaidi le Directeur Général de la Protection et du Contrôle de la Qualité des Produits Agricoles et à Messieurs les Commissaires Régionaux de Développement Agricoles de Nabeul, de Jendouba et de Béja et à Monsieur Le Directeur Général de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie pour le soutien qu'ils ont accordé à cette action. Les remerciements s'adressent également à Mr Habib Jabnoun, Mr Jamel Marhbane, Mme Halima Ouchari, Mr Salah Lahmar, Mr Mongi Najjar, Mr Boujemaa Karbous, Mr Salah Aouidet, Mr Ammar Ghribi, Mr Mohamed Sakouhi, Mme Naouel Ben Boubaker, Mr Kamel Aouadi pour leurs efforts dans la réalisation de ce projet. Sans l'engagement et les sacrifices de certains agriculteurs, il n'était pas possible d'obtenir des résultats encourageants, toute l'équipe tient à les remercier chaleureusement.

Références

- Boeuf F. 1905. Les *Orobanches* en Tunisie. Journal d'Agriculture Pratique. 69^{ème} année – 1^{er} semestre – Nouvelle série – Tome 9, pages: 11-14.
- Chabrolin Ch. 1939. Contribution à la germination des graines d'*Orobanche* de la fève. Extrait des Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie. Tomes XIV-XV – 1937-1938; pages 92-144.
- Kharrat M. & M.H. Halila (1994). *Orobanche* species on faba bean (*Vicia faba* L.) in Tunisia: Problem and Management. In: Biology and Management of *Orobanche*, Proceedings du 3^{ème} atelier international sur l'*Orobanche* et le *Striga*. A.H. Pieterse, J.A.C. Verkleij & S.J. ter Borg (eds.), Amsterdam, Pays-Bas, 1994; pages 639-643.
- Kharrat M. & M.H. Halila (1996). Control of *Orobanche foetida* on *Vicia faba*: comparison between different control measures. In: Advances in parasitic plant research. Junta de Andalucia Ed., pages 734-738.
- Kharrat M. (1999). *Orobanche* research activities on faba bean in Tunisia. In: Resistance to *Orobanche*: The state of art . Congressos y Jornadas 51/99. Edité par: Junta de Andalucia (Espagne), pages 77-81.
- Kharrat M. & M.H. Halila (1999). Evaluation d'autres moyens de lutte contre l'*Orobanche foetida* Poir. sur *Vicia faba* L. In: Advances in parasitic weed control at on farm level. Joint action to control *Orobanche* in the WANA region. (vol. II). Kroshel J.,

- Abderabibhi M., Betz H. (eds.). Proceedings de l'atelier tenu à Rabat, Maroc, du 30 mars au 2 avril 1998, pages 259-264.
- Kharrat M. (2002). Sélection de lignées de féverole, résistantes à *Orobanche foetida*. Dans: Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb. Kharrat M., F. Abbad, M.H. Maatougui, M. Sadiki & W. Bertenbreiter (eds.). Atelier du réseau REMAFEVE/REMALA, Hammamet (Tunisie), du 30 janvier au 2 février 2002, page 92, (poster).
- Kharrat M. (2002). Etude de la virulence de l'écotype de Béja d'*Orobanche foetida* sur différentes espèces de légumineuses. Dans: Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb. Kharrat M., F. Abbad, M.H. Maatougui, M. Sadiki & W. Bertenbreiter (eds.). Atelier du réseau REMAFEVE/REMALA, Hammamet (Tunisie), du 30 janvier au 2 février 2002, page 89, (poster).
- Kharrat M., M. Zouaoui, K. Saffour & T. Souissi (2002). Lutte chimique contre *Orobanche foetida* sur la fève. Dans: Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb. Kharrat M., F. Abbad, M.H. Maatougui, M. Sadiki & W. Bertenbreiter (eds.). Atelier du réseau REMAFEVE/REMALA, Hammamet (Tunisie), du 30 janvier au 2 février 2002, page 90, (poster).
- Kharrat M., F. Abbad, M.H. Maatougui, M. Sadiki & W. Bertenbreiter (eds.). Atelier du réseau REMAFEVE/REMALA, Hammamet (Tunisie), du 30 janvier au 2 février 2002, page 88, (poster).
- Kharrat M. (2004). Progress in breeding for partial resistance to *Orobanche foetida* Poir. in faba bean (*Vicia faba* L.) in Tunisia. Poster présenté dans la 5^{ème} Conférence Européenne sur les Légumineuses à Graines et de la 2^{ème} Conférence Internationale du génomique et de génétiques des légumineuses, Dijon (France) 7-11 Juin 2004, page 358, (poster).
- Pottier-Alapetite G. 1981. Flore de la Tunisie: Angiospermes-dicotylédones, gamopétales. Publication: Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et Ministère de l'Agriculture. Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, 655-1190.
- Zermane N., J. Kroshel, T. Souissi, M. Kharrat (2001). Investigations on the *Orobanche* problem in Tunisia. In: A. Fer, P. Thalouarn, D.M. Joël, J.L. Musselmann, Ch. Parker, J.A.C. Verkleij (eds.), Proceedings du 7^{ème} Symposium International des Plantes Parasites, 5-8 Juin 2001 Nantes, France, pp. 46. (poster).
- Zermane N., J. Kroshel, T. Souissi & M. Kharrat (2002). Field survey on *Orobanche* infestation of faba bean in Tunisia. In Deininger A. (ed.). Proceedings of the Deutscher Tropentag, "Challenges to organic farming and sustainable land use in the tropics and subtropics", Univ. Kassel, Witzenhausen, Germany, (résumé), p. 79. <http://www.Tropentag.de/2002/pdf/proceedings.pdf>.
- Zouaoui M., 2000. L'*Orobanche*: répartition et essai de lutte chimique sur la fève. Projet de Fin d'Etude. Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie. Année Universitaire 1999/00, 50 Pages.

Zouaoui M., T. Souissi, N. Zermane & M. Kharrat (2002). L'*Orobanche*: Répartition et causes d'infestation. Dans: Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb.

Zouaoui Boutiti M., T. Souissi, N. Zermane & M. Kharrat (2004). Identification et évaluation des champignons ayant un potentiel dans la lutte biologique contre *l'Orobanche crenata* Forsk. Revue de l'INAT, Vol. 19, N°1:163-179.

***STRIGA* IN WEST AFRICA**

Gestion de *Striga* au Bénin

Gualbert Gbehounou
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)
ldcstrig@bow.intnet.bj

Résumé

Chaque groupe socio-culturel, dans les localités infestées désigne le *Striga* par un nom précis et sans ambiguïté. Ces noms locaux sont éloquentes et traduisent bien les pertes de récoltes qu'inflige le *Striga* au paysan. Le problème *Striga* a traversé plusieurs décennies sans que les solutions proposées par les services de recherche et de vulgarisation n'aient été adoptées à grande échelle. Toutefois, la gestion intégrée de *Striga*, basée sur l'association ou la rotation avec des légumineuses faux hôtes de *Striga hermonthica*, a été localement testée avec succès dans plusieurs pays. *Mais, que faire pour susciter la promotion à grande échelle des méthodes de lutte acceptables par les paysans pour une gestion durable du Striga?* Une approche participative et communautaire semble être la meilleure option.

En appui à l'ancrage communautaire de la gestion intégrée des espèces du genre *Striga*, le projet TCP/RAF/3008A, un projet pilote sous-régional de promotion de la lutte intégrée auquel participent le Bénin, le Burkina-Faso, le Niger, le Mali, le Sénégal et le Togo a été initié en 2005 et poursuivi en 2006, sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Dans ce cadre, la gestion intégrée du *Striga* est promue grâce à l'installation et à la conduite de champs écoles paysans. Une formation accélérée des formateurs a été organisée. Des champs écoles paysans ont été installés dans le département de l'Atacora au Nord-Bénin dans le village de Ouorou dans la commune de Cobly et dans les villages de Bouérou, Dasso et Sayakrou dans la commune de Péhunco.

Trois parcelles ont été mises en comparaison sur les champs écoles paysans dont deux parcelles de lutte intégrée: la parcelle de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W ou de sorgho en association avec la variété de niébé TVX 1850-01F et la culture pure de la variété de niébé TVX 1850-01F. Les deux parcelles de lutte intégrée sont comparées au témoin du paysan. La formation des formateurs s'est déroulée du 13 au 18 juin 2005, à la grande satisfaction des 16 participants. Au cours de la formation, lors d'une visite de terrain *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* un hôte sauvage de *Striga gesnerioides* a été découvert dans un champ d'arachide.

Au total 75 paysans ont été formés en deux ans sur les champs écoles à la gestion intégrée durable de *Striga hermonthica* en culture de maïs ou de sorgho. On peut conclure que les traitements appliqués sur les parcelles des champs écoles ont permis de maîtriser l'infestation de *Striga hermonthica* dont le parasitisme a été à peine observé. En général de bons niveaux de rendement ont été obtenus sur l'ensemble des parcelles, mais on ne peut pas conclure, pour plusieurs raisons, à une supériorité des rendements sur les parcelles de lutte intégrée.

L'innovation qui a suscité l'enthousiasme des paysans est l'introduction en association et en rotation de la variété de niébé TVX 1850-01 F accompagnée du traitement phytosanitaire à l'extrait aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens* dont la technique de préparation leur a été montrée au cours des sessions de champs écoles. L'auto diffusion en milieu paysan de la variété de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W et de la variété de niébé TVX 1850-01 F est un bon

indicateur de succès. Au vu des résultats obtenus, l'expérience du projet mérite d'être étendue à d'autres sites. Dans ce cadre, des alternatives au niébé TVX 1850-01 F qui est vulnérable au *Striga gesnerioides* pourraient être testées, des variétés de soja par exemple.

***Striga* management in Benin**

Summary

Each socio-cultural group in the various localities infested calls *Striga* a different name, that translates without ambiguity the damage it inflicts to crops. The *Striga* problem has persisted for several decades, as farmers did not adopt control measures on a large scale control. However, integrated management of *Striga* based on intercropping or rotation with leguminous false hosts was locally tested in several countries with success. Nevertheless, what can be done to promote on a large scale the adoption by farmers of integrated management measures? A community based approach seems to be the best option. An aide towards this goal came from the FAO sub-regional TCP/RAF/3008A project, that involved Bénin, Burkina-Faso, Niger, Mali, Sénégal and Togo and was initiated and implemented in 2005 and 2006. In this framework, the project integrated management of *Striga* was promoted using Farmer Field School (FFS). A rapid Training of Trainers (TOT) course was organized, followed by recruitment of facilitators and creation of field schools in the village of Ouorou, in the district of Cibly, and in the villages of Bouérou, Dasso and Sayakrou, in the district of Péhuncu.

Three different methods of management of *Striga* were compared, two of which were for integrated management, i.e., maize variety Acr 94 TZE Comp. 1-W or sorghum variety intercropped with cowpea variety TVX 1850-01 F a trap crop of *Striga hermonthica* and rotation with a pure stand of cowpea variety TVX 1850-01 F. The two integrated management options are compared with the farmer's control. The TOT course was organized from 13 to 18 June 2005, with the participation of 16 attendees. During the TOT course, while visiting a field, *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia*, a wild host of *Striga gesnerioides*, was discovered in a groundnut field.

In total, in two years 75 farmers were trained in the FFS to lasting integrated management of *Striga*. We can conclude that the methods utilized in the FFS permitted to master the infestation *Striga hermonthica*, and observe its parasitism. In general, good yield levels were obtained on all the methods, but, for several reasons, we cannot confirm a superiority of the yields on integrated management plots.

The innovation which farmers were most enthusiastic with was the introduction in intercropping and rotation of cowpea variety TVX 1850-01 F. This was successful as it was accompanied by control of pests with aqueous leaf extracts of *Hyptis suaveolens*, which was effective and locally available. Self diffusion of maize variety Acr 94 TZE Comp. 1-W and cowpea variety TVX 1850-01 F is a good indicator of success. Based on results obtained, the project experience deserves to be extended to several new sites. In this context, alternatives to cowpea variety TVX 1850-01 F, which may be vulnerable to *Striga gesnerioides* on heavily infested sites, should be tested, for example soy bean varieties.

I. Introduction

Les espèces du genre *Striga*, notamment *Striga hermonthica* et *Striga asiatica* sur les céréales (maïs, mil, sorgho et riz pluvial) et *Striga gesnerioides* sur le niébé (*Vigna unguiculata* [L] Walp.), sont des contraintes biotiques majeures à la production agricole en Afrique au Sud du Sahara.

Chaque groupe ethnique, dans les localités infestées désigne le *Striga* par un nom précis, sans ambiguïté. Ces noms locaux sont éloquents et traduisent bien les pertes de récolte qu'inflige le *Striga* au paysan (Gbèhounou, 2000). L'existence de noms locaux sans ambiguïté pour désigner le *Striga* est un indicateur d'une conscience collective du problème.

Le problème *Striga* a traversé plusieurs décennies sans que les solutions proposées par les services de recherche et de vulgarisation n'aient été adoptées à grande échelle. Plusieurs raisons expliquent ce constat. On peut dire que:

- 1) la recherche a longtemps misé sur la mise au point de variétés de céréales (maïs, sorgho et mil, notamment) et de niébé dotées de résistance qualitative aux effets bénéfiques spectaculaires. Or, dans tous les cas cette approche s'est soldée par un échec spectaculaire du fait de la non stabilité et de la non durabilité de ce type de résistance en milieu paysan.
- 2) les pratiques agronomiques, notamment l'utilisation des engrais minéraux et organiques, sont souvent contraignantes et coûteuses pour des cultures céréalières souvent produites à perte par les petits paysans confrontés au problème du *Striga*.

Dans ce contexte, la recherche sur les faux hôtes de ces dernières années, essentiellement conduite au Bénin, apporte des solutions acceptables pour les paysans parce qu'elles ne sont pas contraignantes (Gbèhounou, 1998). Il s'agit notamment de la lutte intégrée basée sur la culture mixte ou la rotation avec des légumineuses faux hôtes de *Striga hermonthica*.

La gestion intégrée de *Striga* basée sur l'association ou la rotation avec des légumineuses faux hôtes de *Striga hermonthica*, qui provoquent une germination suicide du parasite, a été localement testée avec succès dans plusieurs pays.

Le problème qui demeure est: *comment faire pour susciter la promotion à grande échelle des méthodes de lutte acceptables par les paysans pour une gestion durable du Striga?*

Une approche participative communautaire est la meilleure option pour résoudre ce problème. Dans ce cadre, la gestion intégrée du *Striga* est promue grâce à l'installation et à la conduite de champs écoles. Le champ école est utilisé comme une méthode de renforcement de capacité en milieu paysan. Les paysans qui participent aux champs écoles font des observations et des analyses minutieuses pour juger de l'opportunité d'appliquer un traitement phytosanitaire à leur culture (Bartlett, 2004). Les paysans participants planifient et conduisent collectivement des expérimentations pour apprendre davantage sur l'agro écosystème et testent ou adaptent de nouvelles méthodes de lutte. En outre, les paysans qui participent aux champs écoles organisent des activités qui profitent à d'autres membres de la communauté, y compris la formation d'autres paysans. Diverses expériences de champs écoles dans le cadre de plusieurs projets de lutte intégrée au Bénin confirment ce point de vue (Adda *et al.*, 2000; James *et al.*, 2005).

Deux années d'activités du projet TCP/RAF/3008A de lutte intégrée durable contre *Striga* ont été menées en 2005 et en 2006 en milieu paysan au Bénin. Les activités portent sur une

formation des formateurs (FDF) pour la conduite des champs écoles en 2005 et l'organisation des champs écoles en milieu paysan au Nord Bénin en 2005 et en 2006. La méthode utilisée pour atteindre les objectifs du projet et les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

II. Matériel et méthodes

L'exécution des activités a commencé après le lancement du projet, à Bamako au Mali les 13 et 14 avril 2005. Une formation accélérée des formateurs a été organisée au mois de juin à Bohicon (07°10, 2°4) dans le département du Zou, une région à deux saisons pluvieuses fortement infestée de *Striga gesnerioides* et *Striga hermonthica* dont les infestations sont remarquables au mois de juin. Deux facilitateurs ont été ensuite recrutés pour la conduite des champs écoles dans le département de l'Atacora au Nord Bénin dans le village de Ouorou dans la commune de Cobly (10°29, 1°) et dans les villages de Bouérou, Dasso et Sayakrou dans la commune de Péhunco.

L'identification des sites de champs écoles a été faite avec les paysans, en tenant compte de l'infestation de *Striga* et de la proximité d'un abri pour discuter des résultats après l'analyse de l'agro écosystème. Deux champs écoles ont été installés à Ouorou en 2005 (un pour les femmes sur le maïs et un pour les hommes sur le sorgho) et trois en 2006 (deux pour les femmes sur le maïs et un pour les hommes sur le sorgho). Dans la commune de Péhunco deux champs écoles ont été installés en 2005: un dans le village de Dasso sur le maïs et un dans le village de Sayakrou sur le sorgho, tandis qu'en 2006 trois champs écoles ont été installés dont un à Bouérou et un à Dasso sur le maïs et un à Sayakrou sur le sorgho.

Les innovations testées par les agriculteurs dans les champs écoles sont les suivantes:

- (1) la variété de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W dotée de résistance polygénique au *STRIGA hermonthica* en association poquets alternés avec la variété de niébé TVX 1850-01F un faux hôte de *Striga hermonthica*;
- (2) la variété de niébé TVX 1850-01F en culture pure;
- (3) les innovations ci-dessus indiquées sont mises en comparaison avec le témoin du paysan.

En ce qui concerne la culture du sorgho, la variété de maïs au traitement (1) ci-dessus est remplacée par la variété de sorgho fournie par le paysan, faute d'une variété améliorée. A cette variété de sorgho fournie par le paysan a été appliquée la fumure minérale recommandée par la recherche, contrairement à la pratique paysanne qui n'applique pas de fumure au sorgho. L'association du sorgho avec la variété de niébé TVX 1850-01F a été faite également en poquets alternés. La culture pure de la variété de niébé TVX 1850-01F et le témoin paysan sont également maintenus.

Au total trois parcelles ont été mises en comparaison sur les champs écoles dont deux parcelles de lutte intégrée: la parcelle de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W ou de sorgho en association avec la variété de niébé TVX 1850-01F et la culture pure de la variété de niébé TVX 1850-01F. La parcelle de culture pure de la variété de niébé TVX 1850-01F est prévue pour être suivie en rotation l'année suivante de la variété de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W en association avec la même variété de niébé. Cette rotation a fait ses preuves dans la lutte contre *Striga hermonthica* en milieu paysan (Gbèhounou et Adango, 2003). Chacune des trois parcelles d'un champ école a une superficie de 400 m².

III. Résultats et discussion

3.1. Formation des formateurs

La FDF s'est déroulée du 13 au 18 juin 2005, à Bohicon - Hôtel des Princes, à la grande satisfaction des 16 participants. Au cours de la formation, lors d'une visite de terrain *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* un hôte sauvage de *Striga gesnerioides* a été découvert dans un champ d'arachide. Cette découverte, qui fait l'objet d'une publication séparée a permis de clarifier que ce n'est pas l'arachide qui est parasitée mais plutôt *M. tridentata* subsp. *Angustifolia*. Une situation confuse qui a duré très longtemps venait d'être clarifiée.

3.2. Champs écoles

L'effet genre est remarquable dans la disponibilité des hommes et des femmes en ce qui concerne les jours de la semaine, comme le montre l'expérience à Ouorou. Il faut en tenir compte dans l'organisation des champs écoles pour limiter l'absentéisme. Les sessions de champs écoles sont consacrées à l'analyse de l'agro écosystème et à la prise de décision en ce qui concerne les actions à mener pour limiter la nuisance de *Striga* et des mauvaises herbes non parasites sur les cultures et la gestion des ravageurs du niébé. En ce qui concerne la gestion des mauvaises herbes les actions concernent essentiellement le sarclage. Quant à la gestion des déprédateurs du niébé les paysans appliquent en cas de besoin l'extrait aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens*, un pesticide botanique qu'ils préparent eux-mêmes.

Au total 75 paysans ont été formés en deux ans sur les champs écoles à la gestion intégrée durable de *Striga hermonthica* en culture de maïs ou de sorgho.

3.3. Rendements

Les tableaux 1, 2 et 3 ci-dessous font le point des rendements obtenus sur les parcelles des champs écoles.

En 2005 sur le champ école consacré au sorgho à Ouorou dans la commune de Cibly le rendement est plus élevé sur le témoin paysan ($2\,187,5\text{ kg.ha}^{-1}$) que sur la parcelle de lutte intégrée ($875,0\text{ kg.ha}^{-1}$). Plusieurs raisons expliquent ce constat. Les paysans sont conscients que l'engrais minéral est bénéfique pour le sorgho, l'ont exprimé et l'ont appliqué à leur parcelle témoin, alors que ce n'est pas leur pratique habituelle.

En outre, ils ont adopté un écartement au semis plus large, donc une densité de semis plus faible aussi bien pour le sorgho que pour le niébé. Cela a davantage réduit la compétition entre le sorgho et le niébé sur la parcelle témoin comparativement à la parcelle de lutte intégrée où les écartements de $0,8\text{m} \times 0,4\text{m}$ ont été adoptés aussi bien pour le sorgho que pour le niébé. Par ailleurs, les paysans ont pratiqué une association lignes alternées pour le niébé au lieu d'une association poquets alternés comme ce fut le cas sur la parcelle de lutte intégrée. Cela a davantage réduit la compétition entre le niébé et le sorgho. Par contre, à Sayakrou dans la commune de Péhunco le rendement du témoin paysan ($893,75\text{ kg.ha}^{-1}$) est plus faible que celui de la parcelle de lutte intégrée ($1.100,00\text{ kg.ha}^{-1}$).

Le grand bénéfice des champs écoles a été sans contexte l'introduction de la variété de niébé TVX 1850-01F accompagnée du traitement phytosanitaire à l'extrait aqueux de feuilles

d'*Hyptis suaveolens*. Cette innovation a augmenté la production du niébé et permet de réduire l'infestation de *Striga hermonthica*. Les paysans en ont tiré le bénéfice et en sont très satisfaits.

A preuve, l'autodiffusion observée à Sayakrou dans la commune de Péhunco. En effet dans ce village dix (10) paysans ont cultivé au total 2.5 ha de maïs *Acr 94 TZE comp. 5-W* et 1.25 ha de niébé *TVX 1850-01F*. Trois des dix paysans ont cultivé le maïs *Acr 94 TZE comp. 5-W* en association avec le niébé *TVX 1850-01F* et les sept autres paysans ont cultivé le maïs et le niébé séparément en culture pure.

L'autodiffusion est également manifeste à Ouorou, où la plupart des paysans cultivent la variété de niébé *TVX 1850-01F* qu'ils ont introduite en association sur leurs parcelles témoin.

Les traitements appliqués sur les parcelles des champs écoles ont permis de maîtriser l'infestation de *Striga hermonthica* qui a été à peine observé contrairement à l'infestation sur les champs alentours.

Tableau 1. Rendements sur les parcelles des champs écoles en 2005

Rendements dans la commune de Coby à Ouorou: année 2005		
<i>Traitement</i>	<i>Groupe des hommes avec sorgho</i>	<i>Groupe des femmes avec maïs</i>
Champ école sorgho		
Sorgho témoin paysan (+ niébé TVX 1850-01 F)	2.187,50 kg.ha ⁻¹	-
Sorgho IPM (fumure + TVX 1850-01 F)	875,00 kg.ha ⁻¹	-
Niébé TVX 1850-01F en culture pure	468,80 kg.ha ⁻¹	-
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho sur parcelle IPM	515,60 kg.ha ⁻¹	-
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho témoin paysan	421,90 kg.ha ⁻¹	-
Champ école maïs		
Maïs témoin paysan (+ niébé TVX 1850-01 F)	-	3.218,80 kg.ha ⁻¹ (Acr 92 TZE comp. 5-W dégénérée)
Maïs IPM (Acr 94 TZE Comp. 1-W + niébé TVX 1850-01 F)	-	2.093,80 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en culture pure	-	1.187,50 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec Acr 94 TZE 1850-01F sur parcelle IPM	-	437,50 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec maïs paysan	-	281,30 kg.ha ⁻¹
Rendements dans la commune de Péhunco: année 2005		
<i>Traitement</i>	<i>Village Sayakrou avec sorgho</i>	<i>Village Dasso avec maïs</i>
Champ école sorgho		
Sorgho témoin paysan (culture pure)	893,75 kg.ha ⁻¹	-
Sorgho IPM (fumure + TVX 1850-01 F)	1.100,00 kg.ha ⁻¹	-
Niébé TVX 1850-01F en culture pure	1.550,00 kg.ha ⁻¹	-
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho sur parcelle IPM	1.675,00 kg.ha ⁻¹	-
Champ école maïs		
Maïs témoin paysan (variété DMR en culture pure)		1.450,00 kg.ha ⁻¹
Maïs IPM (Acr 94 TZE Comp. 1-W + niébé TVX 1850-01 F)		1.418,75 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en culture pure		1.900,00 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec Acr 94 TZE 1850-01F sur parcelle IPM		1.425,00 kg.ha ⁻¹

Tableau 2. Rendements sur les parcelles des champs écoles, Cibly à Ouorou en 2006

Rendements en kg.ha ⁻¹ dans la commune de Cibly à Ouorou: année 2006			
<i>Traitement</i>	<i>Groupe des hommes avec sorgho</i>	<i>Ancien groupe des femmes avec maïs</i>	<i>Nouveau groupe des femmes avec maïs</i>
Champ école sorgho			
Sorgho témoin paysan (+ niébé TVX 1850-01 F)	531.25 kg.ha ⁻¹	-	-
Sorgho lutte intégrée (fumure + TVX 1850-01 F)	1437.50 kg.ha ⁻¹	-	-
Niébé TVX 1850-01F en culture pure	1125.00 kg.ha ⁻¹	-	-
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho sur parcelle IPM	218.75 kg.ha ⁻¹	-	-
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho témoin paysan	281.25 kg.ha ⁻¹	-	-
Champ école maïs			
Maïs témoin paysan (+ niébé TVX 1850-01 F)	-	490.63 kg.ha ⁻¹ (variété maïs Acr 92 TZE comp. 5-W dégénérée)	2578.13 kg.ha ⁻¹ (variété maïs DMR-ESRW)
Maïs lutte intégrée (Acr 94 TZE Comp. 1-W + niébé TVX 1850-01 F)	-	396.88 kg.ha ⁻¹	2343.75 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en culture pure	-	462.50 kg.ha ⁻¹	937.5 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec Acr 94 TZE 1850-01F sur parcelle IPM	-	209.38 kg.ha ⁻¹	- Etouffement niébé par maïs a annulé rendement
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec maïs paysan	-	440.63 kg.ha ⁻¹	343.75 kg.ha ⁻¹ (densité plus faible de niébé sur témoin paysan)

Tableau 3. Rendements sur les parcelles des champs écoles, Péhunco en 2006

Rendements en kg.ha ⁻¹ dans la commune de Péhunco: année 2006			
<i>Traitement</i>	<i>Village Sayakrou avec sorgho</i>	<i>Village Dasso avec maïs</i>	<i>Village Bouérou avec maïs</i>
Champ école sorgho			
Sorgho témoin paysan (culture pure)	1.293,75 kg.ha ⁻¹		
Sorgho lutte intégrée (fumure + TVX 1850-01 F)	1.175,00 kg.ha ⁻¹		
Niébé TVX 1850-01F en culture pure	1.837,50 kg.ha ⁻¹		
Niébé TVX 1850-01 F en association avec sorgho sur parcelle IPM	1.800,00 kg.ha ⁻¹		
Champ école maïs			
Maïs témoin paysan		1.537,50 kg.ha ⁻¹ (variété maïs <i>DMR-ESRW</i> en culture pure)	1.575,00 kg.ha ⁻¹ (variété maïs QPM Faaba en culture pure)
Maïs lutte intégrée (Acr 94 TZE Comp. 1-W + niébé TVX 1850-01 F)		1.431,25 kg.ha ⁻¹	1.431,25 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en culture pure		1.950,00 kg.ha ⁻¹	1.925,00 kg.ha ⁻¹
Niébé TVX 1850 -01 F en association avec Acr 94 TZE 1850-01F sur parcelle IPM		1.900,00 kg.ha ⁻¹	1.625,00 kg.ha ⁻¹

IV. Conclusions et recommandations

Une découverte importante a été faite dans le cadre de l'exécution du projet, celle de *Merremia tridentata* subsp. *Angustifolia*, hôte sauvage de *Striga gesnerioides*. On peut conclure que les traitements appliqués sur les parcelles des champs écoles ont permis de maîtriser l'infestation de *Striga hermonthica* dont le parasitisme a été à peine observé. En général, de bons niveaux de rendement ont été obtenus sur l'ensemble des parcelles, mais on ne peut pas conclure à une supériorité des rendements sur les parcelles de lutte intégrée pour plusieurs raisons. L'innovation qui a suscité l'enthousiasme des paysans est la variété de niébé TVX 1850-01 F accompagnée du traitement phytosanitaire à l'extract aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens* dont la technique de préparation leur a été montrée au cours des sessions de champs écoles. L'auto diffusion en milieu paysan de la variété de maïs Acr 94 TZE Comp. 1-W et de la variété de niébé TVX 1850-01 F est un bon indicateur de succès. Au vu des résultats obtenus, l'expérience du projet mérite d'être étendue à d'autres sites. Dans ce cadre, des alternatives au niébé TVX 1850-01 F qui est vulnérable au *Striga gesnerioides* pourraient être testées, par exemple des variétés de soja.

Remerciements

Nous exprimons ici notre gratitude à la FAO pour le financement et la coordination technique du projet *TCP/RAF/3008 A*. Un vif remerciement va à l'endroit de Dr Ricardo Labrada, coordonnateur technique du projet au siège de la FAO à Rome, qui s'est considérablement investi pour la bonne marche du projet, aussi bien sur le plan technique qu'administratif. Que les collègues de l'équipe Recherche-Développement du département de l'Atacora, messieurs Hinvi Jonas et Nonfon Richard, reçoivent ici le témoignage de notre gratitude. Ils se sont investis sans réserve dans le bon déroulement du projet. Notre reconnaissance va également aux facilitateurs des champs écoles, messieurs Lamboni Nestor et Adjin Christophe à Ouorou dans la commune de Cobly et Adande Célestin dans la commune de Péhunco. Leur participation aux activités du projet, dans des conditions bien souvent difficiles a permis d'atteindre les résultats escomptés. Merci au Responsable Communal de la Promotion Agricole (RCPA) de Péhunco pour son intérêt soutenu dans le cadre des activités du projet. Des gratitudes méritées vont aux autorités de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) qui ont apporté le soutien administratif et logistique indispensables à la bonne marche du projet.

Références

- Adda, S., Coffi, A. and Kakpo, Z. B. 2000. Report on a season long farmer field school for cowpea integrated pest management in Republic of Benin. *Technical report*. Projet Niébé (BJ 002906). Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC).
- Bartlett, A. 2004. Entry points for empowerment. Technical report for CARE, Bangladesh.
- Gbèhounou, G. 1998. Seed ecology of *Striga hermonthica* in the Republic of Bénin: *host specificity and control potentials*. Doctorate thesis. Vrije universiteit, Amsterdam.
- Gbèhounou, G. 2000. Kao et les pharaoniens (Les contes *Striga*). Editons INFRE Porto-Novo. ISBN 99919-916-0-3.
- Gbèhounou, G. and Adango, E. 2003. Trap crops of *Striga hermonthica*: in vitro identification and effectiveness *in situ*. *Crop Protection* 22: 395-404.
- James, B., Atcha, C., Godonou, I., Baimey, H., Adango, E., Boulga, J., Goudégnon, E. and Zannou, E. 2005. Healthy vegetables through participatory IPM in peri-urban areas of Benin.

Lutte Integree durable de *Striga* à Burkina Faso

O. Ouedraogo, J. Ouedraogo, H. Traore et G. Diasso
Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)
inera.direction@fasonet.bf

Résumé

Le Burkina Faso fait parti des pays les plus infectés par le *Striga* en Afrique. Les infestations sont très fortes et il n'est pas étonnant de voir des champs abandonnés. Le *Striga hermonthica* et le *Striga gesnerioides* sont les deux espèces les plus ubiquistes, les plus importantes et causant des pertes économiques au pays. Le problème *Striga* n'a pas cessé de prendre de l'ampleur puis est devenu de nos jours un fléau empêchant les producteurs de produire pour leur auto suffisance et contribuer en soit peu à la lutte contre la pauvreté. Les producteurs avec leurs pratiques de lutte peu efficaces ne connaissent pas la biologie du *Striga*, ils ignorent l'existence de méthodes modernes de lutte contre le parasite identifiées par les chercheurs burkinabè. Une opportunité est offerte par le Projet TCP/RAF/3008 pour aider la recherche à diffuser auprès d'eux et susciter l'adoption de méthode intégrée de lutte contre le *Striga*. Ceci s'est fait à travers la formation de 25 formateurs sur la biologie et les méthodes de lutte contre le *Striga*, suivi de la formation des producteurs à travers les champs écoles. Au total 129 producteurs ont été formés en deux années. Les champs écoles ont eu pour socle deux types de parcelles expérimentales: a) methode culturale de lutte contre *Striga hermonthica* du sorgho; b) resistance variétale dans la lutte contre *Striga gesnerioides* du niébé. Les résultats obtenus sont satisfaisants car l'expérience de la première année a permis de poursuivre la formation des champs écoles en ajoutant un autre site et de confier la conduite des activités à des collègues d'anciens apprenants. Ceci témoigne de la prise de conscience du problème *Striga* par les producteurs et de leur détermination à lutter contre le *Striga*. Cette expérience mérite de se poursuivre pour atteindre un plus grand nombre de producteurs dans plusieurs provinces du Burkina Faso.

Sustainable Integrated *Striga* management in Burkina Faso

Summary

Burkina Faso is one of the most *Striga* infested areas of Africa. Very severe crop infections are frequently reported, which resulted in farmers decision to abandon their fields. *Striga hermonthica* and the *Striga gesnerioides* are the major and most ubiquitous *Striga* species, which cause economic damages. Currently, *Striga* is a challenge to achieving food security and reducing poverty. Farmers commonly ignore the *Striga* biology as well as the improved *Striga* control methods developed by Burkina Faso researchers; this justifies the inefficiency of their practices to alleviating *Striga* problem. Therefore, TCP/RAF/3008 project is perceived as an opportunity for supported the research efforts, through extending the technologies and enhancing the adoption of integrated *Striga* control methods by farmers. An attempt to fill such gaps was initiated by training 25 trainers about *Striga* biology and control methods, and coupled with a tight follow up realized through farmer field schools. Thus, 129 producers have been trained within two years. The farmer field school training courses have been based on experimenting two kinds of plots: a) cultural practices as a way for controlling

Striga hermonthica on sorghum; and b) genetic resistance as another way for controlling *Striga gesnerioides* on cowpea. Promising results were obtained in that, the first year experiment has given raise to the implementation of a farmer field school under the rule of the above and former trainees. This highlights the extent to which producers are currently aware of *Striga* problem and will to overcome *Striga*. Such an experience is worth being extended to more producers other provinces of Burkina Faso.

I. Introduction

Il ne fait aucun doute que le *Striga* est devenu une des contraintes majeures de la production céréalière en Afrique. Cette plante parasite menace la vie de 100 millions d'africains et les 2/3 des 73 millions d'hectares alloués à la production céréalière sont sérieusement menacées (Lagoke *et al.*, 1991).

L'ampleur du problème a amené les chercheurs africains à se pencher plus d'avantage sur les stratégies et méthodes de lutte contre ce parasite dévastateur de la production céréalière. L'expérience de l'Afrique en matière de Lutte contre le *Striga* se résume en des activités multiformes menées dans les services nationaux de recherche et de structures internationales de recherche.

Depuis les travaux de Ouédraogo, (1995) donnant la répartition des différentes espèces de plantes parasites au Burkina Faso et aussi leur importance, le problème *Striga* s'est toujours accentué. Le *Striga hermonthica* et le *Striga gesnerioides* sont les deux espèces les plus ubiquistes, les plus importantes et causant des pertes économiques au pays. Beaucoup de producteurs voient leurs exploitations dévastées par ces parasites sans pouvoir rien faire.

Les méthodes de lutte pratiquées par les paysans sont variées mais ne constituent pas un paquet de lutte intégrée. On assiste à l'utilisation de fumure organique qui est limitée dans sa production par l'insuffisance du matériel végétal; la rotation culturale et la jachère qui se trouvent ralenties par le manque de terre; la lutte biologique et les pratiques mystiques de lutte qui restent non diffusées et gardées sous le couvert mystérieux.

La recherche quant à elle fait des grands pas dans l'identification de méthodes de lutte efficaces contre le *Striga*. Plusieurs méthodes de lutte sont disponibles. On cite la lutte chimique avec quelques herbicides (Ouédraogo, 1995), (Traoré *et al.*, 2000); la résistance variétale Ouédraogo *et al.*, 2001; les faux-hôtes du *Striga* (Ouédraogo, 2000); la rotation ou l'association culturale avec des légumineuses faux-hôtes du *Striga* (Ouédraogo, 2001); la lutte biologique avec le *Smicronyx* (Traoré *et al.*, 1996, 1997) et le *Fusarium oxysporium* (Yonli *et al.* 2004, 2005); la lutte intégrée à base de variétés résistantes ou tolérantes au *Striga*, de fumure organique ou minérale, d'arrachage ou désherbage chimique (Ouédraogo, 1995).

Les méthodes de lutte contre le *Striga* trouvées par la recherche restent malheureusement inconnues et inexploitées par les producteurs. Quelques unes sont pratiquées à faible échelle par les producteurs. Il est donc nécessaire de diffuser les méthodes de lutte disponibles contre le *Striga* pour leur utilisation à grande échelle par ces derniers. Le Projet TCP vient à point pour essayer de résoudre cette lacune par une démarche pilote dispensant les producteurs de connaissances sur le *Striga* et de méthodes de lutte adaptées à leurs conditions de vie.

Deux années consécutives (campagnes agricoles 2005 et 2006) le Burkina Faso a conduit des activités de lutte intégrée contre le *Striga* à travers les champs écoles, au compte du projet TCP/RAF/3008. Le projet a intervenu dans deux provinces du Burkina; Oubritenga et Kouritenga.

II. Résultats et discussion

En 2005 le site de Gambaga constituait un champ école de 25 apprenants repartis en cinq groupes tandis qu'à Donsin il était question aussi de 1 champ école de 15 apprenants repartis en 3 groupes. L'expérience enrichissante des champs écoles de 2005 a permis de constituer en 2006 à Gambaga deux champs écoles avec 34 apprenants encadrés par un collège de formateurs de huit anciens apprenants (6 paysans et 2 techniciens de l'agriculture); à Donsin et Somnawaye quatre champs écoles avec 55 apprenants encadrés par deux collèges de huit anciens apprenants (tous paysans). On compte au total en deux années 129 producteurs formés.

La formation s'est faite en champs sous forme d'école permettant ainsi aux producteurs de voir réellement de quoi le sujet traite. Les facilitateurs ont proposé et exécuté un guide pour les travaux de groupes qui se compose comme suit:

1. connaissance du *Striga* (morphologie, physiologie): Observations au niveau des parcelles, présence du *Striga*, spéculation attaquée, importance de l'attaque;
2. description du type de *Striga*: nombre de tiges, hauteur, fixation des feuilles, forme des feuilles, couleur des feuilles, différences entre *Striga* du sorgho et celui du niébé; comment le *Striga* attaque son hôte; les symptômes, conditions pour qu'il ait *Striga*;
3. méthodes de lutte contre le *Striga*: Méthodes culturales de lutte; lutte chimique; lutte biologique; lutte intégrée: combinaison de deux ou trois méthodes de lutte; utilisation de variétés résistantes ou tolérantes au *Striga*; utilisation de substances végétales.

Les tests en parcelles des champs écoles de 2005 se sont limités surtout sur l'aspect formation sur la biologie du *Striga* et sur la démonstration de méthodes de lutte efficaces et applicables. En 2006 l'estimation des densités de *Striga* et l'évaluation des rendements sont présentées ici.

2. 1 Méthode culturale de lutte contre *Striga hermonthica* du sorgho

2.1.1. *Densités de Striga*. Le *Striga hermonthica* est plus représenté dans les parcelles de sorgho local en culture pure (Tableau 1). L'association céréale avec niébé/faux hôte du *Striga* réduit l'infestation de *Striga hermonthica*. Ceci est confirmé ici, confer les densités dans les deux localités: 0,68 plants /m² contre 4,20 plants à Gambaga et trois plants /m² contre 17 plants / m² à Somnawaye. La variété de niébé améliorée K VX 61 – 1 est indomestiquée de *Striga gesnerioides*.

Tableau 1: Densité de *Striga hermonthica* et *Striga gesnerioides*, nombre de plantes/m².

Localités	Densité de <i>Striga</i> (plants/m ²)				
	Sorgho F2-20	+ Niébé K VX 61-1	Sorgho Local	Sorgho Local	+ Niébé K VX 61-1
Gambaga	0,32	0	4,20	0,68	0
Donsin	0	0	17	3	0

2.1.2 Rendements. Le tableau 2 présente les rendements obtenus dans les différentes localités. Gambaga n'a pas enregistré de récolte de sorgho dans les différentes parcelles. Ceci est dû à l'attaque de la mouche du sorgho qui a provoqué des fontes d semis et aussi à la poche de sécheresse enregistrée en septembre. A Donsin la variété de Sorgho F2-20 dont le cycle est plus court que la variété locale et plus exigeante en humidité n'a pas trouvé les conditions favorables pour produire. Le sorgho à Somnawaye a donné des rendements allant de 325 kg.ha⁻¹ (F2-20) à 600 kg.ha⁻¹ (sorgho local). Le rendement de niébé, K VX 61-1 quant à lui varie de 375kg/ha à 605 kg.ha⁻¹. Ceci montre une fois de plus que l'association sorgho niébé est rentable pour le producteur car dans des conditions favorables il peut récolter deux produits cas de Somnawaye et dans le pire des cas un seul produit; cas de Gambaga et Donsin (Ouédraogo, 1995).

Tableau 2: Rendement de sorgho et de niébé, kg.ha⁻¹.

Localités	Rendement Kg.ha ⁻¹				
	Sorgho F2-20	+ Niébé K VX 61-1	Sorgho Local	Sorgho Local	+ Niébé K VX 61-1
Gambaga	0	425	0	0	375
Donsin	357,5	605	525	325	497,5
Somnawaye	325	450	600	350	460

2.2 Résistance variétale dans la lutte contre *Striga gesnerioides* du niébé

Le tableau 3 récapitule les densités et les rendements de niébé obtenus dans les parcelles test des camps écoles. Le *Striga gesnerioides* est présent dans les parcelles de niébé local avec une forte prédominance à Donsin. La variété K VX 61-1 confirme sa résistance au *Striga gesnerioides*. La faible densité observée à Gambaga n'est pas surprenant car les études menées par le Programme Oléo protéagineux de l'INERA stipule que K VX 61-1 peut enregistrer une faible infestation dans cette zone. Il serait question de race physiologique virulente (Ouédraogo J.).

Le rendement de niébé local obtenu à Donsin est le plus élevé comparé aux rendements de K VX 61-1. L'association de producteurs de niébé de la localité explique cette hausse par les

traitements insecticides qu'a reçu la variété conformément aux recommandations du protocole de test du champ école. On remarque tout de même qu'en matière de résistance au *Striga* cette variété induit une forte infestation (Tableau 3).

Tableau 3: Densité de *Striga gesnerioides* plants/m²; rendement de niébé Kg.ha⁻¹

Localités	Densité de <i>Striga</i> (plants/m ²)		Rendement Kg.ha ⁻¹	
	Niébé K VX 61-1	Niébé Local	Niébé K VX 61-1	Niébé Local
Gambaga	0,2	6,64	640	128
Donsin	0,0	22	512	768
Somnawaye	-	-	725	410

III. Conclusions et Recommandations

Les travaux sur les parcelles expérimentales sont exécutés par les producteurs eux-mêmes, ce qui leur a permis de faire toutes les observations consignées dans les protocoles d'expérimentation.

Un plus a été obtenu en deuxième année avec l'estimation des rendements dans quelques parcelles expérimentales suivi d'un calcul économique fait par les producteurs. Ceci est d'autant plus important qu'à partir des rendements obtenus et du calcul, il se dégage l'efficacité d'une méthode de lutte comparativement à une autre.

Il est important de souligner l'engouement des producteurs au cours des deux années de formations. Ils se sont exprimés lors de la cérémonie de clôture à Donsin en leurs termes. Cette formation qui se base sur l'observation directe dans le champ, de l'évolution de la plante dans son milieu, de ses attaques, ses maladies et la recherche de solutions personnelles semble la meilleure façon de faire assimiler très facilement, efficacement et rapidement les producteurs les techniques de production et les méthodes de lutte appropriées contre les ennemis des cultures.

Références

- Lagoke S. T. O., Parkinson V. & Agunbiade R. M. (1991) Parasitic weeds and control methods in Africa. In: Combating *Striga* in Africa, Proceedings of an International Workshop, 3-14 August 1988, Ibadan, Nigeria (K. Kim (Eds): IITA.
- Ouedraogo, J.T., Olivier, A., Dubé, M.P., Dabiré, C., St-Pierre, C.A., Timko, M.P., and Belzile, J. F. 2001. Utilisation des marqueurs moléculaires en sélection: Applications à la résistance au *Striga* chez le niébé. In: Des modèles biologiques à l'amélioration des

- plantes. *Edited by* Hamon, S. IRD editions, Collection "Colloques et Séminaires", ISSN: 0767-2896 ISBN: 2-7099-1472-7, Paris. p371-386.
- Ouédraogo O., 1995. Contribution à l'étude de quelques Phanérogames parasites des cultures au Burkina Faso: incidence, biologie et méthodes de lutte. Thèse de Doctorat. UPMC, Paris 6, 95 p.
- Ouédraogo O., 2000. Rapport d'activité de recherche, Programme Céréales Traditionnelles, INERA, 29 p.
- Ouédraogo O., 2001. Rapport d'activité de recherche, Programme Céréales Traditionnelles, INERA, 32 p.
- Traoré D., Vincent C., & Stewart R. K. (1996). Association and synchrony of *Smicronys guineanus* and *Smicronys umbrinus* (Coleoptera: Curculionidea) and the parasitic weed *Striga hermonthica* (Del.) Benth. (Scrophulariaceae). *Biological Control*, 3: 307-315.
- Traoré D., Vincent C., & Stewart R. K. (1997). Possibilités de manipulation de *Smicronys guineanus* Voss et *S. umbrinus* Hustache (Coleoptera: Curculionidea) pour la lutte biologique contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth. (Scrophulariaceae). In: Quatrième Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture, 6-8 Jan., le Corum, Montpellier, France. Tome 2, pp 649-656.
- Traoré H., Ouédraogo O. & Sallé G. (2000). Contrôle du *Striga hermonthica* (Del.) benth. par la combinaison du 2,4-D ou de l'arrachage à la variété. *Etudes et Recherches Sahéliennes*. 4-5: 87-94.
- Yonli D., Traoré H., Hess D.E., Aabbasher A.A., Sérémé P. and Sankara P., 2005. Biological control of witchweed in fields of Burkina Faso using isolates.
- Yonli D., Traoré H., Hess D. E., Sankara P. & Sérémé P., 2006. Effect of growth medium, burial distance and depth of *Striga* seeds on efficacy of *Fusarium* isolates to control *Striga hermonthica* in Burkina Faso. *Weed Research*, 46: 73-81.

Gestion de *Striga* au Mali

Mountaga Kayentao
IER, Mali
mkayentao@ier.ml

Résumé

Le *Striga* constitue une véritable contrainte pour les cultures vivrières (mil, sorgho, maïs et niébé). Avec l'assistance de la FAO un projet de lutte intégrée durable contre le *Striga* a été mené dans six pays en Afrique de l'Ouest Benin, Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal et Togo.

Cette assistance à consister à renforcer les capacités nationales grâce a un processus d'apprentissage participatif qui fait intervenir les champs écoles.

Il a permis de former au Mali 25 agents vulgarisateurs venants des structures déconcentrées de la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA) et de la haute vallée du Niger (OHVN). Les agents concernés ont été formés pour dispenser la formation participative et encadrer les champs écoles en vue d'une lutte intégrée durable sur le *Striga* dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses. Il a été formé plus d'une cinquantaine de paysans en matière de lutte intégrée contre le *Striga* dans la zone de Kolokani.

La méthode de lutte intégrée durable contre le *Striga* a été une association de culture sorgho/niébé. Elle permis de diminuer le niveau d'infestation dans les Champs Ecoles des Paysans à Kolokani.

***Striga* Management in Mali**

Summary

Striga constitutes a major constraint to the production of food crops, such as millet, sorghum, maize and cowpea. With the assistance of FAO, a project on integrated sustainable management of *Striga* was implemented in six West African countries, including Mali.

The project helped to strengthen national capacities through the implementation of a training participatory process, which consisting of the development of Farmer Field Schools. Initially a total of 25 extension workers from the local structures of the National Agriculture Direction (DNA) and the Upper Valley Niger Office (OHVN) were trained on the methodology of participatory training for farmers and on integrated management of *Striga* in cereals and leguminous crops. After the initial training, Farmer Field Schools were set up, where about fifty farmers were trained on integrated management of *Striga* in Kolokani's areas.

Using this training methodology farmers learned that for sustainable integrated management of *Striga* mixed cropping of sorghum and cowpea in alternated rows allows the reduction of stand parasite up to 70- 80 percent at Kolokani.

I. Introduction

Le problème du *Striga* menace la production vivrière et le bien être des populations dans les zones semi-arides en Afrique et en Asie. Les deux tiers des 73 millions d'hectares réservés à la culture céréalière sont sérieusement affectés (Lagoke, 1991). Sauerborn (1991) estime à 21 millions d'hectares la superficie en cultures céréalières infestée par le *Striga* en Afrique et à plus de 4,1 millions de tonnes, pour l'Afrique de l'Ouest cette perte atteint les 40 pour cent de la production céréalière et plus d'un million de tonnes de pertes annuelles. Cette situation entraîne en conséquence des pertes importantes de devises pour le continent africain.

Le *Striga* constitue un problème au Mali dans toute sa zone agricole. Des études réalisées par l'ICRISAT (Sanogo et al, 1992) dans la zone Mali-sud estimait les pertes de rendements à 39 pour cent, 41 pour cent et 47 pour cent respectivement pour le maïs, le sorgho et le mil sur les surfaces infestées.

Il existe 15 espèces de *Striga* au Mali, parmi lesquelles quatre espèces qui ont pour le moment une importance économique car elles sont responsables de la plupart des dégâts. Il s'agit de *Striga hermonthica*, *Striga passargei* (mil, sorgho, maïs et riz pluvial) *Striga aspera* (maïs) qui s'attaquent aux céréales et *Striga gesnerioides* (niébé) qui parasite les légumineuses.

Les deux principales espèces de *Striga* qui s'attaquent à l'association céréales/niébé:

- *Striga hermonthica* sur le mil et sorgho

- *Striga gesnerioides* sur le niébé

Ces deux *Striga* sont présents sur près de 82 pour cent des champs cultivés infestés.

Les paysans les plus démunis sont touchés entraînant ainsi des conséquences énormes.

Les méthodes de lutte contre le *Striga* au Mali

Traditionnellement on distingue les méthodes agronomiques:

La jachère. Elle est pratiquée dans les milieux où les disponibilités de terres cultivables sont grandes et convient ainsi à un système de culture itinérante à faibles intrants. Ce qu'il faut reconnaître c'est que cette solution n'est effective que si la durée de la jachère est longue. De plus en plus, cette condition n'est pas remplie dans plusieurs localités à cause de la pression croissante sur les terres agricoles provoquée par l'augmentation progressive des populations humaines et animales. La méthode de la jachère est de moins en moins efficace à cause de l'élargissement progressif de la gamme de plantes hôtes aux herbacées sauvages.

Les plantes "faux hôtes". Le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L) provoque la germination des graines de *Striga* sans être parasitées. En zone Mali Sud où le système de culture à base de coton est très répandu, la culture du coton dans la rotation avec des cultures sensibles, entraîne une certaine diminution du stock de graines de *Striga* du sol. La culture du coton dans cette zone a le double avantage d'améliorer la fertilité du sol par les apports importants de fertilisants pour le développement de cette culture et de provoquer la germination des graines de *Striga*. Cette pratique constitue une lutte de longue haleine si le stock de graines dans le sol est important et si les plantes sensibles interviennent fréquemment dans le système de culture.

Le sarclage ou l'arrache manuel. Il est une des méthodes les plus simples effectuées par les paysans démunis. Si le sarclage est effectué avant la formation des graines de *Striga* il devrait permettre de réduire progressivement le niveau d'infestation du *Striga* et améliorer en conséquence les rendements de la campagne en cours et ceux des campagnes suivantes. Il faut quand même faire remarquer que cette solution à elle seule n'assure qu'une légère augmentation des rendements des cultures en cours de campagne car le *Striga* cause plus de dégâts avant son émergence. En plus la faisabilité et la rentabilité de cette pratique ne constituent pas une évidence sur les parcelles très infestées, car l'opération demanderait plus de travail. Malgré l'accessibilité de la pratique pour le paysan elle a un coût très élevé en main d'œuvre. Pour son efficacité il est indiqué que cette méthode doit être associée à d'autre technique de lutte.

La fertilisation. Traditionnellement il est connu des paysans que la fumure organique joue un rôle très important dans la lutte contre le *Striga*. Tous les types de fumures organiques (ordures ménagères, fumier de parc, compost) sont reconnus pour leur efficacité. La contrainte majeure à l'adoption des apports de fertilisants est d'ordre économique. Le paysan manque le plus souvent d'argent pour se procurer des fertilisants minéraux ou disposent de peu de facteurs de production de la fumure organique.

II. Matériels et méthodes

Le projet de lutte intégrée durable contre le *Striga* TCP/RAF/3008 (A) a duré deux ans, 2005 et 2006. L'exécution du projet a porté sur deux aspects essentiels la formation des formateurs (FDF) et la conduite des champs écoles paysans (CEP).

La formation des formateurs (FDF)

Elle a concerné 25 agents vulgarisateurs venants des structures déconcentrées de la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA) et de la haute vallée du Niger (OHVN). Les agents concernés ont été formés pour dispenser la formation participative et encadrer les champs écoles en vue d'une lutte intégrée durable sur le *Striga* dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses.

La formation s'est déroulée en trois sessions juin, août et septembre, en rapport avec le développement phénologique de la culture (sorgho, niébé) et du *Striga*.

FDF à Kolokani

Les cours de FDF ont été dispensés pendant les trois sessions de formation par un formateur en Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs (GIPD), un agronome chercheur à Sotuba, et l'expert national du projet de *Striga*. Les participants à la formation ont pu suivre les différentes phases du développement de la culture du sorgho et du niébé du semis jusqu'à la floraison, le *Striga* de l'émergence à la floraison et formation des capsules.

A la fin de ces trois sessions de formation les participants ont montré une très grande satisfaction pour les nouvelles connaissances qu'ils ont acquises sur les techniques de lutte intégrée contre le *Striga*, les pratiques culturales du sorgho, du niébé, de l'association sorgho/niébé et sur les CEP.

Les Champs Ecoles des Paysans (CEP)

Les CEP ont été conduits dans les communes rurales de Kolokani et de Didiéni et quatre sites ont été retenus: Sido, M'pella, Zirablékoro et Didiéni. Les CEP ont été confiés à trois formateurs, l'un des formateurs, bien formé en GIPD au niveau national notamment sur le maraîchage, a été chargé de l'animation de deux CEP (M'pella et Zirablékoro). Les deux autres formateurs ont été désignés pour animer les CEP de Sido et de Didiéni. Le FDF qui était également le CEP de Sido a servi de cadre pour le déroulement de L'Analyse d'AgroEcoSystème (AAES) pendant les trois sessions de formations.

Les activités ont permis aux participants qui n'ont pas eu l'opportunité de conduire de Champ Ecole Paysans de se familiariser avec l'AAES et ceux qui ont déjà reçu des formations en Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs, de renforcer leurs connaissances en la matière.

Les activités ont permis aux participants qui n'ont pas eu l'opportunité de conduire de Champ Ecole Paysans de se familiariser avec l'AAES et ceux qui ont déjà reçu des formations en Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs, de renforcer leurs connaissances en la matière.



Fig. 1: Présentation d'un poster au cours de l'AAES à Sido

Les activités dans les CEP

Les activités dans les CEP en première année ont débuté avec la mise en place du CEF lors de la première session de la FDF, ce champ a servi également comme un CEP Paysans) pour de Sido.

Pendant les deux années du projet l'essentiel des activités ont porté sur le semis, les entretiens cultureux, les (sarclages et épandage d'engrais), les différentes Analyses Agro Eco Systèmes sous la supervision des facilitateurs (Observation des parcelles P.L.I et P.P, aspect général du champ, de la culture, identification des ennemis présents dont le *Striga*, les insectes, et autres (éventuels prédateurs amis du paysan), mensuration et comptage) et la récolte.

En deuxième année les activités ont débuté avec un certain retard suite à une situation pluviométrique très défavorable.

Un déficit pluviométrique a été constaté dans les deux communes de Kolokani et Didiéni, mais les précipitations tombées pendant les trois derniers mois de l'hivernage 2006 ont été plus abondantes que celles de 2005.

Les animations hebdomadaires des CEP

Chaque semaine les facilitateurs en compagnie des paysans ont assuré l'animation des CEP, à travers l'AAES en utilisant des techniques d'apprentissage développées par l'ENF des adultes. Les paysans formés ont été armés de connaissances et de compétences techniques leur permettant de comprendre les processus écologiques pour la production de plantes saines, en adoptant des pratiques recommandées pour la réduction de l'infestation du *Striga* par rapport à leurs propres conditions.

Chaque CEP est composé deux parcelles (Parcelle Pratique Paysanne, et Parcelle de Lutte Intégrée Durable contre le *Striga*). La dimension des parcelles est de 30mx20m soit une superficie de 600m². Une allée de 2m sépare les deux parcelles.

La parcelle pratique paysanne est en culture pure de sorgho semée aux écartements de 0,75m x 0,50m. La parcelle de lutte intégrée contre le *Striga* est constituée d'une association de culture sorgho/niébé. Ecartements des lignes de semis en culture associée sorgho/niébé: pour le sorgho 1,50m entre les lignes de sorgho et 0,50m entre les poquets, pour le niébé 1,50m entre les lignes de niébé et 0,25m entre les poquets. La protection du niébé (en deuxième année) est réalisée avec une solution aqueuse de feuilles fraîches de neem. Pour le traitement d'un hectare les doses recommandées sont: 15 kilogrammes de feuilles de neem sont pilés et mélangés avec 10 litres d'eau et 100g de savon Koulikoro. Le mélange est laissé pendant une nuit, et le lendemain, le mélange est filtré et l'on ajoute de l'eau pour obtenir 30 litres de solution. La solution est appliquée très tôt le matin ou le soir avant le coucher du soleil.



Fig. 2: Parcelle de lutte intégrée contre le *Striga* (sorgho/niébé)



Fig. 3: Parcelle paysanne (culture pure sorgho)

III. Résultats

Les résultats des deux années de conduite des CEP à Kolokani montrent que la hauteur des plants et le rendement grain sorgho n'ont pas atteint celui de l'année précédente. Ce ci serait certainement dû au retard survenu lors de l'installation des CEP, à causes des difficultés pluviométriques constatées en deuxième année dans le secteur agricole de Kolokani.

Le niébé dans l'association avec le sorgho sur la parcelle lutte intégrée durable contre le *Striga* a reçu un traitement foliaire pour la protection contre les insectes nuisibles avec une solution aqueuse de feuilles fraîches de neem. Ce traitement a été effectué de façon hebdomadaire dès l'apparition des boutons floraux jus qu'à la récolte des gousses. Ainsi cette année il a été obtenu un rendement grain de 166,66kg/ha et 2 833,30kg/ha de fane de niébé, contrairement à l'année passée où aucune récolte n'avait pu être effectuée sur le niébé à cause des ravageurs.

Tableau 1: Récapitulatif des résultats sur les CEP à Kolokani 2005/2006

Trait	Sorgho				Niébé		Striga				
	Hauteur des plants (cm)		Poids grains (kg/ha)		Poids fanes (kg/ha)	Poids grains (kg/ha)	Date d'apparition JAS		75 JAS (m²)	90 JAS (m²)	
	2005	2006	2005	2006	2006		2005	2006	2006	2005	2006
1.P.P	288	219	883	366,24	-	-	44	31	(1,74) 1,59*	(186) 13,19*	(2,58) 1,80*
2.PLI	380	248	1100	504,16	166,66	2833,3	46	47	(0,15) 1,07*	(16) 4,14*	(0,19) 1,08*
CV %	5,24	37,19	14,02	57,17			6,97	7,26	28,84	33,05	30,97
Moyen.	334	233	991,5	435,20	166,66	2833,3	45	39	1,33	101,12	1,44

P.P: Parcelle paysanne (culture pure de sorgho variété locale: Dasiki)

P.L.I: Parcelle de lutte intégrée contre le *Striga* (association sorgho/niébé: Seguetana/Sangaranka semé en ligne intercalaire 1:1)

CV pour cent: Coefficient de variation exprimé en pourcentage

() Nombre réel de *Striga*

* Nombre *Striga* transformé $\sqrt{x+1}$

JAS: jours après semis

L'apparition des premiers pieds de *Striga* est toujours intervenue pendant les deux années dans les CEP sur la P.P (culture pure de sorgho). Elle est intervenue en deuxième année de façon plus précoce comparativement à la première année. La parcelle de lutte intégrée contre le *Striga* manifeste une apparition plus tardive par rapport à la parcelle paysanne.

Les comptages du nombre de *Striga* au 75jas et 90jas montrent que l'infestation du *Striga* au mètre carré est plus élevée sur la P.P que sur la P.L.I. Le niveau d'infestation a connu une

certaine baisse dans les P.LI par rapport aux P.P en nombre absolu du nombre de plants de *Striga* en deuxième année qu'en première année (fig.3).

Visite Paysanne

Une visite a regroupé en deuxième année une trentaine de paysans plus les trois facilitateurs chargés d'encadrer les CEP. Elle a permis aux participants de se connaître, d'échanger sur les techniques de lutte contre le *Striga* prodiguées par les facilitateurs et particulièrement sur la lutte intégrée durable contre le *Striga*, dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses.

La confection des panneaux d'identification

Des panneaux d'identification ont été confectionnés pour chaque site où s'était déroulé le CEP. L'installation de ceux-ci a été effectuée en septembre quand les cultures étaient en pleine végétation. La présence de ces panneaux d'identification a permis aux personnes de passage de se rendre compte de l'existence d'un CEP et des activités menées en son sein.

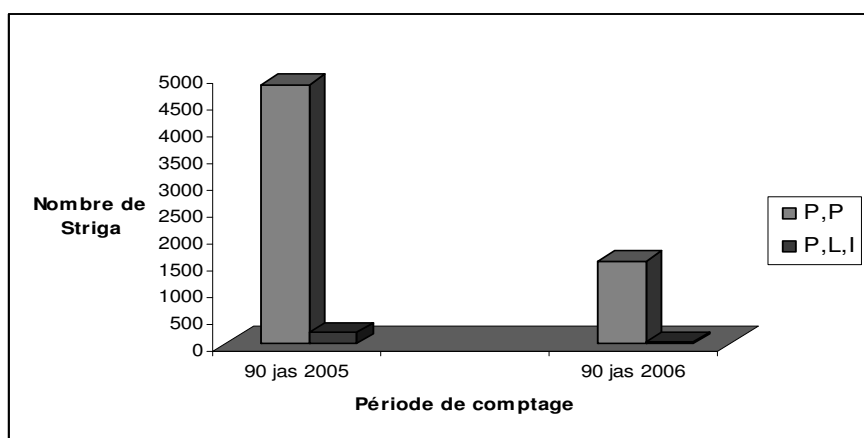


Figure 4: Niveau d'infestation en *Striga* des CEP de 2005 et 2006

IV. Conclusions

Le projet lutte intégrée durable contre le *Striga* prévu pour deux années a permis de former 25 facilitateurs dans le cadre de la formation des formateurs au cours de la première année. La méthode utilisée pour la lutte intégrée contre le *Striga* a été l'association sorgho/niébé. La variété de sorgho utilisée dans cette association a été le Seguetana reconnue pour sa résistance ou tolérance au *Striga hermonthica*. La variété de niébé a été le Sankaranka résistante au *Striga gesnerioides* et "faux hôtes" de *Striga hermonthica*. L'utilisation du niébé comme plante "faux hôtes" a le double avantage d'améliorer la fertilité du sol et de provoquer la germination suicidaire des graines de *Striga*.

Trois facilitateurs ont été retenus pour dispenser la formation participative et encadrer les champs écoles paysans en vue d'une meilleure adoption des options éprouvées, et ce, pour une lutte intégrée durable dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses. En plus il a été formé plus d'une cinquantaine de paysans en matière de lutte intégrée contre le *Striga* dans la zone de Kolokani où l'infestation des champs de sorgho se présente de façon endémique. Il revient alors aux paysans formés de se constituer en

association ou en une organisation paysanne pour tester et adopter les pratiques recommandées dans la lutte intégrée contre le *Striga* par rapport à leurs propres conditions.

Références

- Lagoke S.T.O., Parkinson V., Agunbiade M.R. (1991). Parasitic weeds control methods in Africa, *In* Kim SK ed, (1991). Combating *Striga* in Africa. Proceedings, *International Workshop* organized by IITA, ICRISAT, IDRC, 22-24 August 1988 IITA, Nigeria, 3-13.
- Sanogo Z.L., Willem S., Bengaly M. (1992). Expérimentation agronomique en recherche système. Analyse de l'approche méthodologique du DRSPR/Sikasso. Séminaire: Bilan et perspectives de la Recherche sur les systèmes de Production Rurale au Mali, Sikasso-17/21 novembre 1992. 18 p.
- Sauerborn J. (1991). The economic importance of phytoparasitic *Orobanch*e and *Striga*. *In*: Ranson J.K., Musselman L.J., Worsham A.D., Parker C. (eds). Proceedings of the 5th International Symposium of Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya, 137-143.

Lutte Intégrée Durable contre *Striga* au Niger

Halidou Aboubakar et Karimou, Issa
Halidouboube@yahoo.fr; karimouissa@yahoo.fr

Résumé

Deux principales activités ont été menées au Niger dans le cadre de projet FAO TCP/RAF/3008 pendant les campagnes agricoles 2005 et 2006: la Formation des Formateurs (FDF) et les Champs Ecoles Paysans (CEPs).

La FDF s'est déroulée au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CERRA) de Kollo, en deux étapes de trois jours chacune. Le premier atelier s'est tenu en juin 2005 et le second en septembre 2005; il s'agissait de cours théoriques animés par des spécialistes et suivis de discussions. Vingt six agents de vulgarisation et techniciens de recherche ont alors été formés pour dispenser la formation participative et encadrer les champs écoles.

Quatre CEPs ont été installés pendant les hivernages 2005 et 2006, permettant ainsi de former 60 producteurs, dont six femmes, à la lutte intégrée durable contre le *Striga* dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses.

La lutte intégrée durable contre *Striga* consistait en l'utilisation de variétés tolérantes/résistantes de niébé et sorgho, de la fumure organo minérale, des faux hôtes avec l'association mil-niébé, de l'arrachage manuel du *Striga* et du désherbage supplémentaire tardif. Sur les années, cette méthode a permis de diminuer le niveau d'infestation du *Striga* dans les Champs Ecoles Paysans, en moyenne par rapport à la pratique paysanne, de 45 pour cent chez le mil, 69 pour cent chez le niébé et de 89 pour cent chez le sorgho; ce qui a entraîné une augmentation des rendements et une hausse significative des revenus.

Sustainable Integrated *Striga* Management in Niger

Summary

Two main activities were carried out in Niger within the framework of the FAO project TCP/RAF/3008, during the 2005 and 2006 cropping seasons: Training of Trainers (TOT) and Farmer Field Schools (FFS).

A Training of Trainers (TOT) exercise was held at Regional Centre of Agronomic Research (CERRA) of Kollo, it consisted of two parts of three days each. The first part took place in early June 2005, while the second took place in mid September 2005. It included theoretical courses, followed by discussions facilitated by relevant specialists. Twenty six extension agents and research technicians were then trained on the methodology of participatory approach for farmers' training and ways to set up FFS.

Four FFS were established during the 2005 and 2006 cropping seasons, where 60 farmers, including six women, were trained on sustainable integrated *Striga* management in cereals and legumes cropping systems:

The sustainable integrated management of *Striga* consisted of the use of tolerant/resistant varieties of cowpea and sorghum, organo-mineral fertilization, cowpea and millet association, *Striga* handpulling and late additional weeding. The average results of two seasons showed that this approach decreased *Striga* infestation by 45 percent in millet, 69 percent in cowpea and 89 percent in sorghum compared to the farmer practice. This *Striga* reduction subsequently resulted in crop yield increases and farmers' incomes.

I. Introduction

Le phanérogame parasite *Striga* est l'une des contraintes biotiques majeures à la production des céréales et des légumineuses en Afrique subsaharienne, notamment ceux des pays concernés par le projet. Lagoke (1991) estime que les deux tiers des 73 millions d'hectares réservés à la culture céréalière sont sérieusement affectés. Cette mauvaise herbe entraîne des pertes de rendement pouvant atteindre 100 pour cent, soit une réduction moyenne de productivité de 12 à 25 pour cent. Selon Sauerborn (1991), pour l'Afrique de l'Ouest, cette perte atteint les 40 pour cent de la production céréalière. Le *Striga* infecte tout un éventail de cultures céréalières et légumineuses. Chez les céréales, les pertes annuelles sont de l'ordre de cinq à sept milliards de dollars, et touchent plus de 100 millions de personnes, selon les estimations. Pareilles pertes en vivres et en revenus sont inacceptables dans des régions déjà en proie à l'insécurité alimentaire, la malnutrition et la pauvreté chroniques. En plus des pertes directes, le coût des mesures de lutte, en particulier celui du pénible désherbage manuel, et l'abandon des parcelles agricoles du fait de fortes infestations, ne font qu'accroître la pression parasitaire dans les champs contaminés. Le problème du *Striga* est surtout aggravé par la monoculture des céréales hôtes, résultant en la constitution d'un important stock de graines qui demeurent viables dans le sol jusqu'à 20 ans.

Les options de lutte acceptables par les paysans et applicables aux petites exploitations agricoles en Afrique doivent être simples, peu chères et utilisables en combinaison avec les pratiques traditionnelles. Ainsi, une bonne gestion de l'adventice dépendra de la mise en place de systèmes de lutte intégrée et de l'application correcte de ces systèmes par les paysans.

Au Niger, deux espèces de *Striga* sévissent sur les cultures: *Striga hermonthica* rencontré sur le mil et le sorgho; *Striga gesnerioides* qui attaque le niébé. Tous les agro écosystèmes du pays sont concernés par le fléau, mais les zones les plus infestées se retrouvent dans les bandes sahélienne et soudano sahélienne (entre 300mm et 700mm de pluies) des régions de Dosso, Maradi, Tahoua, Tillabéri et Zinder. Les champs de sorgho sont surtout infestés dans les Départements de Gaya et de Konni, à l'extrême sud du pays; par contre, dans ces mêmes localités, les cultures de niébé sont épargnées par *Striga gesnerioides*. On ne dispose de données chiffrées fiables ni sur les taux d'infestation des deux espèces de *Striga*, ni sur les pertes de rendement dues à ce parasite; cependant, en cas de très forte infestation, le *Striga gesnerioides* peut anéantir la récolte chez une variété de niébé sensible. Même si à l'unanimité les paysans enquêtés connaissent morphologiquement ce parasite et la grave menace pour la pérennisation de la céréaliculture au Niger, tous ignorent sa biologie et la nature des dégâts qu'il cause sur les cultures hôtes; d'autre part, très peu voire aucun d'eux ne pratique la lutte comme une nécessité économique, mais plutôt comme allant de soi. Ainsi, à part l'arrachage manuel qui est fait occasionnellement à dessein, les autres méthodes de lutte pratiquées par les paysans sont circonstancielles car confondues aux techniques culturelles traditionnelles; ce sont les associations céréales-légumineuses (mil/niébé, mil/sésame,

mil/arachide), la fumure organique et les sarclages. Cependant, l'effet «faux hôte» du sésame sur le *Striga* du mil est connu de nombreux paysans qui l'utilisent comme tel.

II. Matériels et méthode

Formation Des Formateurs (FDF)

La formation a concerné 26 stagiaires dont 16 agents de vulgarisation issus de quatre Directions Départementales du Développement Agricole (Aguié, Boboye, Konni et Kollo), en raison de 4 par Direction, et 10 techniciens de recherche de l'INRAN.

La FDF s'est déroulée au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CERRA) de Kollo, en deux étapes de trois jours chacune. Le premier atelier s'est tenu du 01 au 03 juin 2005 et le second du 17 au 19 septembre 2005; il s'agissait de cours théoriques animés par des spécialistes et suivis de discussions.

Champs Ecoles paysans (CEPs)

Quatre Champs Ecoles Paysans ont été installés pendant les hivernages 2005 et 2006, permettant ainsi de former 60 producteurs, dont 6 femmes, à la lutte intégrée durable contre le *Striga* dans les systèmes de production à base de céréales et de légumineuses: le CEP de Dan Gao, dans le Département d'Aguié (Région de Maradi), avec 15 apprenants dont trois femmes; le CEP de Kala-pâté, dans le Département du Boboye (Région de Dosso), avec 15 apprenants; le CEP de Sirignéré, dans le Département de Kollo (Région de Tillabéri), avec 15 apprenants dont trois femmes et le CEP de Bazaga, dans le Département de Konni (Région de Tahoua), avec 15 apprenants. Les trois premiers CEPs ont concerné l'association mil-niébé alors que Bazaga a été consacré à la culture pure du sorgho.

Dans chaque CEP, 15 producteurs ont été choisis sur la base du volontariat et de la motivation; ils ont été ensuite répartis en trois groupes de cinq personnes; chaque groupe nomme en son sein un chef, se donne un nom et est responsable d'une parcelle couple (ISM-FP). Pour faire régner la discipline dans le Champ Ecole, les stagiaires établissent un règlement intérieur sous la supervision du facilitateur.

Le matériel végétal est constitué des variétés améliorées de mil (Zatib), de niébé (TN120-80) et de sorgho (P9401) pour les parcelles de gestion intégrée (ISM), et d'une variété locale de chacune de ces cultures pour les parcelles du paysan (FP).

Le dispositif expérimental est constitué de trois blocs de deux parcelles (parcelle ISM et parcelle FP) chacun, séparés de 3m. Les parcelles d'association mil/niébé, d'une superficie de 105m² (10,5m x 10m), sont semées aux écartements de 1,5m entre les lignes et de 0,75m entre les poquets, aussi bien pour le mil que pour le niébé; quant aux parcelles de sorgho pur, d'une superficie de 100m² (10m x 10m), les écartements étaient de 0,8m et 0,3m, respectivement entre les lignes et les poquets.

Les techniques culturales utilisées étaient:

- les pratiques agronomiques et les mesures de lutte vulgarisées ou préconisées par la recherche pour la parcelle de gestion intégrée (ISM) avec, outre l'utilisation de variétés améliorées et résistantes/tolérantes: le labour, la fumure organique (5T/ha), la fumure

minérale (100kg/ha de NPK à la préparation du sol et 100kg/ha d'urée en deux apports: à la levée et à la montaison du mil et du sorgho) et l'arrachage manuel du *Striga* ou le sarclage supplémentaire;

- les pratiques traditionnelles habituellement utilisées par le paysan dans son propre champ pour la parcelle FP.

Les Observations et mesures étaient basées sur l'application des décisions du groupe suite à l'Analyse de l'Agro – Ecosystème (AAES ou AESA).

A la récolte, des analyses économiques ont été effectuées pour comparer les deux pratiques en terme de rendement et de revenu monétaire.

A l'issue des 2 années, une enquête sociologique a été menée pour évaluer l'impact des Champs Ecoles sur la connaissance des apprenants en matière de lutte contre le *Striga*.

III. Résultats et discussions

3.1 Formation Des Formateurs

Conformément au curriculum élaboré à la réunion de Bamako, la FDF s'est déroulée autour de 6 thèmes spéciaux. Le premier Atelier a été consacré aux thèmes suivants:

- concept FDF/CEP: il s'est agi de définir les deux termes et de dessiner les contours et le contenu de leur mise en œuvre;

- connaissance des cultures cibles (mil, niébé et sorgho): ce module a traité de la botanique, la physiologie et des exigences agro climatiques du mil, du sorgho et du niébé. Itinéraire technique des cultures cibles: c'est l'ensemble des pratiques agronomiques (paquet technologique) recommandée par la recherche pour la conduite des cultures cibles du semis à la récolte;

- concept de l'Analyse de l'Agro Eco Système (AAES): ce module a traité des différentes observations (agronomiques, morphologiques, climatiques...) à faire par les apprenants du CEP en vue d'aboutir aux décisions qui s'imposent pour la journée.

Quant au second Atelier, il a concerné les modules suivants:

- connaissance des *Striga* et méthodes de contrôle: ce thème spécial a passé en revue la description des différentes espèces, la biologie, les symptômes et les dégâts du *Striga* avant de s'appesantir sur les méthodes de lutte applicables à ce parasite;

- analyses économiques: il s'est agi de définir la rentabilité économique d'une technologie et d'en préciser la méthode de calcul.

Au cours du second Atelier, qui a coïncidé avec l'émergence du *Striga*, les Stagiaires ont pu suivre le déroulement d'une séance pratique d'Analyse de l'Agro Eco Système (AAES) au Champ Ecole Paysan de Sirignéré; ils ont ainsi observé les deux espèces de *Striga* (*Striga hermonthica* sur Mil et *Striga gesnerioides* sur Niébé).

3.2 Champs Ecoles paysans

Les différents résultats obtenus au cours des deux années de conduite des quatre CEPs sont consignés dans les tableaux 1 à 4b.

Tableau 1. Nombre moyen de pieds de *Striga* (/m²) décomptés par site et par culture

	Mil				Niébé				Sorgho			
	ISM		FP		ISM		FP		ISM		FP	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Dan Gao	4,7	0,1	9	0,2	0,9	2,8	4,7	3,9	-	-	-	-
Kalapaté	1,3	0,8	2,9	1,1	0,1	0	1,2	0	-	-	-	-
Sirignéré	7,8	0,5	12,5	2,1	0	0	0	0	-	-	-	-
Bazaga	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	6,4	139,7	9,5
Moyenne	4,6	0,5	8,1	1,1	0,3	0,9	2	1,3	9,6	6,4	139,7	9,5

ISM: Gestion intégrée du *Striga*

FP: Pratique paysanne

Tableau 2. Rendement moyen en grain (kg.ha⁻¹) par site et par culture

	Mil				Niébé				Sorgho			
	ISM		FP		ISM		FP		ISM		FP	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Dan Gao	1079,5	692,3	663,5	234	431,8	77	269,9	8	-	-	-	-
Kalapaté	257	142,8	0	46	114,3	176,2	31,8	133,3	-	-	-	-
Sirignéré	139,7	-	87,5	-	57,2	-	22,2	-	-	-	-	-
Bazaga	-	-	-	-	-	-	-	-	3932,9	2799,7	1029,9	766,6
Moyenne	492,1	417,6	250,3	140	201,1	126,6	108	70,6	3932,9	2799,7	1029,9	766,6

ISM: Gestion intégrée du *Striga*

FP: Pratique paysanne

NB: Les moyennes relatives aux productions de mil et de niébé en 2006 ne concernent que les CEPs de Dan Gao et Kalapaté

Tableau 3a. Coûts de production (F CFA) des différentes technologies à l'hectare et par site

Opération culturale	Dan Gao (105m ²)		Kala-paté (105m ²)	
	ISM	FP	ISM	FP
Scarifiage	45	45	0	0
Engrais de fond 15-15-15	195	0	195	0
Urée	214	0	214	0
Semence mil	29	10	29	10
Semence Niébé	100	32	100	32
Semence Sorgho	-	-	-	-
Fongicide	25	25	25	25
Insecticide	63	63	63	63
Coût/parcelle	671	175	626	130
Coût/ha	63.900	16.700	59.600	12.400

Tableau 3b. Coûts de production (F CFA) des différentes technologies à l'hectare et par site

Opération culturale	Sirignéré (105 m ²)		Bazaga (100 m ²)	
	ISM	FP	ISM	FP
Scarifiage	0	0	0	0
Engrais de fond 15-15-15	195	0	195	0
Urée	214	0	214	0
Semence mil	29	10	-	-
Semence Niébé	100	32	-	-
Semence Sorgho	-	-	100	21
Fongicide	25	25	25	25
Insecticide	63	63	63	63
Coût/parcelle	626	130	597	109
Coût/ha	59.600	12.400	59.700	10.900

Tableau 4a. Rentabilité économique des technologies appliquées (en milliers de F CFA)

	Dan Gao				Kalapaté				Sirignéré			
	2005		2006		2005		2006		2005		2006	
	ISM	FP	ISM	FP	ISM	FP	ISM	FP	ISM	FP	ISM	FP
Input	63,9	16,7	63,9	16,3	59,6	12,4	59,6	12,4	59,6	12,4	59,6	12,4
Output	265,7	182,7	123,3	49,2	60,8	4,8	64,8	42,6	35,5	19,5	-	-
Revenu/ha	201,8	166	59,4	32,5	1,2	-7,6	5,2	-30,2	-24,1	7,1	-	-

Input: Intrants + main d'œuvre

Output: Valeur de la production

Tableau 4b. Rentabilité économique des technologies appliquées (en milliers de F CFA)

	Bazaga			
	2005		2006	
	ISM	FP	ISM	FP
Input	59,7	10,9	56,7	10,9
Output	590,3	154,5	280	80
Revenu/ha	530,3	143,6	220,3	69,1

Input: Intrants + main d'œuvre

Output: Valeur de la production

3.3 Effet de la lutte sur le *Striga*

Le tableau 1 nous donne le nombre moyen de pieds de *Striga*/m² décomptés en 2005 et 2006 par culture et par mode de gestion. Ce tableau nous montre que d'une manière générale, la pression du *Striga* a été plutôt faible dans les parcelles d'association mil/niébé avec des maxima de 12,5 pieds/m² obtenus chez le mil au CEP de Sirignéré et de 4,7 pieds/m² chez le niébé à Dan gao; par contre, le sorgho pur a été très infesté, surtout en 2005, avec une densité allant jusqu'à 139,7 pieds/m². Tous sites et toutes cultures confondues, le nombre de pieds de *Striga* est plus élevé chez la parcelle du paysan (FP) que chez la parcelle de gestion intégrée (ISM); on note également qu'aussi bien pour le mil, le niébé que pour le sorgho, il y a eu plus de *Striga* en 2005 qu'en 2006. Sur les deux années, la gestion intégrée a permis de réduire le nombre de *Striga*, en moyenne par rapport à la pratique paysanne, de 42 pour cent, 45 pour cent et 48 pour cent, respectivement à Sirignéré, Kala-pâté et Dan gao, chez le mil alors que chez le niébé, les taux de réduction moyens étaient de 56 pour cent et 83 pour cent, respectivement à Dan gao et Kala-pâté, comme si bien illustré par les figures 1 et 2; quant au sorgho, le taux de réduction a atteint 89 pour cent (figure 3).

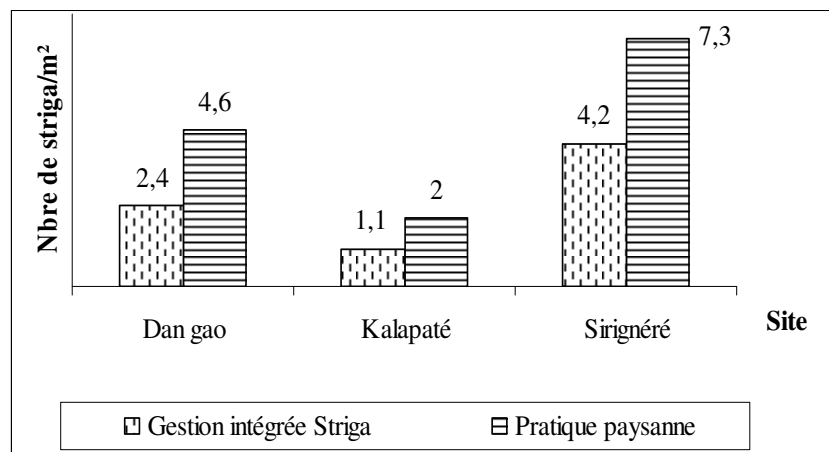


Figure 1. Nombre moyen de *Striga hermonthica* décompté par site chez le mil en 2005 et 2006

On constate que tous sites confondus, les semis effectués tardivement en 2006 (mi-juillet pour le mil à fin juillet pour le niébé) ont développé moins de *Striga* que les semis effectués normalement en 2005 (mi-juin à fin juin), aussi bien chez le mil que chez le niébé (tableau 1); ces résultats confirment l'effet date de semis sur l'émergence du parasite révélé par des études antérieures (Halidou, 1994).

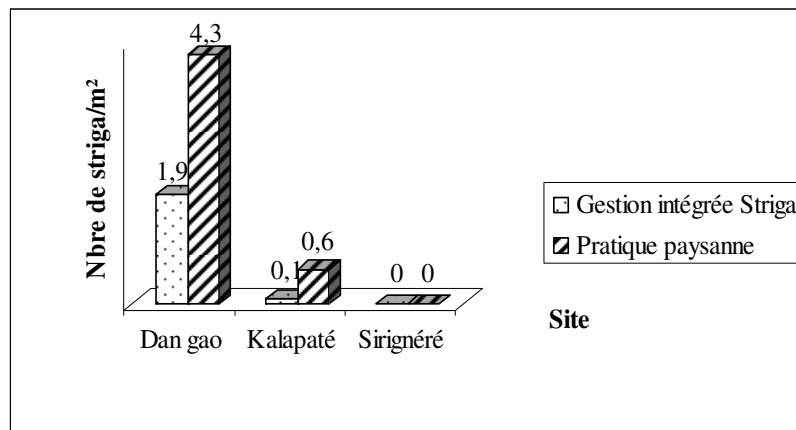


Figure 2. Nombre moyen de *Striga gesnerioides* décompté par site chez le niébé en 2005 et 2006

Concernant la culture pure de sorgho, l'effet dépressif de la pratique de lutte intégrée sur le *Striga* est dû, en plus de la fertilisation minérale, à la tolérance élevée au *Striga hermonthica* de la variété de sorgho P9401 utilisée. Là également, les résultats ont confirmé l'effet date de semis sur l'émergence du parasite; en effet, le tableau 3 nous montre que le semis tardif de 2006 (11/07) a développé moins de *Striga* que le semis précoce de 2005 (10/06).

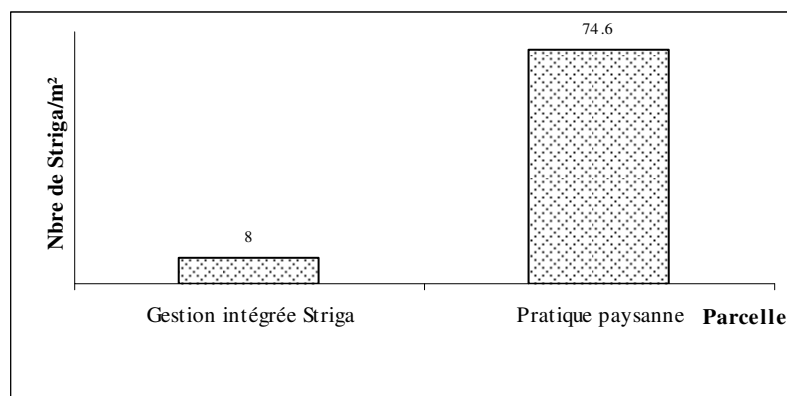


Figure 3. Nombre moyen de *Striga hermonthica* décompté à Bazaga chez le sorgho en 2005 et 2006

3.4 Effets de la lutte sur les rendements

Le tableau 2 résume les rendements moyens obtenus en 2005 et 2006 par site, par culture et par mode de gestion. Ces rendements sont acceptables dans l'ensemble avec des maxima de 3,9 t.^{ha-1}; 1,1 t.^{ha-1} et 0,4 t.^{ha-1} obtenus respectivement, chez le sorgho à Bazaga et chez le mil et le niébé à Dan Gao. Toutes cultures confondues, le rendement moyen est plus élevé chez la parcelle de gestion intégrée (ISM) que chez la parcelle du paysan (FP); on note également qu'aussi bien pour le mil, le sorgho que pour le niébé, la production de 2005 a été meilleure que celle de 2006. Sur les deux années, la gestion intégrée a permis d'améliorer le rendement jusqu'à hauteur de 24 pour cent, 44 pour cent et 88 pour cent en moyenne, respectivement, chez le sorgho à Bazaga, le mil à Sirignéré et le niébé à Dan Gao.

3.5 Rentabilité économique des technologies

La rentabilité économique des technologies appliquées a été estimée en terme de revenu monétaire; c'est la différence entre la valeur et le coût de productions exprimée en francs CFA. Les tableaux 3a et 3b nous donnent les coûts de productions des différentes technologies à l'hectare et par site. La rentabilité économique des technologies appliquées est consignée dans les tableaux 4a et 4b; ce dernier nous indique qu'en dehors du site de Sirignéré qui a donné des résultats mitigés, toutes années confondues, la parcelle de gestion intégrée a été plus rentable que celle du paysan (figure 4).

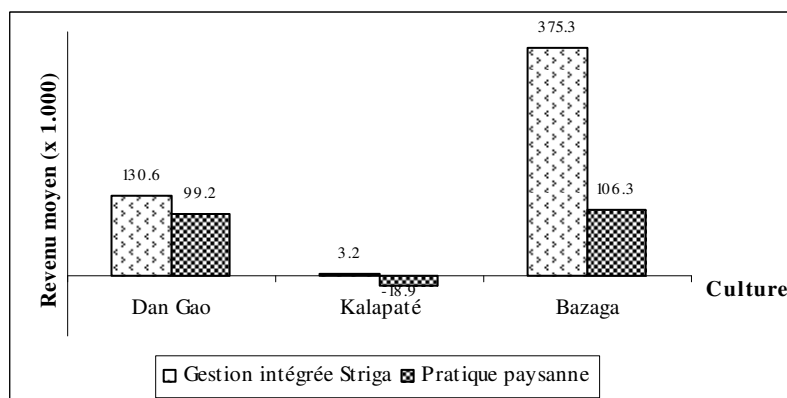


Figure 4. Revenus en F CFA par paquet technologique et par site: moyenne 2005-2006

3.6 Enquête sociologique

A la fin de la campagne 2006, une enquête sociologique a été menée auprès des 60 producteurs des 4 CEPs; les résultats suivants ont été obtenus:

Ils estiment à 100 pour cent que les objectifs de la formation sont atteints et ont répondu à leur attente:

- 94 pour cent ont compris les thèmes de la formation mais aimeraient plus d'informations sur les incidences des dégâts causés par les maladies et insectes;
- 59 pour cent affirment qu'ils appliqueront les connaissances acquises dans leur propre parcelle et qu'ils sont à même d'encadrer les paysans voisins;
- 98 pour cent ont apprécié le caractère participatif des CEPs;
- 100 pour cent ont souhaité avoir des supports didactiques au cours des séances;
- 100 pour cent souhaiteraient que la formation continue et qu'elle soit approfondie.

IV. Conclusion

D'une façon générale, nous pouvons conclure que les objectifs du projet, pour les campagnes agricoles 2005 et 2006, ont été atteints. En effet, toutes les activités programmées ont été menées à terme. D'une part, vingt six agents de vulgarisation et techniciens de recherche issus de quatre régions du pays ont reçu la Formation des Formateurs; ils sont chargés entre autre, de diffuser les connaissances acquises dans leurs zones respectives. D'autre part, les quatre Champs Ecoles Paysans prévus ont été tous installés et réussis malgré quelques contraintes biotiques locales; non seulement les paysans se sont familiarisés aux différentes techniques de lutte contre le *Striga*, mais aussi ils ont pu constater de visu une augmentation significative des productions, consécutive à l'application correcte, par eux, des opérations culturales recommandées par la recherche. Enfin, les producteurs ont acquis la notion de rentabilité économique, gage de la réussite de toute nouvelle technologie à leurs yeux.

Références

- Halidou A. 1994. Effet de la date de semis du niébé sur l'émergence des *Striga gesnerioides*. Communication faite au 3^{ème} Séminaire International sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures dans le Sahel, organisé par le CILSS, du 1 au 10 avril 1994, Dakar, Sénégal. 10 pp.
- Lagoke S.T.O., Parkinson V., Agunbiade M.R. 1991. Parasitic weeds control methods in Africa, In Kim SK ed, (1991). Combating *Striga* in Africa. Proceedings, *International Workshop* organized by IITA, ICRISAT, IDRC, 22-24 August 1988 IITA, Nigeria, 3-13.

Sauerborn J. 1991. The economic importance of phytoparasitic *Orobanche* and *Striga*. *In*: Ranson J.K., Musselman L.J., Worsham A.D., Parker C. (eds). Proceedings of the 5th International Symposium of Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya, 137-143.

Formation de Formateurs et de producteurs sur la lutte intégrée durable contre *Striga* au Sénégal

Moctar Wade et Ousmane Kamara
ISRA-CNRA & Service de Protection des Végétaux
wmoctar@hotmail.com

Résumé

Le système de production traditionnel Africain se caractérisait par des jachères de longues durées, des rotations et associations de cultures. De nos jours les périodes de jachères ont diminué du fait de l'intensification de l'utilisation des terres arables et de la pratique de la monoculture. Ce phénomène a augmenté la population des plantes parasites, particulièrement des *Striga*, qui sont devenues aujourd'hui une menace certaine pour la production de céréales et de niébé. Avec l'appui de la FAO on a initié un programme principalement axé sur une approche participative a permis de former 15 techniciens des services agricoles et 117 producteurs répartis dans huit sites au niveau du Bassin Arachidier du Sénégal. Ce programme de renforcement des capacités leur a permis de mieux comprendre les techniques de gestion intégrée de la culture du mil et du niébé et du *Striga* pour une production durable et l'application des techniques de l'IPM/FFS pour contrôler *Striga*.

A la formation des formateurs comme à celle des producteurs les activités hebdomadaires se résumaient à: (1) l'analyse de l'écosystème agricole, (2) la matérialisation et la présentation des résultats des observations, (3) le thème spécial, (4) le suivi des essais, (5) la pause, (6) l'évaluation et (7) la programmation des activités pour la semaine à venir.

Ainsi, il ressort des résultats obtenus que dans tous les sites les rendements du mil et du niébé ont été meilleurs dans les parcelles IPM avec d'intéressantes marges bénéficiaires; même à Khandiar où les *Lemma planifron* ont causé des dégâts importants sur le mil. Les essais de fertilisation ont permis aux participants de voir que le fumier de mouton ou de chèvre, l'engrais ternaire et l'urée tout en retardant l'émergence du *Striga* fortifient la culture et augmentent la productivité. La rotation culturale avec les faux hôtes a permis de réduire le stock de graines de *Striga hermonthica* qui se trouvent dans le sol tout en améliorant la fertilité de celui-ci. Les essais de résistance variétale sur le niébé ont permis de confirmer la résistance totale de IT82D-849 et IT90K-77 et de montrer aux participants le bon niveau de tolérance des variétés Mouride et 58-57.

Training of Trainers and Farmers on Sustainable Integrated *Striga* Management in Senegal

Summary

Traditional cropping system in Africa has included long fallow, rotations and intercropping, which have been common practices that kept weed parasite infestations at tolerable levels. Nowadays, land use has intensified with more cereal monocropping and little or no fallow to non host crops. As a result, the extent and intensity of *Striga* infestations have rapidly

increased and became threats to food production. With the support of FAO, an integrated *Striga* control programme was initiated using a participatory training approach. During the 2005 and 2006 cropping seasons a training of trainers (TOT) and Farmers Field School (FFS) were conducted for 15 agricultural extension agents and 117 farmers in eight sites in the Bassin Arachidier. The programme enabled the farmers to understand better the importance of improved cropping management as well as *Striga* management strategies in millet and cowpea for more sustainable production.

Crop management trials (CMT) and participatory research were conducted. The main weekly activities for TOT and FFS were: (1) agro-ecosystem analysis (AESA), (2) implementation of AESA decisions, (3) Special topics, (4) data collection, (5) icebreaker, (6) evaluation and (7) planning of activities for the following week FFS.

Thus, in all sites (TOT and FFS) there was increased millet and cowpea yields on plots with integrated management. Even in Khandiar, where there was a high stand of *Lema planifron* in millet, the results were identical. In nutrient management trial, participants learned and became convinced that essential nutrients such as sheep or goat manure, NPK fertiliser and urea can delay *Striga* emergence and enhance plant growth increasing cowpea and millet productivity. Crop rotation with cowpea varieties reduces densities of *Striga hermonthica* seeds increasing yields and improving soil fertility. In cowpea resistance trials, IT82D-849 and IT90K-77 varieties were identified as having a satisfactory resistance level whereas 58-57 and Mouride varieties resulted tolerant.

I. Introduction

Dans le Bassin arachidier, les systèmes de production connaissent actuellement de grands changements: intensification de l'utilisation des terres, réduction voire abandon des jachères et modification des systèmes de culture. En effet, l'occupation des terres arables par une population de plus en plus croissante conjuguée à la pratique de la monoculture et au manque d'entretien de la fertilité des sols, a favorisé la colonisation des surfaces cultivées par les Phanérogames parasites et, par voie de conséquence une plus grande précarité des récoltes. Ces cultures, destinées principalement à l'autoconsommation, constituent la principale source d'alimentation des populations de la plupart de nos pays comme le Sénégal où une réduction, même faible, des rendements peut avoir des répercussions sur le niveau de satisfaction des besoins alimentaires.

Les populations des plantes parasites ont progressivement augmenté et sont devenues dans plusieurs régions du Sénégal, une menace pour la production de céréales et de niébé. *Striga hermonthica* et *Striga gesnerioides* constituent aujourd'hui une contrainte majeure à la production de céréales (mil, sorgho, maïs, etc.) et de niébé dans cette région naturelle du Sénégal (environ le tiers de la superficie totale du pays) où les infestations évoluent par rapport aux systèmes de production prédominante dans chaque zone.

Dans l'ensemble, les paysans connaissent les *Striga*, même si la plupart d'entre eux ignorent leur biologie et en particulier leur mode de reproduction. Ils éprouvent un sentiment d'inquiétude à l'égard de ces plantes parasites qui sont à l'origine de dégâts importants dans

le Bassin Arachidier où elles provoquent, sur le mil souba, des pertes de rendement variant entre 30 pour cent et 52 pour cent (Wade, 1998). Aujourd'hui s'ils savent comment maîtriser la flore adventice 'banale' par les sarco-binages de début de cycle cultural, ils se sentent désarmés face à ces plantes qui poussent à une période où ils sont peu présents dans les champs (dernier tiers du cycle cultural).

Méthodes de lutte

Au Sénégal les paysans se sentent tellement désemparés au point que le plus souvent ils ne font rien pour éviter une augmentation du stock de graines de *Striga* dans le sol favorisant ainsi, années après années, les fortes densités enregistrées et l'augmentation des superficies infestées. Toutefois, quelques techniques culturales utilisées par certains producteurs sont par ailleurs susceptibles de limiter le développement du parasite. Ce sont essentiellement: L'arrachage manuel, la rotation culturale, la fertilisation, les dates de semis, et le désherbage.

Des recherches ont donc été menées simultanément dans le sens d'une lutte préventive ou curative. Certaines de ces techniques s'avèrent encourageantes théoriquement et expérimentalement mais ne sont pas applicables par les paysans soit à cause de leur coût élevé ou en raison de la technicité qu'elles requièrent: la lutte chimique (herbicides en pré-ou post émergence du parasite), la fumure organo-minérale, le désherbage à 60-65 jas, l'utilisation de faux hôtes et de variétés résistantes, etc.

Ces difficultés nous ont amenés, tout naturellement, à opter pour la lutte intégrée qui fait appel à plusieurs techniques. Une telle approche permet de limiter la production de nouvelles graines de *Striga* et donc, après 3 ou 4 années, de diminuer significativement le stock de graines du parasite dans le sol. Ainsi, nous avons estimé judicieux de commencer à tester, à plus grande échelle, les paquets technologiques qui nous ont donné des résultats satisfaisants qui, devrait s'articuler comme suit:

- '2t/ha fumier d'ovins + 150kg NPK/ha + 100kg/ha Urée + désherbage à 60-65 jas'; ou
 - 'Successions culturales: Céréale-Faux hôtes-Faux hôtes-Faux hôtes-Céréale'; ou
 - '2t/ha fumier d'ovins + 150kg NPK/ha + 100kg/ha Urée' + herbicide.
- .

Chacune de ces traitements permet de maintenir le développement du parasite dans des limites permettant des récoltes correctes et empêche une extension du parasite.

Au Sénégal, *Striga* prend une ampleur de fléau régional et malheureusement on constate une inadéquation fréquente entre les moyens de lutte proposés et les possibilités financières des paysans ainsi que les contraintes socio-économiques locales. Il nous semble indispensable de poursuivre nos efforts pour tenter de maintenir les plantes parasites dans des limites compatibles avec une production vivrière permettant d'approcher au mieux l'autosuffisance alimentaire visée par l'ensemble des pays africains concernés par ce fléau. Dans cette optique, on a trouvé nécessaire de renforcer, grâce à un processus d'apprentissage participatif qui fait intervenir les Champs Ecoles Paysans (CEP), les capacités nationales de pays.

II. Matériels et méthodes

Pour mener les activités tous les sites d'expérimentation ont été choisis dans le BA où les niveaux d'infestations sont les plus élevés. Son relief peu accusé, associé à des sols sableux peu argileux et sa forte anthropisation, lui confère des paysages monotones avec de faibles contrastes écologiques. Sur le plan démographique les densités de population s'élèvent de 70 à 100 habitants au km² respectivement dans la partie Sud et Nord de cette région naturelle (Sène, 1995).

Organisation de l'IPM/FFS

La mise en œuvre du programme de gestion intégrée et de Champs Ecoles Paysans (FFS) s'est faite en plusieurs étapes;

- la conduite d'enquêtes exploratoires: dans chaque site 20 personnes dont 15 hommes et cinq femmes ont été enquêtées. Six de ces personnes ont moins de 25 ans et les 14 autres ont un âge compris entre 35 et 58 ans. Ils pratiquent tous la culture du mil, du niébé et de l'arachide;
- l'établissement d'un programme d'activités: sur la base des solutions retenues les protocoles expérimentaux sont élaborés et un calendrier d'activité fixé pour chaque site;
- la mise en place du dispositif IPM/FFS sur le terrain: après une pluie utile, les facilitateurs stagiaires et les producteurs retenus se sont retrouvés pour l'implantation des différentes parcelles de démonstration retenues;
- la conduite des activités de l'IPM/FFS: il s'agit de la conduite des AESA (Analyse de l'Agroécosystème) et de l'entretien des cultures.

Pour mener ce programme nous avons choisi le FFS qui est une approche participative de formation et de vulgarisation qui se déroule dans le champ du producteur et couvre entièrement le cycle biologique de la culture cible. Au cours de la formation, les participants ont appris à observer, analyser et à expérimenter tout au long du cycle de la culture les techniques de production et de protection phytosanitaire les moins nocifs possible pour la santé humaine et l'environnement et qui sont à la portée des petits producteurs.

Curriculum de la formation

L'un des objectifs était de former des techniciens, vulgarisateurs et producteurs capables de former à leur tour d'autres techniciens et/ou d'autres producteurs. Par conséquent, un certain nombre de critères était défini pour la sélection des participants, le contenu de la formation, l'identification des personnes ressources et le choix des sites d'investigation. Ainsi, 15 techniciens venus de neuf structures différentes ont été formés en 2005. Concernant la formation des producteurs, 117 participants (48 femmes et 69 hommes) venus des villages pas trop éloignés des sites où les FFS étaient implantés ont suivi la formation.

Description de la formation

Il s'agit d'une formation intégrale couvrant le cycle entier du mil et du niébé et où les participants sont subdivisés en de petits groupes de cinq à six personnes facilement gérables. Les participants sont sélectionnés sur la base du volontariat et consentent de se retrouver une

fois par semaine pendant quatre à cinq heures par séance. Chaque groupe disposait d'une parcelle paire: une parcelle avec pratiques paysannes (PP) et une parcelle où sont appliquées les technologies intégrées proposées en réponse aux problèmes du milieu; ces parcelles sont les parcelles CMT (Crop Management Trial). A côté de ces parcelles CMT, sont installées des parcelles de recherche participatives (PAR: Participative Active Research) où les participants ont testé des technologies proposées par la recherche ou validé des connaissances endogènes.

Sites d'intervention du FFS

Les huit sites où la formation des formateurs et des producteurs ont eu lieu sont: Formation des Formateurs, Ngalbane I (2005), et Formation des Producteurs, Kurty, Khandiar et Ngalbane II (2005) et Séwékhye, Ndiouffène, Keur Mor Selle et Ngoye (2006).

Les thèmes spéciaux

Le contenu des cours spéciaux a couvert plusieurs domaines et portaient sur des thèmes spécifiques liés à la production et à la protection du mil et du niébé, les méthodes de stockage et de conservation, les méthodes d'analyse économique et de commercialisation, etc. Le thème du jour est toujours en rapport avec le stade phénologique de la culture.

III. Résultats

Les enquêtes exploratoires

Les résultats des enquêtes ont, entre autres, montré que 60 pour cent des producteurs cultivent le niébé en dérobé avec le mil contre 25 pour cent en pure; deux pour cent cultivent le niébé en association avec le mil ou le sorgho; 84 pour cent utilisent les variétés améliorées de mil souna contre 5 pour cent pour niébé; 71 pour cent apportent la fumure organique avant le semis du mil (entre avril et juin); 95 pour cent n'apportent ni de fumure organique ni minérale sur le niébé; 95 pour cent n'utilisent l'engrais minéral ni sur le mil ni sur le niébé; 100 pour cent connaissent *Striga hermonthica* contre 20 pour cent pour *Striga gesnerioides*; dix pour cent connaissent les noms locaux des mauvaises herbes qui poussent dans leurs terroirs contre 95 pour cent pour les noms locaux des ligneux (arbres et arbustes); et cinq pour cent connaissent les plantes à effet insecticide vivant dans leurs terroirs.

Les essais Gestion Intégrée de la Culture

Dans tous les cinq sites où nous avons implantés les FFS en 2005 et 2006, de sévères infestations par *Striga hermonthica* ont été enregistrées dans les parcelles PP (25-30 *Striga*/m²). Dans ces parcelles les plants de mil sont restés rabougries et les productions de grains insignifiants. Par contre, dans les parcelles de gestion intégrée les *Striga* ont émergé tardivement et étaient encore au stade plantules au moment des récoltes du mil et ce, à cause du troisième désherbage effectué entre 65 et 70 jours après les semis du mil. Or, à la récolte les *Striga* étaient en floraison-fructification dans les parcelles PP. Dans les parcelles CMT nous avons enregistré un effet positif de la fumure organo-minérale qui tout en fortifiant la culture a retardé les émergences du parasite. Celles-ci ont démarré à 62 jours après semis (jas); ce qui est d'ailleurs bénéfique à la culture.

Dans les sites où nous avons cultivé le niébé, *Striga gesnerioides* a fait son apparition à 30 et 41 jas dans les parcelles PP et IPM respectivement en 2005 et 2006. Mais, la pauvreté du sol dans les parcelles PP conjuguée avec la pression parasitaire avaient fait que presque tous les plants de niébé ont crevé avant les récoltes.

Les tableaux 1 et 2, ci-dessous, font le récapitulatif des rendements et des marges bénéficiaires obtenus à la FDF et à la FP en 2005 et 2006. En 2005 comme en 2006, nous avons trouvé que les marges bénéficiaires sont plus intéressantes sur le niébé. Mais, la forte exigence en main d'œuvre de la culture du niébé, surtout à la récolte, obère les marges bénéficiaires si on intègre le coût de la main d'œuvre. Sur le mil les rendements ont été faibles voire nulles dans certaines parcelles à Khandiar (dégâts provoqués par les *Lema planifrons* dans les parcelles PP) et à Séwé Khaye (pauvreté du sol et sévérité des infestations par *Striga*). Sur le mil les rendements ont été faibles voire insignifiants dans presque toutes les parcelles PP au niveau des sites.

Il y a lieu de signaler ici que sur le calcul des marges bénéficiaires nous n'avons pas intégré le coût de la main d'œuvre pour chaque opération culturale bien que les temps de travaux aient été régulièrement relevés. Ce, parce que les producteurs nous ont fait comprendre que quelque soit le volume de leur travail ils ne comptent que sur la main d'œuvre familiale car dans la zone il est impossible d'y trouver des saisonniers. S'ils sont submergés de travail ils demandent appuis auprès des parents et/ou des voisins moyennant un ou des repas. Soulignons ici que sur le mil, les charges fixes sont évaluées à 50 030 F pour les parcelles IPM et 3 200 F pour les parcelles PP. Par contre sur le niébé elles s'élèvent à 45 230 F et 9 600 F pour respectivement les parcelles IPM et PP.

Les essais de Recherche Participative

Essais de fertilisation sur le mil

Dans tous les sites le traitement T2 (2t/ha de fumier d'ovins + 150 kg NPK/ha + 100kg/ha Urée) a donné les meilleurs rendements. Sur ce traitement nous avons enregistré moins d'émergence de *Striga* (1 à 2 plants de *Striga*/m² contre 12 à 20 sur le témoin absolu). T1 (fumier d'ovins) et T3 (NPK+ Urée) ont également donné des résultats intéressants. Les niveaux d'infestation sur T5 (fumier de cheval) étaient supérieurs à ceux obtenus sur le T4 (témoin absolu): 18 plants de *Striga*/m² contre 16 mais, les rendements ont été meilleurs sur T5.

Germination suicide

Les deux faux hôtes utilisés, Mélakh et Mouride, se sont bien comportés dans tous les CEP en produisant assez de gousses à côté d'une parcelle de mil où la production de grains est restée insignifiante à cause de la pression du *Striga* (54 plants de *Striga*/m²). D'ailleurs, compte tenu de la fréquence d'apparition des pucerons dans le BA nous demandons aux producteurs de prendre comme faux hôte la variété de niébé Mélakh qui a un bon niveau de résistance aux Aphids.

Essais variétaux

IT82D-849, Suvita 2 et IT90K-77 se sont révélées totalement résistantes dans tous les sites mais se sont révélées moins productives. Mouride a laissé émerger très peu de *Striga* et a donné la meilleure production de graines. IT90K-76 a également laissé émerger peu de *Striga*

(moins de 1 plant de *Striga*/m²). Bien que sensible au *Striga gesnerioides*, Mougne a, dans tous les sites, donné une bonne production de graines. Ceci pourrait s'expliquer, du moins en partie, par le fait que les émergences du parasite ont été très tardives dans ces sites.

Tableau 1 Effet des pratiques IPM et PP sur les rendements obtenus à Ngalbane, Khandiar, Séwé Khaye, Keur Mor Selle et Ndiouffène et marges bénéficiaires (culture: mil souna3)

Sites	Groupes	Parcelles	Rendements kg/ha	Vente des graines FCFA	Revenus bruts FCFA	Marges bénéficiaires FCFA
Ngalbane (D. Bambey) FDF-2005	Wanq (<i>Cantharides</i>)	IPM	492	73 800	73 800	23 770
		PP	58	7 200	7 200	4 000
	Nduxum (<i>Striga</i>)	IPM	381	57 150	57 150	7 120
		PP	164	24 600	24 600	21 400
Khandiar (D. Bambey) FP-2005	Sorket (<i>sauteriau</i>)	IPM	386	57 900	57 900	7 870
		PP	00	00	00	- 3 200
	Nduxum	IPM	858	128 700	128 700	78 670
		PP	9,65	1448	1448	- 1 752
	Ndiraan (<i>Cyperus</i>)	IPM	579	86 850	86 850	36 820
		PP	247	37 050	37 050	33 850
Séwé Khaye (D. Thiès) FP-2006	Nduxum (<i>Striga</i>)	IPM	845	126 750	126 750	76 720
		PP	104	15 600	15 600	12 400
	Leupaleup (Papillon)	IPM	805	120 750	120 750	70 720
		PP	237	35 550	35 550	32 350
	Kotot (Puceron)	IPM	837	125550	125550	75520
		PP	365	54 750	54 750	51 550
Keur Mor Selle (D. Bambey) FP-2006	Diargogne (Araignée)	IPM	733	109950	109950	59 920
		PP	100,00	15 000	15 000	11800
	Nduxum (<i>Striga</i>)	IPM	761	114 150	114 150	64 120
		PP	240	36 000	36 000	32 800
	Dialal (Iules)	IPM	610	91 500	91 500	41 470
		PP	160	24 000	24 000	20 800
Ndiouffène (D. Diourbel) FP-2006	Kotot (Puceron)	IPM	798	119 700	119 700	69 670
		PP	169	25 350	25 350	22 150
	Dialal (Iules)	IPM	718	107 700	107 700	57 670
		PP	189	25 350	25 350	22 150
	Nduxum (<i>Striga</i>)	IPM	673	100 950	100 950	50 900
		PP	108	16 200	16 200	13 000

Tableau 2 Effet des pratiques IPM et PP sur les rendements à Ngalbane, Ndalane et Ngoye et marges bénéficiaires (culture niébé).

Sites	Groupes	Parcelles	Rendementskg/ha		Ventes (FCFA)		R .brut (FCFA)	M. Bénéfic (FCFA)
			Graines	Fanes	Graines	Fanes		
Ngalbane FDF-2005	Ndiraan	IPM	432	889	129 600	44 450	174 050	128 820
		PP	25	230	3 750	11 500	15 250	5 650
Kurdy- Ndalane FP-2005	Mbidafid	IPM	586	1440	175 713	72 000	247713	202 483
		PP	250	350	37 500	17 500	92500	82 900
	Nduxum	IPM	1000	1440	300 000	72 000	372000	326 770
		PP	157	200	23 571	10 000	57142	47 542
	Landumar	IPM	964	1600	289 287	80 000	369287	324 057
		PP	300	205	45 000	10 250	100250	90 650
Ngalbane FP-2005	Nduxum	IPM	585	1440	175 713	72 000	247713	202 483
		PP	250	350	37 500	17 500	92500	82 900
	Kotot	IPM	1000	1440	300 000	72 000	372000	326 770
		PP	157	200	23 571	10 000	57142	47 542
	Ndiraan	IPM	964	1600	289 287	80 000	369287	324 057
		PP	300	205	45 000	10 250	100250	90 650
Ngoye FP-2006	Mbidafid	IPM	978	1777	391200	88 850	480 050	434820
		PP	307	811	46 050	40 550	86 600	77 000
	Nduxum	IPM	850	2222	340 000	111100	451 100	405 870
		PP	336	666	50 400	33 300	83 700	74 100
	Landumar	IPM	757	2666	302 800	133300	436 100	390870
		PP	264	840	39 600	42 000	81 600	72 000

Tableau 3 Essais de Recherches Participatives: effet des traitements sur le rendement du mil et du niébé.

Traitement	Fertilisation (mil souna 3)		Essais variétaux (niébé)			Germination suicide		
	Rendementskg/ha		Rendementskg/ha			Rendementskg/ha		
	2005	2006	Traitement	2 005	2006	Traitement	2005	2006
	Sites			Sites			Sites	
	FP Khan	FP Ndio		FP Ngal	FP Ngoy		FDF Ngal	FP S. Kh
F. O.	394	630		IT90K-77	438			Niébé (Mouride)
F.O. +NPK + Ur.	1269	750	IT90K-76	625	425	Niébé (Mélakh)	640	860
NPK + Ur.	720	605	Mougne	719	735	Mil (Souna 3)	680	365
Témoin	292	335	Mouride	1188	800	Arachide (55-437)	00	-
F. Cheval	350	370	58-57	906				
-	-	-	IT82D-849	-	324			
-	-	-	Suvita 2	-	200			

FDF: Formation des Formateurs; **FP:** Formation des Producteurs

F. O.: Fumier d' Ovins; **Ur.:** Urée; **F. Cheval:** Fumier de Cheval

Ngal: Ngalbane; **Khan:** Khandiar; **S. Kh:** Sewe Khaye; **Ndio:** Ndiouffene; **Ngoy:** Ngoye

IV. Conclusion

A travers le programme de formation entrepris les agriculteurs ont trouvé un lieu d'éducation dans ou près de leurs propres champs. Ils ont, aujourd'hui, une meilleure connaissance du cycle biologique et l'écologie des différentes espèces de *Striga*. Sur le terrain ils ont également appris à identifier les adventices, les nuisibles et leurs ennemis naturels et surtout à étudier les conditions environnementales dans lesquelles évoluent les cultures. Ainsi, ils ont été formés sur toutes les composantes du fonctionnement de l'agroécosystème du mil et du niébé.

Les tests de démonstration entrepris ont été dans l'ensemble concluants et le calcul économique effectué par les facilitateurs et les producteurs ont mis en évidence des marges bénéficiaires intéressantes avec la pratique IPM. Cette formation a donc permis de démontrer que les producteurs à faibles revenus peuvent lutter contre *Striga* par la combinaison de méthodes simples, efficaces et peu coûteuses. Elle leur a également permis de comprendre que produire n'est pas nécessairement synonyme de grands moyens financiers mais plutôt d'une maîtrise soutenue de l'agro-éco-système de la culture et des prises de décisions à temps.

A travers cette formation, le Sénégal dispose d'un noyau bien formé de facilitateurs (15 techniciens et 117 producteurs) ayant une bonne compréhension des concepts en question ainsi que de réelles capacités d'animation des CE. Le programme d'étude de base a été bien élaboré et les agriculteurs alphabétisés peuvent devenir des formateurs à leur tour puisque le caractère pratique de la formation permet aux paysans d'animer aisément les activités d'apprentissage.

Remerciements

Nous remercions ici la FAO pour son initiative et son appui technique et financier. Nous remercions également la DPV et surtout l'ISRA de Bambey qui a apporté tout l'appui logistique nécessaire pour mener les activités sur le terrain.

Références

- Ba, A. T., 1983: Biologie du parasitisme chez deux scrophulariacées tropicales: *Striga hermonthica* (Del.) Benth. et *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke. Thèse de Doctorat d'Etat, ès-Sciences de L'université de Dakar, 139 pages.
- Ba, A. T., 1983: *Striga* resistance screening of some cultivars of pearl millet, sorghum, maize and cowpea. Proceeding of the second International Workshop on *Striga*, 5-8 Octobre 1981, IDRC/ICRISAT, Ouagadougou. Pp: 47-49
- Diallo, S. et Wade, M. 1995. Rapport technique annuel. ISRA - Projet C.E.E. (Contrat TS 3 - CT- 0020). 22 pages.

- Diallo, S. et Wade. 1995. Situation de la recherche sur le *Striga* en cultures de céréales au Sénégal. Sahel IPM N°4, 2-8.
- Sène, M., 1995: Influence de l'état hydrique et du comportement mécanique du sol sur l'implantation et la fructification de l'arachide . Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Montpellier, France. 127 pages.
- Singh, B. B. et Emechebe, A. M. 1990. Inheritance of *Striga* resistance in cowpea genotype B301. Crop Science 30: 879-881.
- Wade, M. 1990. Statut de trois Scrophulariacées du genre *Striga* dans le terroir de Sob au Sénégal. Sahel PV Info, 9 -18.
- Wade, M. 1993. La contrainte enherbement en milieu paysan: techniques de lutte. Rapports d'activités C. N. R.A. Bambey. 42 pp.
- Wade, M. 1994. La contrainte enherbement en milieu paysan: techniques de lutte. Rapports d'activités C. N. R.A. Bambey. 38 pp.
- Wade, M. 1995. La contrainte enherbement en milieu paysan: techniques de lutte. Rapports d'activités C. N. R.A. Bambey. 41 pp.
- Wade, M. 1996. La contrainte enherbement en milieu paysan: techniques de lutte. Rapports d'activités C. N. R.A. Bambey. 27 pp.
- Wade, M. 1997. La contrainte enherbement en milieu paysan: techniques de lutte. Rapports d'activités C. N. R.A. Bambey. 30 pp.

Lutte intégrée durable contre le *Striga* au Togo à travers Les Champs Ecoles Producteurs

Dantsey-Barry Hadyatou, Labare Kodjo, Pocanam Yentchabré et Tchatakora D.
Institut Togolais de Recherche Agronomique
hadyabarry@yahoo.fr

Résumé

Les mauvaises herbes en général, et les mauvaises herbes parasites en particulier sont une contrainte majeure de la production agricole. Parmi ces dernières, *Striga hermonthica*, *Striga asiatica* et *Striga gesnerioides* sont les plus néfastes et occasionnent les dégâts les plus importants au sorgho, mil, maïs et niébé au Togo. La partie septentrionale du pays est la plus frappée par les dégâts de *Striga hermonthica* sur sorgho, mil et maïs entre autres, et *Striga gesnerioides* sur niébé. Faute de contrôle adéquat, des pertes de rendement de 50 à 100 pour cent dues à *S. hermonthica* sur sorgho, mil et maïs, et de 35 à 50 pour cent sur le niébé sont rapportées.

C'est dans ce contexte que le Togo, avec l'appui technique et financier de la FAO a initié et mis en œuvre dans la Région des savanes un projet intitulé 'Lutte intégrée durable contre le *Striga*'. L'objectif du projet était d'aider, par la formation, les agriculteurs à lutter efficacement et de façon durable contre le *Striga*. L'approche participative, Champs – écoles – producteurs (CEP) a été utilisée pour former les agriculteurs sur la combinaison de différentes techniques de lutte simples et peu onéreuses. En vue de former les agriculteurs à l'application des différentes techniques de lutte, dix techniciens de la vulgarisation et de la recherche ont été formés pour servir de facilitateurs. A leur tour, les facilitateurs ont formé 113 agriculteurs dont 45 femmes, repartis en quatre CEP.

Les résultats préliminaires ont montré que l'association maïs – soja a permis une réduction de 55 pour cent les émergences de *Striga hermonthica* à Garo, 89 pour cent à Gabongbong en première année. En 2^{ème} année, le succédant cultural a été le coton, faux hôte de *Striga hermonthica*. Il n'y a pas eu d'émergence de plants de *Striga*. L'évaluation économique de la production a dégagé des marges brutes satisfaisantes sur tous les sites, sauf à Gabongbong où la productivité des sols doit être améliorée par un amendement organique. A l'issue des deux années de mise en œuvre, les agriculteurs ont admis que la lutte contre le *Striga* ne peut être efficace avec une seule méthode et en une seule campagne agricole. Plusieurs méthodes doivent être utilisées dans l'espace et le temps pour obtenir des résultats satisfaisants.

Sustainable Integrated *Striga* Management in Togo through Farmer Field Schools

Summary

Weeds in general and the parasitic weeds in particular are major constraints to the agricultural production. Among the parasitic weeds, *Striga hermonthica*, *Striga asiatica* and *Striga gesnerioides* are the most harmful and cause important damages on the productivity of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), millet (*Pennisetum glaucum*), maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna Unguiculata* (L)) in Togo. In the northern part of the country sorghum,

millet and maize are affected by *Striga hermonthica*, while cowpea is parasitized by *Striga gesnerioides*. With no adequate control on these parasitic weeds, yield losses are reduced up to 50-100 percent. In the case of cowpea, yield losses may be between 35 to 50 percent.

In such a context, in Togo, with the technical and financial support of FAO, a programme was implemented in the Savannah Region, which aimed at farmers training on strategies for the effective control of *Striga*. To this end participatory approach through the implementation of so-called Farmer Field Schools were adopted to train farmers on simple techniques for *Striga* control. In order to facilitate farmers training, 10 technicians including extension workers and researchers as future facilitators were previously trained. In turn the facilitators assisted in the organization of FFS, where 113 farmers including 45 women, divided in four groups were trained. Obtained results showed that maize and soybean intercropped reduced *Striga hermonthica* emergence by 55 percent at Garo and 89 percent at Gabongbong in 2005, while in 2006, cotton as a false host of *Striga hermonthica* was grown in rotation, where no *Striga* plants were observed. The economic assessment of the obtained production showed satisfactory gross margins in all sites, except in Gabongbong where the productivity of the soil is still to be improved using more organic amendments. After the two-year training process, farmers were aware that for *Striga* control needs more than one control strategy during the crop cycle of the affected crops.

I. Introduction

Au Togo, douze espèces de *Striga* avaient été recensées en 1987 sur l'ensemble du territoire national. Parmi elles, deux espèces sont particulièrement néfastes par leur parasitisme et causent des pertes de rendement allant de 50 à 100 pour cent sur sorgho pour *Striga hermonthica* et 35 à 50 pour cent sur niébé pour *Striga gesnerioides* (Agbobli, 1991; Agbobli, 2002). Selon Tchémi (1986), in Lagoke, Parkinson et Agunbiade (1988), plus de 200 000 ha de champs de maïs et de sorgho sont infestés par *Striga asiatica* et *Striga hermonthica* les plus néfastes à l'agriculture. La Région des Savanes, caractérisée par des sols pauvres et un régime pluviométrique aléatoire est particulièrement frappée par ce fléau. Les infestations sévères dues à l'accroissement continu des stocks de graines dans le sol conduisent de plus en plus à l'abandon systématique des superficies cultivables.

C'est pour cette raison que dans le cadre de son programme de coopération technique (TCP), il a été initié et soumis à la FAO un projet sous régional (TCP/RAF/3008) intitulé "Lutte intégrée durable contre le *Striga*". L'objectif général du projet est de contribuer à garantir la sécurité alimentaire et le développement durable grâce à une maîtrise parfaite des méthodes de lutte intégrées contre le *Striga*, pouvant conduire à des rendements stables des cultures hôtes.

Les objectifs spécifiques étaient de renforcer les capacités des techniciens d'encadrement en matière de lutte intégrée durable contre le *Striga* et des agriculteurs en gestion intégrée de la production et de la protection (GIPP) à partir des champs-écoles des producteurs (CEP); renforcer le partenariat entre paysans, chercheurs et vulgarisateurs; et mettre au point de façon participative des technologies viables de lutte intégrée contre le *Striga*.

II. Matériel et méthodes

En 2005 le matériel végétal utilisé était composé d'une variété améliorée de sorgho, (SORVATO 1) qui a un cycle de 105 jours, avec un rendement potentiel de 3 - 4 T/ha; une variété de maïs (TZL. Comp 1 WC4) d'un cycle de 100 jours, avec un rendement potentiel de 4 – 5 T/ha et qui est tolérante au *Striga*; et une variété de soja (Jupiter) d'un cycle de 90 jours, avec un rendement potentiel de 2 à 3 T/ha.

En 2006, le matériel végétal utilisé a été une variété de coton (STAM 279A) d'un cycle 150 à 160 jours, avec un rendement potentiel de 2 700kg de coton graine.

Des agriculteurs de la préfecture de Tône (Régions des Savanes) ont été organisés en quatre champs-écoles producteurs (CEP) localisés à Garo, Gabongbong (Canton de Biankouri) et Yiégou et Kpalmontongue (Canton de Timbou).

En 2005, avant de la formation des agriculteurs, une formation de formateurs (FDF) a été organisée pour renforcer la capacité des vulgarisateurs et des chercheurs. En 2006, au début du mois de mai, les facilitateurs ont été recyclés sur le "Rôle du cotonnier dans la lutte contre *Striga hermonthica*". Les résultats de la campagne 2005 ont été également restitués et discutés avec les agriculteurs des champs écoles et des environs. A cet effet, l'approche participative avec la méthode de cycle d'apprentissage par l'expérience (CAE) a été utilisée.

Ces formateurs ont, à leur tour, formé les agriculteurs constitués en champs – écoles producteurs (FFS). Des concertations périodiques, des formations et des sensibilisations ont été organisées. Chaque champ école a choisi, en tenant compte du programme d'animation des marchés ruraux alentour, un jour de la semaine pour la formation. Ainsi, les champs-écoles ont été animés une fois par semaine par les facilitateurs.

Pour l'expérimentation, deux parcelles de 500m² ont été délimitées dans chaque village champs-école, l'une pour les innovations proposées (GIPP) et l'autre pour les pratiques habituelles des producteurs (PP). Pour la gestion intégrée de la production et du *Striga* (GIPP), plusieurs techniques ont été appliquées.

En 2005, aussi bien sur les parcelles GIPP que sur la parcelle PP, les techniques suivantes ont été apportées: utilisation de variété de tolérante au *Striga*, apport de la fumure minérale: 100kg/ha de NPK (15.15.15) + 100kg/ha d'Urée (46 pour cent N); l'association céréale avec faux hôte (maïs-soja); le sarclage précoce; le sarclo-buttage; et l'arrachage précoce des plants de *Striga*.

En plus de ces éléments, il a été apporté en GIPP cinq tonnes de fumure organique par hectare au moment du labour.

En 2006, aussi bien en GIPP qu'en PP, les techniques suivantes ont été appliquées: l'engrais unique du coton qui est le 20-15-13-4-0,75-3,5 (NPKSBMgO) a été appliqué à dose recommandée (200kg/ha) par la SOTOCO (Société Togolaise du Coton); le sarclo-buttage; le buttage; et le fumier de ferme à la dose de 15 tonnes /ha sur les GIPP. A Garo, le fumier de ferme a été également appliqué en PP.

La formation a été dispensée en français ou en langue vernaculaire, suivi ou non de traduction selon les circonstances et l'auditoire. Pour l'évaluation de la pertinence des thèmes et l'économie des technologies appliquées, un questionnaire a été élaboré et soumis à

l'interview à 80 paysans sur les 113 qui ont bénéficié de la formation. Les logiciels Excel et STATA 8 ont servi respectivement à la saisie et à l'analyse des données d'enquête. Une restitution des résultats agronomiques et économiques a été effectuée à la fin de chaque campagne

III. Résultats et discussion

3.1. Résultats liés au renforcement des capacités (2005 et 2006)

Formation des formateurs (FDF)

En 2005, huit vulgarisateurs et deux chercheurs ont été formés en malherbologie générale, en biologie du *Striga*, en différentes méthodes de lutte contre le *Striga*. Les autres sujets de formation étaient la physiologie et l'itinéraire technique du sorgho et du maïs, de même que le concept et la conduite des champs – écoles producteurs. La formation théorique en salle a été appuyée par une formation pratique sur le terrain.

En 2006, les facilitateurs (huit vulgarisateurs et un chercheur) ont été recyclés sur le thème "Rôle du coton dans la lutte contre le *Striga*". En plus, ils ont été appuyés lors des différentes missions effectuées par la consultante, le coordonnateur du projet et d'autres personnes ressources.

Formation des agriculteurs (2005 et 2006)

En 2005, cent treize (113) agriculteurs dont 43 femmes (38 pour cent) et 70 hommes (62 pour cent) issus de 13 groupements communautaires se sont constitués en quatre champs-écoles producteurs. La formation a porté sur la biologie du *Striga*, la physiologie des cultures et les différentes techniques de lutte contre le *Striga*.

En 2006, il y eut un désistement, un décès (deux hommes) et deux femmes sont entrées, ce qui porte le nombre d'agriculteurs formés toujours à 113 dont 45 femmes (Tableau 3)

Les agriculteurs ont été formés entre autres à la physiologie et à la culture du coton, de même qu'à la biologie de *STRIGA hermonthica* sous les céréales en 2005 et sous le coton en 2006. Ces formations ont été le plus souvent effectuées à l'ombre d'un arbre (Figures 13 et 14).

L'implication des agriculteurs qui, pour la plupart ne sont pas alphabétisés s'est améliorée avec l'utilisation des symboles lors des formations et des restitutions

3.2. Résultats liés à l'émergence des *Striga* dans les parcelles (2005 et 2006)

L'émergence des *Striga* a commencé dans la zone vers fin juillet. Mais sur les parcelles expérimentales, ce n'est qu'au mois d'août que les premiers plants de *Striga* ont apparu.

À Garo, les plants de *Striga* ont émergé d'abord sur la PP maïs pur, et environ deux semaines plus tard, sur la GIPP (association maïs – soja). Le nombre de plants de *Striga* identifiés au cours de la campagne en PP a été de 2 904, contre 1 320 plants en GIPP (Figure 3).

Plants de *Striga* cumulés

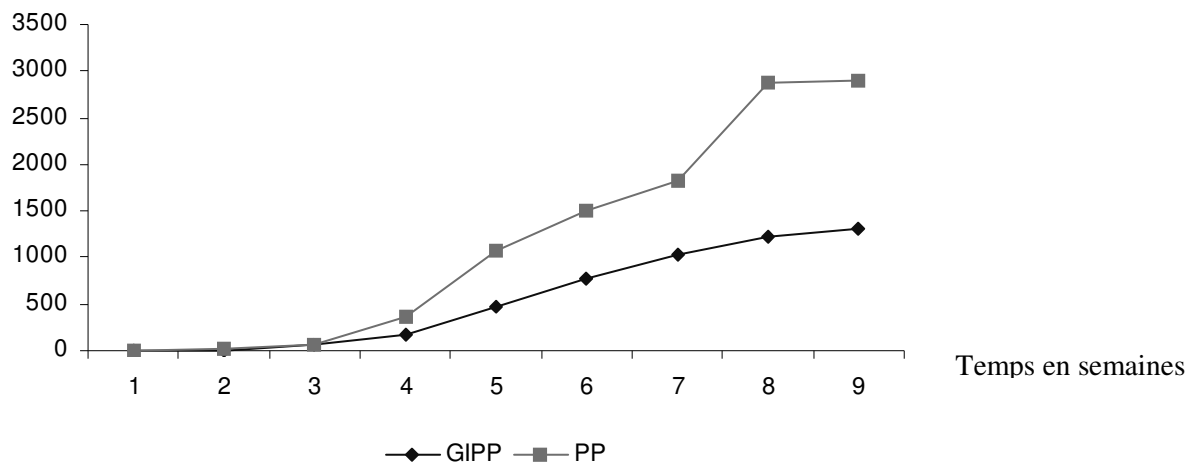


Figure 1: Apparition du *Striga* dans le temps à Garo

Nous remarquons donc sur ce site que l'effet de l'association céréale (maïs) avec un faux hôte (soja) a permis de réduire l'émergence du *Striga* de plus de 55 pour cent en première année par rapport au témoin (maïs en pur). Ces résultats confirment ceux de Dembélé, 1988, et de Parkinson *et al.* (1987) qui ont montré que le soja, le coton et le voandzou sont de bons faux hôtes pour *STRIGA hermonthica* en maïsiculture.

A Gabongbong, la tendance est la même avec un retard dans l'apparition du *Striga*, surtout en GIPP. C'est sur ce site qu'il y a eu peu d'apparition avec un maximum de 35 plants en PP contre quatre en GIPP (Figure 2), soit une réduction de 89 pour cent.

Plants de *Striga* cumulés

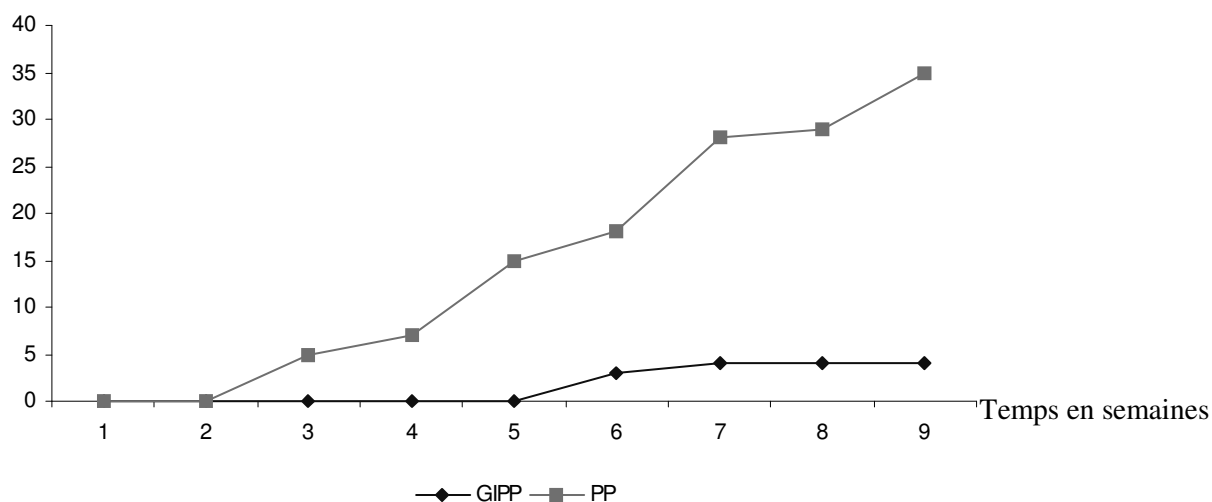


Figure 2: Apparition du *Striga* à Gabongbong

Ce résultat serait dû à la saturation en eau des parcelles durant presque toute la campagne grâce à une bonne pluviométrie. Cet état était surtout remarquable en GIPP (plus en aval) où il n'y a eu que quatre plants durant tout le cycle. Ce phénomène atteste bien que l'inondation

peut être un moyen de lutte efficace contre le *Striga*. Il faudrait faire remarquer qu'en temps moins pluvieux, ce site est un foyer chaud des *Striga hermonthica* et *gesnerioides*. C'est la raison pour laquelle ce site a été choisi.

Dans le cas du sorgho en pur à Yiégou, aussi bien en PP qu'en GIPP, la même tendance s'est révélée avec 1 186 plants de *Striga* en PP contre 939 en GIPP (Figure 3). Ici la réduction des émergences en GIPP a été de 21 pour cent. Cette réduction a pu être obtenue probablement grâce à l'effet conjugué de la fumure organique et de la fumure minérale. Cette étude doit toute fois être approfondie pour mieux comprendre les mécanismes par lesquels les fumures diminuent l'infestation du *Striga*.

A Kpalmontongue par contre, c'est tout l'effet contraire qui c'est produit, il y a eu plus d'émergence de *Striga* sur la GIPP 396 pieds que sur la PP, avec 237 pieds (Figure 4). Sur ce site, la PP qui s'est retrouvée sur une ancienne porcherie a plus bénéficié de l'effet de la fumure organique. Les sols étant excessivement pauvres, les cinq tonnes par ha de fumure organique apportée en GIPP n'étant pas suffisantes pour réduire les émergences. Par contre, les résultats obtenus en PP qui s'est retrouvée sur une ancienne porcherie ont montré que la fumure organique contribue à réduire les émergences de *Striga hermonthica*.

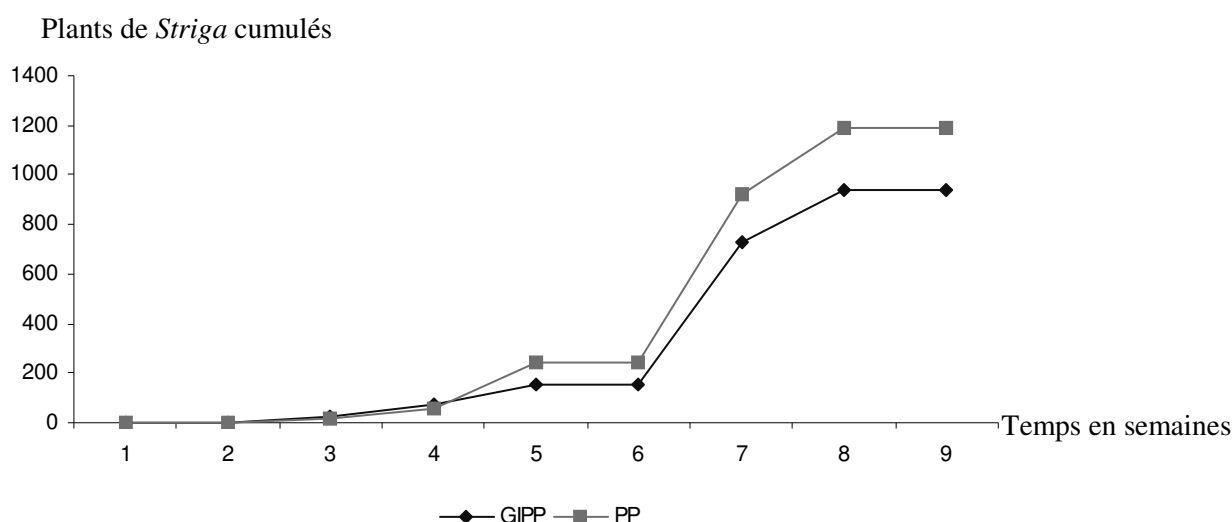


Figure 3: Apparition du *Striga* à Yiégou

Plants de *Striga* cumulés

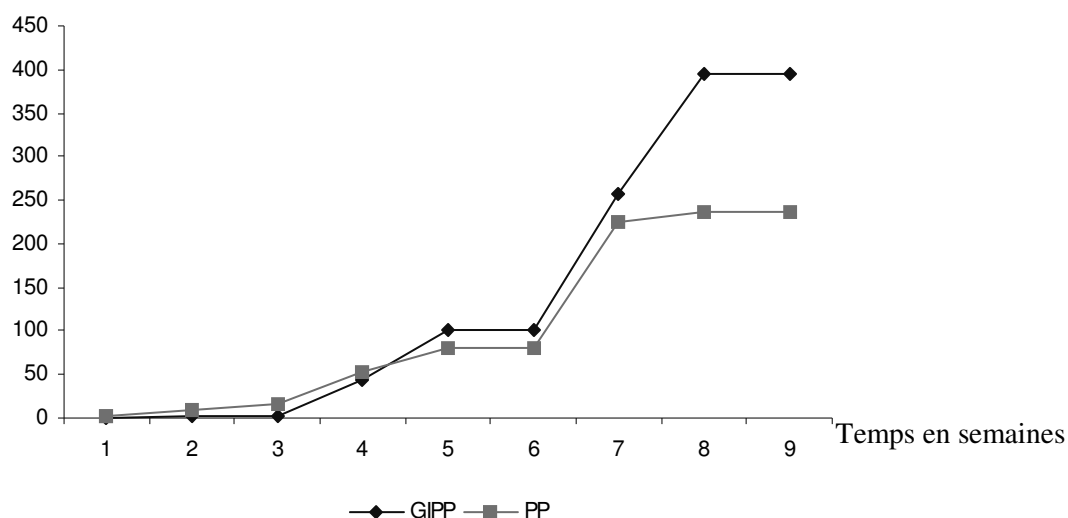


Figure 4: Apparition du *Striga* à Kpalmontongue

Résultats liés aux rendements

Rendements obtenus avec l'association maïs – soja (2005)

A Garo, les rendements de maïs (tableau 1) ont été de 3 040kg/ha pour la parcelle GIPP contre 2 820kg/ha pour la PP, soit une différence de 220kg/ha (7 pour cent) en faveur de GIPP sans compter le soja.

Tableau 1: Rendement en maïs grain à Garo et Gabongbong

CEP	Rendement brut (kg/ha)		Différence (GIPP – PP)	Rendement relatif (pour cent)	
	GIPP	PP		GIPP	PP
Garo	3 040	2 820	- 220	100	93
Gabongbong	850	1 160	+ 310	100	136

Par contre, à Gabongbong les rendements sont respectivement de 850kg/ha et 1 160kg/ha, soit une différence de 310kg/ha à l'avantage de la PP soit 36 pour cent de plus pour la PP (tableau 2). Nous l'avons dit plus haut, la GIPP a été plus saturé en eau durant le cycle, ce qui était bénéfique pour lutter contre la *Striga*, mais en même temps préjudiciable au maïs et au soja.

Tableau 2: Rendement en soja à Garo et Gabongbong

CEP	Rendement brut (kg/ha)		Différence (GIPP – PP)	Rendement relatif (pour cent)	
	GIPP	PP		GIPP	PP
Garo	300	-	300	100	00
Gabongbong	360	-	360	100	00

Les rendements en maïs grains n'ont été à l'avantage de GIPP qu'à Garo. Cependant, aussi bien à Garo qu'à Gabongbong, avec l'association, les GIPP restent avantageux avec des rendements complémentaires en soja de 300kg/ha à Garo et 360kg/ha à Gabongbong. Bien que ces rendements soient faibles, le complément nutritionnel et/ou monétaire que le soja pourrait apporter aux producteurs avec l'association mérite d'être relevé

Rendements obtenus avec le sorgho en pur

Avec la culture du sorgho en pur, les rendements obtenus (320kg/ha pour GIPP et 600kg/ha pour PP) à Kpalmontongue sont nettement inférieurs à la potentialité (3 000 à 4 000kg/ha) de la variété utilisée SORVATO 1. A Yiégou, les rendements sont respectivement de 1 000kg/ha et 660kg/ha (Tableau 3). Le retard accusé dans la mise en place des expérimentations a été très défavorable au développement des plants. Il y a eu de grandes pluies après le semis qui ont tassé le sol et provoqué une mauvaise levée. Un second et même un troisième semis ont dû être effectués. D'où un semis échelonné favorable au développement de plusieurs générations de cécidomyie surtout à Kpalmontongue.

Tableau 3: Rendement en sorgho grain à Kpalmontongue et Yiégou

CEP	Rendement brut (kg/ha)		Différence (GIPP – PP)	Rendement relatif (pour cent)	
	GIPP	PP		GIPP	PP
Kpalmontongue	320	600	- 280	100	188
Yiégou	1 000	660	340	100	66

Rendements en coton graines en 2006

Les rendements ont varié d'un site à un autre aussi bien sur les parcelles GIPP que sur les parcelles PP.

A Garo, les rendements ont été de 2 434kg/ha en GIPP et de 2 208kg/ha en PP, soit une différence de 9,3 pour cent en faveur de la GIPP. La fumure organique a été apportée ici aussi bien en GIPP qu'en PP.

A Gabongbong, les rendements ont été successivement de 1 360kg/ha et de 942kg/ha, soit 30,74 pour cent en faveur de la GIPP. Ici, le sol sablo-argileux, qui reste saturé après de grosses pluies, reste une des contraintes majeure au développement adéquat des cultures.

A Yiégou, les rendements ont été de 2 094kg/ha en GIPP, et de 1 532kg/ha en PP, avec une différence de 26,84 pour cent pour la GIPP.

Enfin, à Kpalmontongue, ces mêmes rendements ont été respectivement de 2 345kg/ha à 1 176kg/ha, soit 50,05 pour cent pour la PP (Tableau 4).

Tableau 4: Rendement en coton graines sur les différents sites

CEP	Rendement brut (Kg/ha)		Différence (GIPP – PP)	Rendement relatif (pour cent)	
	GIPP	PP		GIPP	PP
Garo	2 434	2 208	226	100	91
Gabongbong	1 360	942	418	100	69
Yiégou	2 094	1 532	562	100	73
Kpalmontongue	2 354	1 716	638	100	73
Moyenne des sites	2 060,5	1 599,5	461	100	78

Si les rendements ont été satisfaisants sur l'ensemble des parcelles GIPP et sur la PP à Garo, ils sont en deçà de la potentialité de la variété qui est estimée à 2 700kg/ha. Cela pourrait être dû en partie aux dégâts des insectes qui ont continué même après les cinq traitements insecticides recommandés par la SOTOCO.

En étude spéciale, on a semé sur chaque, site sur deux petites parcelles ES1 21 jours après le semis des parcelles GIPP et PP, et ES 2, quinze jours après ES 1, à Yiégou et Kpalmontongue. Les différences de rendement en faveur de ES1 (semis précoce relativement précoce) sont respectivement de 65,7 pour cent et 50,0 (Tableau 5).

Tableau 5: Effet des dates de semis sur le rendement en coton graines

CEP	Rendement brut (Kg/ha)		Différence (ES 1 – ES 2)	Rendement relatif (pour cent)		Différence ES1 - Es2
	ES 1	ES 2		ES 1	ES2	
Garo*	3 111	3 000	111	100	96,43	
Gabongbong*	1 020	1 220	- 200	100	119,60	
Yiégou	583	200	383	100	34,30	65,7
Kpalmontongue	1 280	640	640	100	50,00	50,0

ES = Etude spéciale

* - A Garo et Gabongbong, il n'y a pas eu de différence de dates de semis

Résultats liés à l'évaluation des thèmes de formation

Synthèse des principaux résultats obtenus

Sur l'ensemble des quatre champs écoles et par rapport aux 27 thèmes développés au cours de la formation, il en ressort que 98 pour cent des membres des CEP formés estiment que les objectifs des thèmes sont appropriés et sont atteints et que la formation a répondu à leurs attentes, en particulier dans les domaines de préparation du sol = 25 pour cent, repiquage = 22 pour cent, apport d'engrais = 45 pour cent, traitement = 26 pour cent, lutte contre les mauvaises herbes = 31 pour cent et lutte contre le *Striga* = 96 pour cent.

IV. Conclusion et recommandations

La formation des agriculteurs à la gestion intégrée de la production et de la protection (GIPP) par l'approche participative à travers les champs écoles producteurs (CEP) a été effectuée en 2005 et 2006 sur les thèmes "Lutte intégrée durable contre le *Striga*" et "Gestion intégrée de la fertilité des sols".

Les agriculteurs ont accordé beaucoup d'intérêt aux nouvelles technologies et à l'appui de l'encadrement (vulgarisateurs et chercheurs). Ils se sont montrés coopératifs et l'ont démontré tout le long de la formation avec une participation moyenne de 20 producteurs à chaque séance d'animation de CEP.

En recommandation, un accent particulier doit être mis sur la mise en place précoce des cultures. Par ailleurs, il faudrait augmenter la dose de fumure organique à appliquer, eu égard à l'extrême pauvreté des sols, notamment en cas de culture des céréales, comme le maïs. Les expérimentations effectuées ces dernières années ont démontré que l'association des céréales avec les faux hôtes est plus efficace pour la lutte contre *Striga hermonthica* que la culture en pur des céréales.

La rotation avec les faux hôtes comme le coton, le soja, l'arachide, le voandzou et le niébé doit être intégrée à toute stratégie de lutte intégrée durable contre le *Striga*.

En perspectives, et par rapport à la stratégie proposée d'un commun accord avec les agriculteurs, les expérimentations en champs écoles producteurs doivent continuer sur tous les sites avec la culture des céréales (sorgho et maïs) en association avec un faux hôte (soja, arachide, voandzou ou niébé).

Remerciements

Nos vifs remerciements vont à Dr Ricardo Labrada, AGPP de la FAO, pour avoir initié et toujours soutenu le Togo en matière de lutte contre les mauvaises herbes dont les *Striga* à travers les champs écoles agriculteurs.

Nous remercions les Directeurs Généraux de l'Institut Togolais de recherche agronomique (ITRA) et de l'Institut de Conseil et d'Appui technique (ICAT) qui ont assuré une franche collaboration des deux institutions garantissant ainsi un succès à cette activité.

Nos remerciements vont au Directeur de la Délégation de l'ICAT et au Directeur de la Direction de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche Région des Savanes pour leur soutien sans faille.

Nous remercions le Directeur du Centre de Recherche Agronomique du littoral (CRAL) pour son soutien technique et logistique. Nos sincères remerciements à tous les collègues de l'ITRA et de l'ICAT pour leur parfaite collaboration durant ces deux années qui ont produit des résultats satisfaisants.

Tous nos remerciements aux braves agriculteurs des villages de Garo, Gabongbong, Yiégou et Kpalmontongue de la Région des Savanes qui ont montré un grand intérêt à cette nouvelle approche de collaboration agriculteurs, vulgarisateurs et chercheurs à travers les Champs écoles producteurs (CEP). Que tous ceux qui ont contribué à la réussite de cette activité trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Références

- Agbobli C.A., Huguenin B., 1987. Evaluation agronomique du problème du parasitisme du *Striga asiatica* sur le maïs dans le sud du Togo. *Parasitic Flowering Plants Proceeding of 4th ISPFP, Marburg 1987*. pp 11 – 26.
- Agbobli C.A., 1991. *Striga gesnerioides* – A new threat to cowpea culture in Southern Togo. *Proceeding of the 5th International Symposium of parasitic weed Striga Nairobi: CIMMT*, pp 26 – 27.
- Agbobli C.A., 2003. Lutte culturale contre le *Striga Hermontica* par l'association sorgho-niébé dans la Region des Savanes du Togo. Approche champ-école-paysans.
- Dembélé B., 1988. Aspects biologiques et agronomiques de deux Scrophulariacées parasites tropicales: *Striga hermontica* (Del.) et *Striga gesneioides* (Willd.) Vatke. *Thèse. Ecole Supérieure Agronomique de Montpellier*. Pp. 18 – 27.
- Lagoké S.T. O. *et al.* 1988. Parasitic weeds and control methods in Africa. *Combating Striga in Africa. Proceedinds, International Workshop organized by IITA, ICRISAT and IDCR, 22 – 24 August 1988. IITA, Ibadan, Nigeria*. Pp. 3 – 14.
- Sauerborn J., 1991. Importance économique des plantes parasites *Orobanche* et *Striga*. « *Proceeding of the 5th International Symposium of Parasitic Weeds* » Nairobi, Kenya, 1991. pp 137-143.

Discovery of *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* as a wild host of *Striga gesnerioides* in the Republic of Benin: a benefit of Farmer Field School

Gualbert Gbèhounou & Guy Apollinaire Mensah
LDC/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128, Porto-Novo
ldcstrig@intnet.bj / gbehounougualbert@yahoo.fr / ga_mensah@yahoo.com

Summary

A Training of Trainers (TOT) course on farmer field school was organized in Bénin in the framework of the sub regional project “TCP/RAF/3008A” designed by FAO and six national agricultural research institutes of Bénin, Burkina-Faso, Niger, Mali, Senegal and Togo to promote sustainable integrated management of *Striga*. Host ranges of *Striga hermonthica* and *Striga gesnerioides* were considered an important issue for the training. Thus, a field visit was organized for participants to clarify whether groundnut was really a host of *Striga gesnerioides* in the Bohicon region, in Bénin, as often reported by extension agents. During the field visit, the situation quite confusing was clarified *in situ*. An unsuspected host was discovered: *Merremia tridentata* (L.) Hallier F. [subsp. *angustifolia* (Jacq.) Ooststr.] from the Convolvulaceae family. *Striga gesnerioides* plants thrive on this wild host, produce capsules and normal seeds. It is likely that the *Striga gesnerioides* strain parasitizing *M. tridentata* subsp. *angustifolia* is the same parasitizing cowpea in this village where *Striga gesnerioides* is a major biotic constraint. Rotating cowpea with groundnut, or any non host, in *Striga gesnerioides* infested areas may not be enough if care is not taken to get rid of alternate hosts. To the knowledge of the authors *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* as a host of *Striga gesnerioides* was not reported in Bénin before.

Découverte de *Merremia Angustifolia* sous-espèce *tridentata* comme hôte sauvage de *Striga gesnerioides* dans la République du Bénin: un résultat d'école de champ des paysans (CEP)

Résumé

Une Formation des Formateurs (FDF) en champ école du paysan était organisée au Bénin, dans le cadre des activités du projet sous-régional “TCP/RAF/3008A” conçu et exécuté par la FAO et six institutions de recherche nationales du Bénin, du Burkina-Faso, du Niger, du Mali, du Sénégal et du Togo. Pour cette formation, la connaissance de la gamme des hôtes de *Striga hermonthica* et *Striga gesnerioides* était considérée comme une question importante. Dans ce cadre, une sortie de terrain a été organisée à l'intention des participants pour clarifier si l'arachide est vraiment un hôte de *Striga gesnerioides*, dans le village d'Adingnigon dans la région de Bohicon au Bénin, comme l'ont souvent rapporté les agents de vulgarisation. Au cours de cette visite de terrain, la situation qui effectivement prête à confusion a été clarifiée *in situ*. Un hôte insoupçonné a été découvert: *Merremia tridentata* (L.) Hallier F. subsp. *angustifolia* (Jacq.) Ooststr. de la famille des Convolvulaceae. *Striga gesnerioides* pousse à merveille en parasitant cet hôte sauvage, produit des capsules et des graines normales. Il est fort probable que la souche de *Striga gesnerioides* parasitant *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* soit la même que celle qui parasite le niébé dans le même village et constitue une

contrainte biotique majeure. Sur site infesté, la rotation entre le niébé et l'arachide ou avec une culture quelconque qui n'est pas hôte de *Striga gesnerioides* pourrait ne pas être efficace si l'on ne prend pas soin d'éliminer les hôtes alternatifs. A la connaissance des auteurs, c'est pour la première fois que l'espèce *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* est identifiée comme hôte de *Striga gesnerioides* au Bénin.

I. Introduction

Species of the genus *Striga* are major biotic constraints, mainly *Striga hermonthica* and *Striga asiatica* to cereals (maize, millet, sorghum and upland rice), and *Striga gesnerioides* to cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] production in Sub Saharan Africa.

Each socio-cultural group, in areas infested has a local name, without ambiguity to designate *Striga*. Those local names are eloquent and clearly indicate the damage inflicted to crops by the parasite (Gbèhounou, 2001). The existence of local names to designate *Striga* and the damage inflicted to crops is an indicator of a collective awareness of the *Striga* problem. Yet, *Striga* problem has persisted for several decades and still does, because management options extended to farmers have not been adopted on a large scale. There are several reasons to this. We could say, in few words that (1) research has bet on development of improved varieties of cereals and cowpea vested with qualitative resistance with spectacular effect on the parasite. But this approach has resulted in a spectacular failure due to lack of stability and non durability of this type of resistance (2) many of the agronomic practices proposed to farmers go along with several constraints and farmers are reluctant to adopt them on food crops which are in general not profitable, being of low market value.

In this context, research on false hosts conducted during the last decade has yielded interesting results. They are acceptable to farmers as they do not impose peculiar constraints on them (Gbèhounou, 1998). Integrated *Striga* management based on intercropping or rotation with leguminous crops that stimulate germination of *Striga hermonthica*, imposing dyiny-off of the parasite as it cannot parasitize them, has been successfully tested, locally in several countries.

In Bénin, as a starting point for field schools for durable integrated *Striga* management, a TOT course was organized. Host ranges of *Striga hermonthica* and *Striga gesnerioides* were considered an important issue during the training. Thus, as part of the agenda, a field visit was organized for participants to clarify whether groundnut was really a host of *Striga gesnerioides* in the Bohicon region, in Bénin. The general host range of *Striga gesnerioides* mentioned by Langdon (1979) in his report supports the idea that groundnut is a host. The situation was clarified during the field visit. An unsuspected wild host was then discovered.

II. Materials and methods

A field trip was made with participants to Adingnigon, a village near Bohicon (7°10'NL, 2°4'EL), where groundnut fields are commonly infested with *Striga gesnerioides* often found in close vicinity of groundnut stands. The situation has been repeatedly reported by extension agents who concluded that groundnut is a host of *Striga gesnerioides*.

Groundnut fields in the village were surveyed to detect the presence of *Striga gesnerioides*. The typical situation often described by the extension agents was encountered in one of the fields where *Striga gesnerioides* plants were found standing in close vicinity of groundnut stands, the same as occurs in a parasitized cowpea field. Tracing of the haustorium connection point was done from the groundnut stand which was uprooted with enough earth to avoid breaking the connection if it would be there. Haustorium connection tracing was also directed towards nearby dicotyledonous weeds. When haustorium connection was suspected, rinsing of the earth surrounding the roots was carefully done.

After detecting the first evidence of connection on a wild host, the procedure was repeated on several suspected hosts. The new host discovered was sampled and taken, for formal identification, to the national herbarium at the main campus of the university of Abomey-Calavi near Cotonou. After the field visit, three samples of the host parasitized with *Striga gesnerioides* plants were uprooted with enough earth and taken to the crop protection laboratory of the national agricultural research institute in Porto-Novo where they were allowed to complete their growth cycle in pots. In these pots visual observations were made on both host and parasite.

III. Results and discussion

No haustorial connection could be detected on groundnut plants. In contrast, haustorial connections were found on a wild host formally identified as *Merremia tridentata* (L.) Hallier f. subsp. *angustifolia* (Jacq.) Ooststr. *Merremia tridentata* is from the Convolvulaceae family. The subspecies *angustifolia* characterized by yellow flowers is the one parasitized by *Striga gesnerioides*. *Striga gesnerioides* plants parasitizing *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* had a normal growth and bore capsules and normal seeds. Parasitized *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* plants did not show yellowing or wilting symptoms commonly observed on parasitized cowpea plants. Langdon (1979) in his short note on the introduction of *Striga gesnerioides* in Florida in the USA mentioned a host range, from various literatures, including *Arachis hypogaea* L. (groundnut) and *Merremia tridentata*. *Merremia emarginata* was earlier reported as a frequent host of *Striga gesnerioides* (Parker and Riches, 1993). To the knowledge of the authors *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* was not reported before in Bénin as a host of *Striga gesnerioides*. However, the species *Merremia tridentata* was identified in traditional cropping systems in Bénin as an indicator species for a higher cropping intensity by Bohlinger (1998). Indeed, high cropping intensity is the situation prevailing at Adingnigon on the Abomey plateau in Bénin where land for farming is scarce. It is likely that the *Striga gesnerioides* strain parasitizing *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia*, in the village of Adingnigon where it was discovered, will also parasitize cowpea which is heavily parasitized by *Striga gesnerioides* in the same village. This deserves further investigations. Knowledge of alternate hosts of *Striga* species is important as wild hosts serve as refuge for the parasite. This was the case in the village of Adingnigon where groundnut was grown to escape parasitism of *Striga gesnerioides*, yet it was there thriving on *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia* until cowpea is grown again! Wild host must be emphasised during farmer field school sessions.

Striga gesnerioides plants parasitizing *Merremia tridentata* plants are close to groundnut stands in the field because *Merremia tridentata* has a spreading root system stretching to groundnut stands.

Acknowledgements

Many thanks to all those who participated in the TOT course, made the field visit and the discovery.

The authors are indebted to FAO for supporting the TOT and Farmers' Field School (FDS) on sustainable integrated management of *Striga* within the framework of the project "TCP/RAF/3008 (A): *Lutte intégrée durable contre le Striga*". Special thanks are due to Dr Ricardo Labrada, FAO technical coordinator of the project, who provided constant assistance. Due gratitude is expressed here to the authorities of the "Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)" for administrative and logistic supports.

References

- Bartlett, A. 2004. Entry points for empowerment. Technical report for CARE, Bangladesh.
- Bohlinger, B. 1998. Spontaneous vegetation in traditional cropping systems in Bénin - their significance and management possibilities. *Plits*, 16 (1): 175 pp.
- Gbèhounou, G. 2001. Evaluation en milieu paysan au Nord-Bénin de faux hôtes du *Striga hermonthica* identifiés *in vitro*. Rapport d'activités 2000 Projet WECAMAN P6B. LDC/INRAB, Porto-Novo.
- Gbèhounou, G. 1998. Seed ecology of *Striga hermonthica* in the Republic of Bénin: *host specificity and control potentials* Ph.D. thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands.
- Langdon, K. R. 1979. Cowpea witchweed, *Striga gesnerioides*, a newly discovered root-parasitic weed introduced in Florida. *Nematology (Botany) Circular N° 48*. Fla. Dept. Agric. & Consumer Services. Division of Plant Industry.
- Parker, C. and Riches, C.R. 1993. Parasitic Weeds of the World: Biology and Control. CAB International, Wallington, United Kingdom. 332 pp.

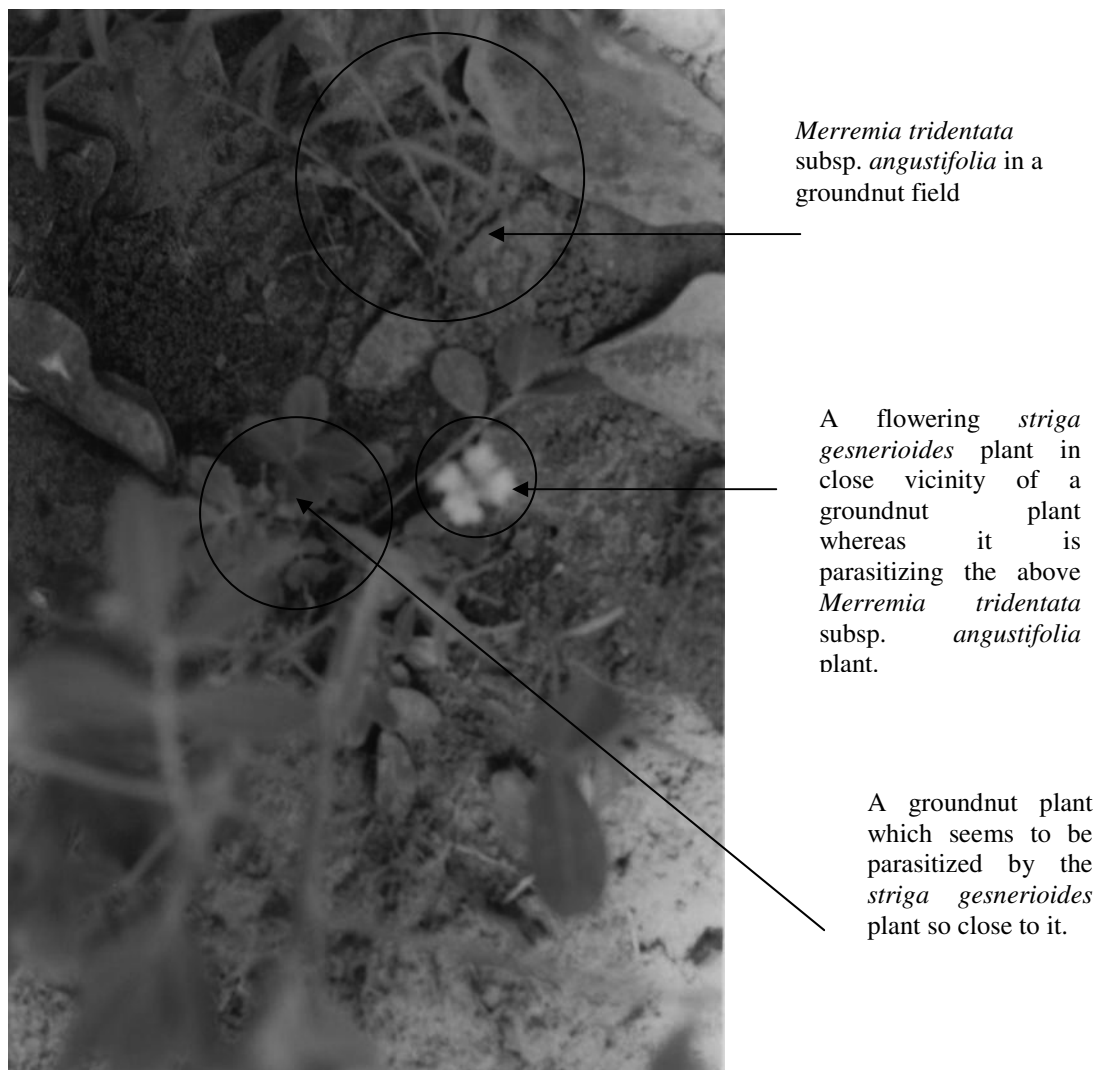
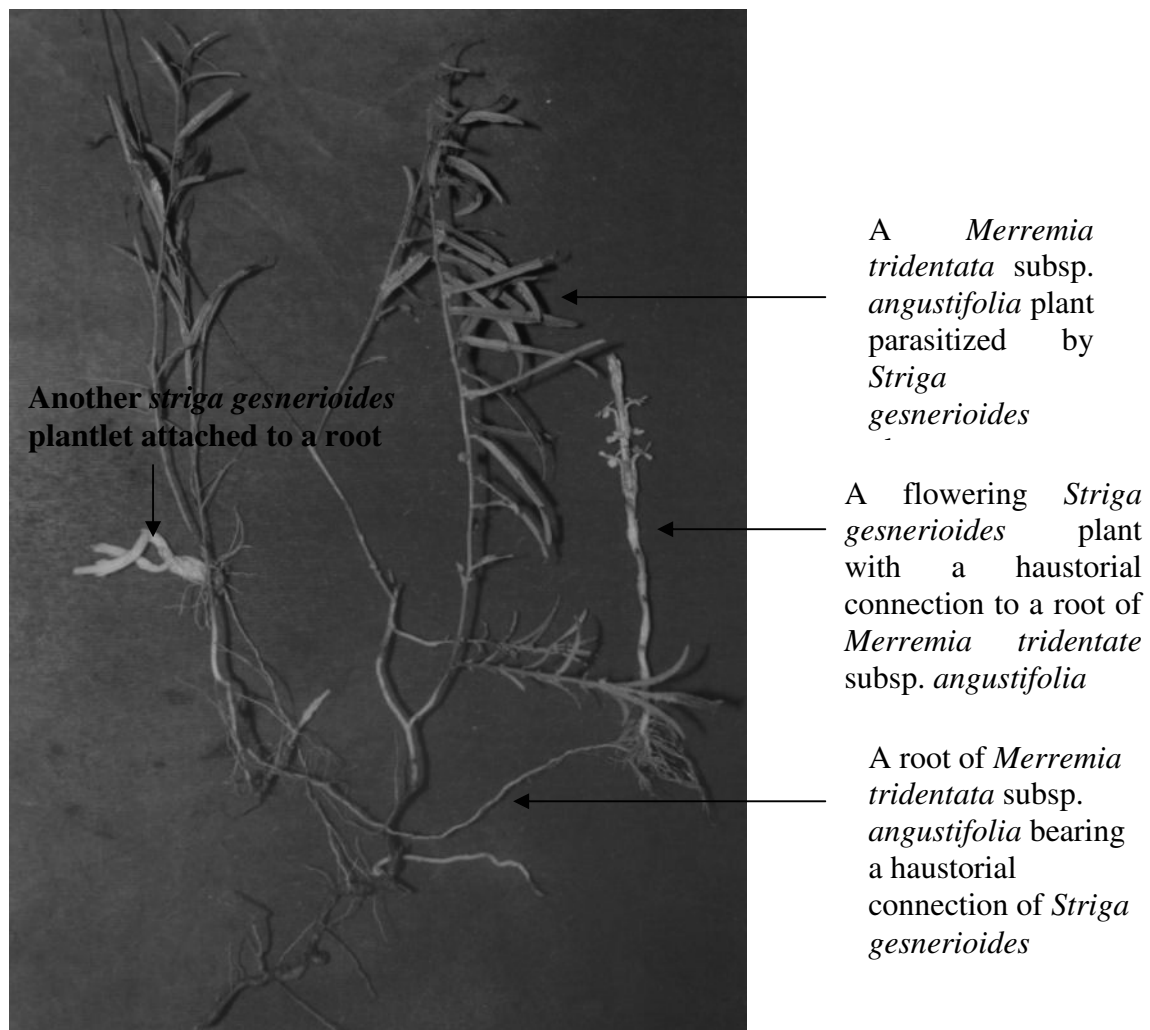


Figure 1. A typical field situation giving the impression that groundnut is parasitized by *Striga gesnerioides* which is actually not the



Picture 2. Evidence of parasitism of *Striga gesnerioides* on roots of *Merremia tridentata* subsp. *angustifolia*

