



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD

• Mai 2006 •

PNNTA

Les variétés de blé résistantes à la cécidomyie

Nouvel atout pour la céréaliculture au Maroc

Introduction

La faiblesse de la production céréalière marocaine était toujours principalement liée aux effets combinés de la sécheresse et des attaques par la cécidomyie et par les autres maladies des céréales. La fréquence des sécheresses a augmenté durant les trois dernières décennies. Dans les zones bour défavorables, les effets dévastateurs du couple sécheresse-cécidomyie sont généralement attribués à la sécheresse seule. Les sécheresses de début et de milieu du cycle sont plus dévastatrices car elles favorisent la pullulation des population de la cécidomyie et accentuent ses attaques.

La cécidomyie des blés, *Mayetiola destructor*, est un petit diptère de la famille des cécidomyiidae, et du genre *Mayetiola*. La cécidomyie a été observée dans plusieurs régions du monde. Au Maroc, la cécidomyie a été observée dans toutes les zones productrices de céréales.

Au terme d'un suivi récent des attaques par la cécidomyie dans les régions semi-aride du Centre-Ouest du pays, plus de 88% des champs de blé tendre et de blé dur se sont révélés être infestés. Plus de 64% des champs avaient des niveaux d'infestations économiquement significatifs. Avec la recrudescence des années sèches, d'autres régions du Maroc présentent actuellement des attaques de plus en plus fortes.

Les études ont montré que la cécidomyie causerait des pertes de rendement avoisinant les 36% en moyenne. Cependant, l'effet de l'interaction

entre l'attaque par la cécidomyie et la sécheresse est synonyme de la perte totale de la production: la cécidomyie est bien le fléau qui donne à la sécheresse son aspect catastrophique.

Le blé dur et le blé tendre occupent ensemble 2,5 millions d'hectares au Maroc. La résistance génétique au fléau de la cécidomyie était introuvable auparavant. La disponibilité récente de gènes de résistance et des variétés résistantes à ce ravageur aura donc des répercussions bénéfiques énormes sur l'agriculture et l'économie marocaines. Il reste cependant de vulgariser ce résultat et continuer l'effort de recherche.

L'objectif de ce bulletin est d'éclairer les partenaires de la recherche agronomique sur le sujet de la résistance variétale en vue de favoriser la dissémination et l'adoption de cette nouvelle technologie.

SOMMAIRE

n° 140

Céréaliculture

- Biologie du ravageur..... p.1
- Symptômes et dégâts..... p.2
- Méthodes de lutte..... p.3
- La résistance variétale..... p.3
- Valorisation des variétés résistantes..... p.4

Biologie du ravageur

Le cycle biologique de l'insecte est adapté aux conditions semi-arides à hivers tempérés que sont celles du Maroc. Les adultes émergent de la puppe lorsque les conditions climatiques sont favorables. Après l'accouplement, la ponte a lieu. Le nombre d'œufs pondus par insecte peut atteindre 400. Les œufs sont pondus sur les feuilles, les larves rampent vers la ligule et s'insinuent entre la gaine et la tige, elles s'attachent aux tissus de la plante et secrètent une substance salivaire qui amincit les parois du végétal et augmente la perméabilité cellulaire.



Ensuite, la larve suce les nutriments dont elle a besoin à partir de la plante. Au terme du deuxième stade, la larve mue et son enveloppe larvaire durcit. Elle devient un *puparium*. La larve du troisième stade mue et se transforme en nymphe. Les larves de la génération estivante, formées au courant du mois d'avril, entrent en diapause dans les chaumes et les céréales spontanées pour tout l'été et n'éclosent qu'après les premières pluies d'automne. Sous les conditions marocaines, il y a généralement deux générations de cécidomyie par an. La première génération commence après les premières pluies du mois de Novembre ou Décembre. La deuxième a lieu aux mois de Janvier ou de Février. Celle-ci attaque les céréales semées tardivement et les jeunes talles en développement.

Symptômes et dégâts

L'irrégularité des précipitation dans les zones semi-arides peut engendrer des sécheresses en même temps que des pluies diluviennes, qui souvent empêchent le semis au moment opportun. Les champs semés tardivement sont ceux qui souffrent des plus fortes attaques par la cécidomyie. Pendant les périodes sèches de la m-aison, les symptômes de l'attaque sont caractéristiques: plantes rabougries et de couleur vert foncé. Le peuplement plante et ou épis se trouvent diminués. La production sera très faible à nulle.

Les larves altèrent les tissus et détournent les substances nutritives à leur profit. Les plantes attaquées sont ainsi plus susceptibles au stress hydrique. Les symptômes d'attaque diffèrent selon l'âge de la plante. Avant la montaison, le blé infesté prends une apparence rabougrie, les feuilles sont courtes, larges et d'une couleur vert foncée. L'attaque peut conduire au dépérissement de la talle ou même de la plante entière. Quand l'attaque a lieu après montaison, la larve s'installe au niveau des nœuds et perturbe le transfert de la sève vers les épis en formation. Les images ci-dessous montrent l'effet de l'attaque par la cécidomyie sur le peuplement et l'état sanitaire des plantes.

Méthodes de lutte contre la cécidomyie

Les recherches de base conduites au Maroc ont permis de lever la confusion entre les effets de la sécheresse et celui de l'attaque par la cécidomyie. Les recherches ont ensuite évalué les degrés de sévérité économique et les moyens de lutte. Plusieurs méthodes ont été recherchées en vue de lutter contre la cécidomyie au Maroc. Certaines pratiques peuvent influencer le degré d'atteinte par ce ravageur, il s'agit de la date de semis, de l'incinération et/ou l'enfouissement des chaumes et de l'accroissement de la vigueur de la plante par le travail du sol, les engrais et l'irrigation.

Le 'Carbofuran' (Furadan 5G) appliqué au semis est efficace. Cependant, l'adoption du traitement chimique reste limitée du fait de son coût élevé, de sa formulation granulaire inadéquate pour les zones arides et par le problème de toxicité. En plus, l'efficacité de toutes ces méthodes de lutte reste tributaire des conditions hydriques. La Lutte biologique a aussi été recherchée au Maroc: plusieurs espèces parasites de la cécidomyie ont été identifiées mais leur effet est limité sous les conditions marocaines.

La résistance variétale

Du fait que la lutte culturale, essayée au Maroc depuis plusieurs décennies, n'avait pas donné de résultats significatifs au niveau de l'agriculteur, la lutte génétique était le seul moyen envisageable. Au vu des recherches effectuées dans certains pays, l'utilisation des variétés résistantes à la mouche de Hesse constituerait la méthode la plus efficace, la plus économique et la plus durable pour lutter contre ce ravageur.

L'innovation par la voie génétique, qu'elle soit dirigée vers la limitation des pertes dues aux différents stress ou vers l'augmentation du potentiel de rendement, a plusieurs avantages établis:

- Faiblesse du coût de remplacement;
- Préservation de l'environnement;
- Absence de besoins en outils d'application; et
- Compatibilité avec toutes les autres innovations technologiques.

La technologie 'variété améliorée' est ainsi un bon vecteur du progrès scientifique.



Au Maroc, la méthode de lutte génétique était indisponible avant les années 1980s, faute de ressources génétiques valables (gènes efficaces au Maroc) et aussi de recherche. A l'heure actuelle, l'INRA a produit plusieurs variétés de blé tendre et de blé dur résistantes à la cécidomyie (Les variétés résistantes de blé tendre sont **Saada**, **Arrihane** et **Aguilal** (en plus des analogues résistants –obtenus par croisements en retour- de la majorité des variétés déjà adoptées). Les variétés résistantes de blé dur sont **Irden**, **Nassira**, **Chaoui**, **Amria**, **Marouane** et **Icamore**.

Les efforts sont actuellement dirigés vers la combinaison de cette résistance avec plus de qualités bénéfiques aux deux cultures. Plusieurs lignées avancées sont en cours d'enregistrement et possèdent de meilleures caractéristiques agronomiques et technologiques.

La lutte génétique: un travail multidisciplinaire de longue haleine

Les méthodes utilisées pour le développement de la résistance génétique dans les blés marocains sont du type conventionnel: identification des sources de résistance, et introgression des gènes de résistance dans des génotypes adaptés par des programmes d'hybridations de long terme.

Dès 1984, La pépinière internationale de cécidomyie a été introduite au Maroc et évaluée sous des conditions contrôlées d'infestation par la mouche. Cette étude a permis d'identifier 3 gènes de résistance efficace au Maroc (H5, H11 et H13). D'autres ressources génétiques ont été importées par la suite des banques de gènes internationales et plusieurs se sont montrées efficaces au Maroc: elles portaient les gènes H14, H15, H22, H23, H21, H25 et H28.

Des sources de résistance appartenant aux espèces apparentées aux céréales ont aussi été découvertes et utilisées (*Aegilops squarosa* et de *triticum araraticum*). L'introgression de la résistance dans des lignées adaptées aux conditions marocaines a été faite par des hybridations conventionnelles entre les blés résistants et ceux sensibles à la mouche mais adaptés aux conditions du Maroc. Des rétro-croisements étaient ajoutés au besoin, suivis de quelques généra-

tions de sélection au champs et finalisées par une évaluation sous serre.

Des hybridations interspécifiques ont été utilisées pour introduire la résistance des espèces apparentées au blé. Pour le blé dur, aucune source de résistance n'était disponible. Il a été nécessaire d'importer cette résistance à partir des blés tendres et d'accessions de blé apparentés, tels le *triticum araraticum* et le *T. carthlicum*. Il a aussi été nécessaire d'accomplir des cycles d'amélioration génétique plus longs pour maintenir les caractéristiques du blé dur suite aux hybridations interspécifiques.

A l'heure actuelle, plusieurs gènes de résistance efficaces au Maroc sont disponibles ainsi que plusieurs lignées avancées prometteuses. Des recherches sur l'application de la sélection moléculaire sont en cours en vue d'une utilisation future.

L'amélioration génétique classique est toujours poursuivie pour combiner la résistance génétique aux autres maladies importantes (septoriose, rouilles) et la qualité technologique du grain avec la résistance génétique à la cécidomyie.

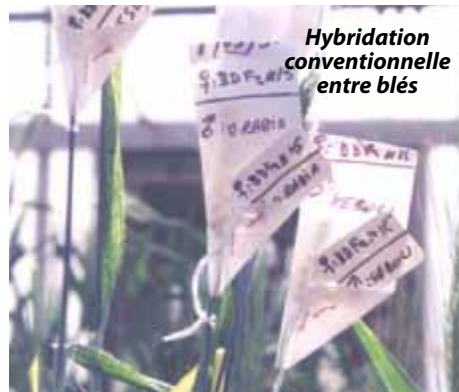
Utilisation de paquets adéquats pour valoriser la variété résistante à la cécidomyie

La disponibilité de variétés résistantes à la cécidomyie est le meilleur atout pour la céréaliculture en zones bour. D'autres variétés résistantes à la fois à la cécidomyie à la rouille brune et/ou à la septoriose et possédant des grains aux caractéristiques technologique supérieures seront prochainement disponibles. Elles sont en cours d'enregistrement au catalogue officiel.

Ces variétés ont été essayées par l'INRA chez les agriculteurs et ont prouvé leur valeur en milieu réel. La



Hybridation entre blé et aegilops



Hybridation conventionnelle entre blés



Semis en poquet et sélection individuelle



Infestation contrôlée et sélection de résistants



Démonstration des nouvelles variétés résistantes aux côtés des sensibles

comparaison en semis précoce d'une variété résistante et d'une variété sensible (fig. 1 et 2) montre une différence de peuplement plante. Le rendement grain a aussi été différent (21 qx/ha contre 15 qx/ha). En semis tardif, la même comparaison d'une variété résistante et d'une sensible (fig. 3, et 4) montre une différence importante entre les deux variétés: la variété sensible a eu un rendement nul et la variété résistante a produit 21qx/ha.

L'utilisation de paquets technologiques adéquats pour chaque zone est cependant obligatoire pour tirer le meilleur parti de la disponibilité de cette nouvelle classe de variétés marocaines. Ainsi, dans certaines conditions, et en plus de respecter la dose de semis, la rotation, la date de semis et le désherbage, il pourrait aussi être indiqué d'appliquer des méthodes de lutte contre les rouilles, les septorioses, etc.. En ayant éliminé les pertes dues à la cécidomyie, il devient rentable d'investir dans des trains techniques complets pour mieux rentabiliser et réhabiliter ainsi la culture des blés dans les zones bour défavorables.

Ce qu'il faut retenir à propos des variétés résistantes à la cécidomyie

Ces variétés sont les premières variétés de blé améliorées et résistantes à la cécidomyie au Maroc et dans la zone méditerranéenne. Leur promotion doit être adressée d'une manière différente: ce ne sont pas juste de nouvelles variétés. Cette caractéristique qu'est la résistance à la cécidomyie est un développement majeur et son importance doit être démontrée et mise en relief auprès des agriculteurs.

Ces nouvelles variétés sont aussi productives en conditions normales (sans sécheresse et sans infestation par la cécidomyie) que les meilleures variétés déjà connues. Mais leur avantage est incomparable en condition de sécheresse et d'infestation par la cécidomyie. Corollaire: Augmentation et stabilisation du rendement assurées.

En cas de semis tardif causé par les pluies irrégulières, ces variétés doivent être obligatoirement choisies pour éviter l'attaque par la cécidomyie et tolérer la réduction du cycle végétatif et la sécheresse. Cette alternative technique n'était pas disponible auparavant.

Comparaison de variétés résistantes et sensibles en semis précoce (Vue au stade vert (Photo 1) et à la maturité (Photo 2)) et en semis tardif (Vue au stade vert (Photo 3) et à la maturité (Photo 4))



Ces variétés permettent un meilleur contrôle de la conduite technique (peuplement plante) pour diminuer les effets de la sécheresse. Auparavant, la surdose au semis était indiquée pour compenser les pertes de peuplement dues à la cécidomyie. Les économies faites sur le prix de la semence peuvent aussi être utilisées par l'agriculteur pour mieux maîtriser les autres composantes du train technique.

Cette technologie est saine pour l'environnement: Elle procure la résistance sans nécessiter d'apport de produits chimiques toxiques et polluants. L'utilisation de produits toxiques par des agriculteurs non avertis et non équipés est très hasardeuse.

L'existence de ces variétés est susceptible d'encourager l'agriculteur à investir dans l'achat d'intrants qui améliorent la productivité: en effet, beaucoup d'agriculteurs renoncent à toute application de produits (fertilisants, fongicides) une fois les effets de la cécidomyie se sont déclarés.

La lutte contre la cécidomyie peut engendrer une révolution dans la céréaliculture marocaine: Si les conditions illustrées dans les figures 3 et 4 concernent des superficies céréalières importantes, les pertes récupérées par ce moyen de lutte peuvent atteindre plusieurs milliards de dirhams par an.

Les variétés résistantes permettent de récupérer les pertes dues à la cécidomyie au niveau même de l'exploitation et de l'agriculteur, cellule de base de l'économie rurale et nationale: Ceci aura un effet stimulateur sur l'activité économique à plusieurs niveaux ■.

NSARELLA N. et LHALOUI S.

Institut National de la Recherche Agronomique, Centre d'Aridoculture, Settat

Chercheurs impliqués dans le développement de variétés de blé marocaines résistantes à la cécidomyie:

Améliorateurs: Dr Nsarellah N¹, Dr Jlibéne M¹, et Dr Miloudi M²; **Entomologistes:** Lhaloui S¹ et El Bouhssini M^{1,2}; **Développeur de germoplasme:** Amri A^{1,2}, El Haddoury J¹; **Techniciens:** Lhaila M¹, Zaiza M¹, Rabah M¹, Chaouki M¹, Tony H², Essadata M¹ et Snina M¹.

¹: INRA, ²: ICARDA, Aleppo Syria; CIMMYT, Mexico.