

# Analyse de l'influence du fonds génétique, des conditions climatiques et du mode de protection phytosanitaire sur l'expression de la bactériose chez différentes variétés de cotonnier au Burkina Faso

S.L. Ouédraogo<sup>1</sup>, D. Sanfo<sup>1</sup>, I. Somda<sup>2</sup> & B.C. Tiemtore<sup>1</sup>

Keywords: Cotton- Gene Bt- Bacterial disease- Treatment- Burkina Faso

## Résumé

En septembre 2004 et 2005, l'incidence et la sévérité de la bactériose du cotonnier causée par *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* ont été évaluées sur différentes variétés de cotonnier américaines (Bollgard II et DP50) et locales (FK 37 et Stam 59A) au niveau des stations de recherche de Farako-bâ (Bobo Dioulasso) et de Kouaré (Fada Gourma), situées respectivement dans la région Ouest et Est du pays. Le dispositif expérimental utilisé était un bloc complètement randomisé à 4 répétitions. L'incidence a été appréciée selon la présence ou l'absence de la maladie tandis qu'une échelle de notation à 6 classes a été utilisée pour évaluer la sévérité des attaques. Les résultats montrent que l'incidence de la maladie a été de 100%. Aucune variété ne s'est révélée immune. La sévérité a varié de 0,62 à 1,72 pour les variétés locales témoins et de 0,54 à 3,75 pour les variétés américaines. Ces dernières, avec ou sans transgène, se sont montrées plus sensibles à la bactériose que les variétés locales. A la station de Kouaré, la bactériose s'est montrée plus agressive qu'à Farako-Bâ en 2004. La sévérité de la maladie dépend (i) des conditions de l'environnement qui varient en fonction des années et (ii) de la protection des plantes par des traitements insecticides directs ou par l'introduction de gène Bt qui semblent les rendre plus résistantes à la bactériose.

## Summary

**Analysis of the Influence of Gene Pool, Climatic Conditions and Plant Protection Program on the Effect of Bacterial Blight on Different Cotton Varieties of Burkina Faso**

In september 2004 and 2005, the incidence and severity of bacterial blight caused by *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* were evaluated on different American cotton varieties (Bollgard II and DP50) and local varieties (FK 37 and Stam 59A), tested at Farako-ba station (Bobo Dioulasso) and at Kouare station (Fada Gourma), which are respectively in the western and eastern region of the country. The design of the experiment was a completely randomized Fisher bloc with four replicates. The incidence was appreciated according to the presence or absence of the disease while a six class scale was used to evaluate the severity of the attacks. The results show that the incidence of the disease was 100%. No immune variety was detected. The mean severity varied from 0.62 to 1.72 for local varieties and from 0.54 to 3.75 for American varieties. The foreign cultivars, with or without transgene, were more sensitive to bacterial blight than the local varieties. At Kouare station, the disease was more aggressive than Farako-ba station in 2004. The disease severity depends on (i) environmental conditions which vary according to years and (ii) plant protection, by insecticide direct treatments or by introduction of Bt gene, which seems to rend them more resistant to the bacterial disease.

## Introduction

La bactériose du cotonnier causée par *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (E.F. Smith) Dye (Xcm) apparaît dans toutes les zones de culture du cotonnier à travers le monde (9) et est parmi les maladies les plus dévastatrices des espèces cultivées du genre *Gossypium*. Les pertes en fibre dues à la maladie se situent entre 5-35%. A partir des années 1950, avec l'intensification de la culture du cotonnier, la bactériose est devenue un sérieux facteur limitant de la production de fibres aux Etats-Unis d'Amérique (13), en Inde (14) et en Afrique (5). Ainsi aux Etats-Unis, de 1952 à 1977 le montant cumulé des pertes annuelles dues à cette maladie est évalué à 31 milliards de dollars US au niveau des espèces *G. hirsutum* et *G. barbadense* (16). Au Pakistan, des pertes allant jusqu'à 50% du rendement ont été estimées par Huissain et Ali en 1975 (10). A partir d'inoculations artificielles des semences et des plantes en Inde, des pertes de 25,08 et 23,68% ont été respectivement observées sur le cultivar L147 et l'hybride H4 (12). En 1983 des pertes de 10% ont été estimées par Fahy et Persley en Australie (2). Au Soudan, El-Nur indique en 1970 que la bactériose du cotonnier peut entraîner une perte au champ de l'ordre de 20%, qui peut atteindre 77% lorsque l'infection survient au début du cycle cultural (1). Contrairement aux autres régions du monde, les pertes

liées à la bactériose ne sont pas bien connues en Afrique de l'Ouest. Compte tenu du climat favorable au développement de la maladie (chaud et humide) et de l'apparition de nouvelles races, on peut supposer que des niveaux de pertes équivalents à ceux observés dans d'autres régions du monde sont enregistrés en Afrique.

En 1981 au Burkina Faso et simultanément au Tchad et au Soudan, des souches de bactéries capables d'attaquer les variétés possédant les gènes de résistance B2-B3 ou B91-B101 ont été mises en évidence (3, 4, 5, 8). Les variétés possédant ces gènes étaient jusque là réputées pour la résistance foliaire totale à la bactériose (6). Les nouvelles souches de l'agent pathogène induisaient peu de nécroses angulaires typiques sur le limbe mais gagnaient rapidement les tissus vasculaires pour cheminer des nervures vers le pétiole et les rameaux, provoquant un flétrissement et un rougissement des feuilles et un noircissement des rameaux atteints. Pour faire le point sur l'évolution de la nouvelle souche au Burkina Faso, une prospection a été réalisée en octobre – novembre 1989 (6). Cette prospection a permis d'établir la répartition de la nouvelle souche dans la région de Ouagadougou (au Centre) et de Bobo Dioulasso (à l'Ouest).

Au cours des campagnes 2004 et 2005, une très forte

<sup>1</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Farako-Bâ, BP. 910, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Email: ouedraogo\_somnogdin@yahoo.fr

<sup>2</sup>Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, BP. 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Reçu le 02.10.06 et accepté pour publication le 11.06.08.

**Tableau 1**  
**Produits de traitements utilisés**

Objets	Périodes	Produit Commercial	Matières Actives	Doses /ha	Superficies Traitées (m <sup>2</sup> )
BGII, t	T1 : 86 jal	Général 600 EC	Carbosulfan 600 g/l	500 g	480
	T2 : 100 jal	Acetarnal 100 WP	Acétamipride 100 g/kg	160 g	480
DP50, pv	T1 : 30 jal	Rocky 500 EC	Endosulfan 500 g/l	500 g	980
	T2 : 44 jal	Rocky 500 EC	Endosulfan 500 g/l	500 g	980
	T3 : 58 jal	Lamdacal P212 EC	Lambdacyhalothrine 12 g/l-profenofos 200g/l	12 g + 200 g	980
FK 37, pv Ou STAM, pv	T4 : 72 jal	Lamdacal P212 EC	Lambdacyhalothrine 12 g/l-profenofos 200g/l	12 g + 200 g	980
	T5 : 86 jal	Conquest C88 EC	Cyperméthrine 72 g/l Acétamipride 16 g/l	36 g + 8 g	980
	T6 : 100 jal	Conquest C88 EC	Cyperméthrine 72 g/l Acétamipride 16 g/l	36 g + 8 g	980

attaque de bactériose du cotonnier a été observée sur les variétés américaines cultivées à la station de Farako-Bâ et à la station de Kouaré pour évaluer l'efficacité biologique du gène Bollgard II sur les insectes ravageurs du cotonnier notamment les carpophages (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis* et *Earias*) et les phyllophages (*Syllepte*, *Spodoptera* et *Anomis*). Les résultats obtenus pour l'analyse de l'incidence et de la sévérité des attaques de bactériose foliaire du cotonnier au cours de cette expérimentation sont analysés dans le cadre du présent article.

## Matériel et méthode

### Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est composé des variétés suivantes:

- DP50: variété américaine conventionnelle. Elle est utilisée sous deux variantes: sans traitements insecticides (DP50, nt) et traitée selon le programme de traitement vulgarisé en milieu paysan au Burkina Faso (DP50, pv).
- Bollgard II (BGII): c'est la variété DP50 contenant le gène de résistance aux insectes Bollgard II. Elle est étudiée sous deux variantes: sans traitements insecticides (BGII, nt) et traitée deux fois contre les piqueurs suceurs (BGII, t).
- FK37: variété conventionnelle locale avec deux modalités: sans traitements insecticides (FK37, nt) et traitée selon le programme de traitements insecticides vulgarisé en milieu paysan (FK37, pv). C'est le témoin dans les expérimentations du site de Farako-Bâ.
- STAM 59A: variété conventionnelle locale avec deux modalités: sans traitements insecticides (STAM, nt) et traitée selon le programme de traitements insecticides vulgarisé en milieu paysan (STAM, pv). C'est le témoin dans les expérimentations du site de Kouaré. Les molécules chimiques utilisées, les périodes d'application, les spécialités commerciales, les matières actives, les doses à l'hectare ainsi que les volumes d'eau nécessaire sont indiqués dans le tableau 1.

### Dispositif expérimental

Sur les deux sites et pour les deux années d'expérimentation, les essais ont été implantés selon un dispositif expérimental en blocs complètement randomisés à 4 répétitions. Chaque parcelle élémentaire comporte 10 lignes de 15 m avec des écartements de semis de 0,80 m entre les lignes et 0,40 m entre les poquets. Les semences ont été délintées à l'acide sulfurique puis traitées avec du Cruiser (Thiamethoxam) à raison de 3,675 g de matière active par kg de semence. Le

démariage a été réalisé à deux plants par poquet.

Les parcelles élémentaires ont reçu une fumure minérale en apport fractionné avec l'engrais coton (15-20-15-6-1) à raison de 150 kg/ha au semis et complétée par de l'urée (46%) à la dose de 50 kg/ha au moment du démariage. Les sarclages ont été réalisés à la demande.

### Produits de traitements utilisés

Le tableau 1 reprend les périodes et les produits de traitements insecticides utilisés lors des expérimentations.

### Collecte des données

Pour évaluer l'incidence de la maladie, 20 plantes choisies au hasard sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire ont été observées. Sur chaque plante on a noté visuellement la présence ou l'absence de la maladie en se basant sur les symptômes caractéristiques (taches anguleuses, huileuses, nervures attaquées etc.).

Pour apprécier la sévérité, 10 plantes ont été observées au hasard sur les deux 2 lignes centrales soit 5 plantes sur chaque ligne. Sur chaque plante les observations ont porté sur les 5 premières feuilles à partir du sommet. Sur la face inférieure de chaque feuille la nature et la distribution des symptômes ont été évaluées selon l'échelle de notation reprise au tableau 2.

L'échelle de cotation a été élaborée en s'inspirant de l'échelle de Yehouessi (15) cité par Girardot (7) et Lagière (11).

Les évaluations ont été faites à partir du 15 septembre en 2004 et en 2005 au moment où les cotonniers portent des capsules.

### Analyse des données

Les analyses statistiques ont été effectuées au moyen du logiciel XLSTAT-Pro 6.1.9 et les moyennes comparées avec le test de Newman et Keuls au seuil de 5 %. Les figures ont été tracées avec le logiciel EXCEL 2003.

## Résultats

### Incidence de la bactériose du cotonnier

Avec la méthode utilisée (présence ou absence) 100% des cotonniers sont attaqués quelles que soient la variété et la localité. Aucune variété ne s'est montrée indemne.

### Sévérité de la bactériose du cotonnier

Les résultats obtenus en 2004 (Figures 1a et 1b) montrent qu'à Farako-bâ comme à Kouaré, les objets étudiés

**Tableau 2**  
**Echelle de notation de la sévérité de la bactériose du cotonnier**

Comportement de la plante	Notation	Symptômes foliaires
Immunité	0	Pas de traces de maladie
Bonne Résistance (BR)	1	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nbre<15) ou lésions minuscules, de la taille d'une pointe d'épingle, peu visibles. Les nervures ne sont pas touchées.
Résistance Moyenne (RM)	2	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nbre<15) Quelques positions de nervures attaquées (<1 cm) ou lésions très petites, arrondies, rouges, jamais vertes ni coalescentes lâchement éparées sur le limbe. Les nervures sont occasionnellement marquées en rouge.
Bonne Tolérance (BT)	3	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nbre> 15) localisées sur une partie de la feuille. Nervures attaquées ou non.
Sensible (S)	4	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nbre> 15) réparties sur tout le limbe ou soit 2 nervures principales au maximum sont attaquées.
Très Sensible (TS)	5	Taches moyennes, humides, anguleuses et coalescentes réparties sur tout le limbe ou soit 3 nervures principales sont attaquées .

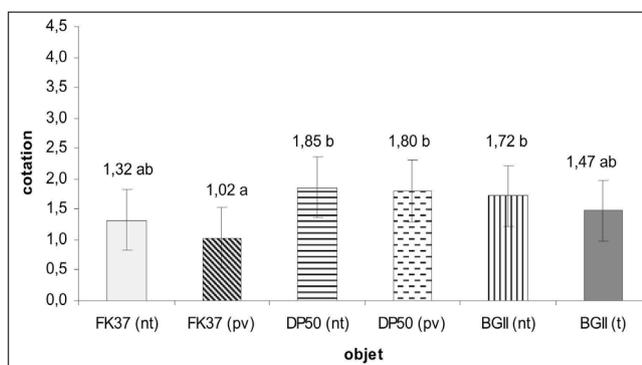


Figure 1a: Evolution de la bactériose en fonction des variétés et des traitements insecticides sur essai BGII de Farako-Bâ (2004).

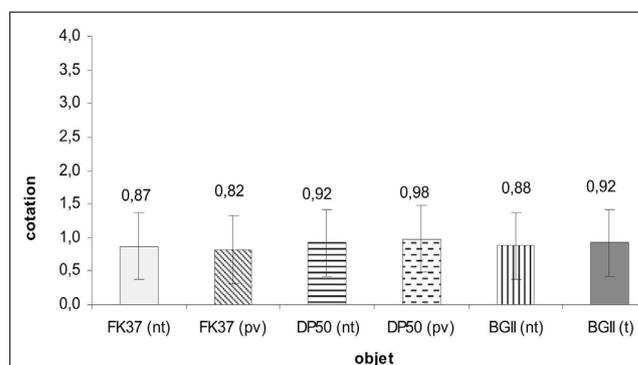


Figure 2a: Evolution de la bactériose en fonction des variétés et des traitements insecticides sur essai BGII de Farako-bâ (2005).

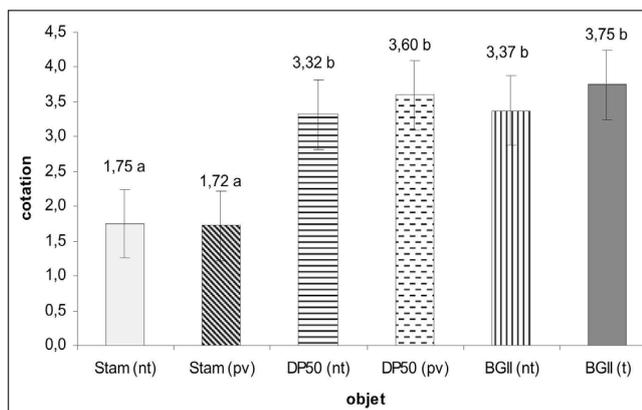


Figure 1b: Evolution de la bactériose en fonction des variétés et des traitements insecticides sur essai BGII de Kouaré (2004).

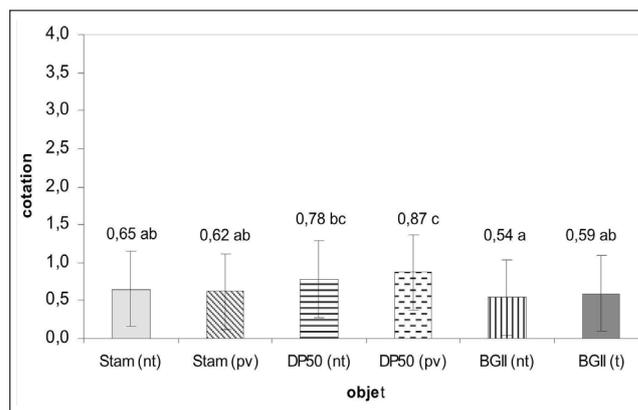


Figure 2b: Evolution de la bactériose en fonction des variétés et des traitements insecticides sur essai BGII de Kouaré (2005).

sont significativement différents pour leur sensibilité à la bactériose ( $p = 0,038$  pour Farako-bâ et  $p < 0,0001$  à Kouaré). Les moyennes ont été de  $1,53 \pm 0,44$  à Farako-bâ contre  $2,92 \pm 0,91$  à Kouaré. A Farako-bâ (Figure 1a), l'objet le moins sensible est FK37 (pv). Les objets les plus sensibles sont DP50 (pv), DP50 (nt) et BGII (nt). FK37 (nt) et BGII (t) sont d'une sensibilité intermédiaire. A Kouaré (Figure 1b), STAM (nt) et STAM (pv) se révèlent les moins sensibles. Les plus sensibles sont BGII (t), DP50 (pv), BGII (nt) et DP50 (nt). En 2005, la figure 2a montre que les objets comparés ne se différencient pas statistiquement à Farako-Bâ ( $p = 0,718$ ) avec

une sensibilité moyenne de  $0,90 \pm 0,14$ . A Kouaré (Figure 2b) les objets se révèlent statistiquement différents ( $p = 0,040$ ) avec une sensibilité moyenne de  $0,67 \pm 0,17$ . L'objet le moins sensible est BGII (nt) et le plus sensible DP50 (pv). Les autres objets sont d'une sensibilité intermédiaire.

## Discussion

La plus forte agressivité de la bactériose constatée en 2004 par rapport à l'année 2005 serait liée aux variations climatiques saisonnières. Le même constat a été fait par Follin en 1990 (6). Ces différences pourraient aussi s'expliquer par le fait

que pour un même site les expérimentations n'ont pas été conduites sur les mêmes parcelles en 2004 et en 2005 et il est donc fort possible que celles-ci diffèrent par rapport aux niveaux d'inoculum de la bactériose présents.

Les variations de l'intensité de la maladie au cours d'une même année entre les deux localités seraient liées aux conditions pédo-climatiques de chaque localité.

En 2004 comme en 2005, l'évaluation de l'incidence et de la sévérité de la bactériose du cotonnier montre que les variétés testées (introduites ou locales) ne possèdent pas de gène de résistance totale à cette maladie (incidence=100%). La présence du gène Bt n'a pas non plus conféré une immunité aux variétés qui le possèdent. Au cours des deux années d'expérimentation et sur l'ensemble des deux sites, la variété américaine DP50 traitée ou non traitée s'est montrée la plus sensible à la bactériose par rapport aux variétés locales FK 37 et STAM 59A (traitées et non traitées). La résistance intrinsèque des variétés introduites et les conditions de culture qui les entourent expliqueraient leur plus grande sensibilité vis-à-vis de la bactériose par rapport aux variétés locales. Sur le site de Farako-bâ en 2004, l'objet FK37 (pv) a été moins sensible que l'objet FK 37 (nt). Le même phénomène a été observé pour les objets BG II (t) et BG II (nt), DP50 (pv) et DP50 (nt). Ces constats

laissent supposer que la protection du cotonnier contre les insectes à l'aide d'insecticides ou par l'introduction du gène Bt diminue la sévérité des attaques de bactériose.

## Conclusion

Les résultats obtenus à travers ces expérimentations montrent que la bactériose du cotonnier est bien présente au Burkina Faso et que les variétés cultivées FK37 et STAM 59A sont sensibles à cette maladie. On note également que les variétés américaines sont plus sensibles que les variétés locales. La sévérité de la maladie dépend des conditions de culture prévalant chaque année. Une surveillance permanente de l'impact de celle-ci est donc nécessaire car elle pourrait surprendre et causer des dégâts importants. L'application d'une bonne protection contre les insectes semble limiter sensiblement l'incidence de la maladie. Cette étude doit être élargie à l'évaluation des pertes causées par la bactériose sur la production de coton-graine. Un criblage de la collection de la banque de gènes de la recherche cotonnière de l'INERA et des lignées en cours de sélection doit être réalisé. Une prospection sur l'ensemble des zones cotonnières devrait être initiée en vue d'identifier les souches existantes.

## Références bibliographiques

1. El-Nur E., 1970, Bacterial blight of cotton. *In: Cotton growth in the Gezira environment*, eds. M.A. Siddig & L. Hughes, pp. 179-188. Sudan Agricultural Research Corporation.
2. Fahy P.C. & Persley G.F., 1983, Plant bacterial diseases. A diagnostic guide. Academic Press, 393 p.
3. Follin J.C., 1982, Mise en évidence des races de *Xanthomonas malvacearum* virulentes sur les associations de gènes B2-B3 chez *G. hirsutum*. *Cot. Fib. Trop.* 36, 4, 353.
4. Follin J.C., 1983, Races de *Xanthomonas malvacearum* en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. *Cot. Fib. Trop.* 38, 3, 274-279.
5. Follin J.C., Girardot B., Mangano V. & Benetez R., 1988, Nouveaux résultats sur le déterminisme génétique de la résistance foliaire totale du cotonnier (*Gossypium hirsutum*) à la bactériose *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (Smith) Dye, races 18 et 20. *Cot. et Fib. Trop.* 43, 167-175.
6. Follin J.C., 1990, Communications sur la bactériose. Réunion des sélectionneurs IRCT. 30 juillet - 4 août 1990, 14 p.
7. Girardot B., 1986, Rapport de mission au Mali du 18 au 24 août 1986. I.R.C.T.-C.I.R.A.D, 12 p.
8. Guibordeau P. & Yehouessi M.T., 1982, Réaction différentielle de la variété J 193 (*G. hirsutum*) après infection artificielle au champ avec deux inoculum d'origines différentes. *Cot. Fib. Trop.* 37, 2, 225.
9. Hillocks R.J., 1992, Bacterial blight. *In: Cotton diseases*, ed. RJ Hillocks, pp. 39-85. Wallingford, UK: CAB international Redwood press, Melksham.
10. Huissain T. & Ali M., 1975, A review of cotton diseases of Pakistan. *Pakistan cotton*, 19, 2, 71-86.
11. Lagièrre R., 1954, La bactériose du cotonnier (*Xanthomonas malvacearum* (E.F. Smith) Dowson) dans le monde et en République Centrafricaine, Imprimerie J. Desseaux, Colombes (Seine), 221-234, 252 p.
12. Meshram M.K. & Sheo R., 1992, Effect of bacterial blight infection at different stages of crop growth on intensity and seed cotton yield under rainfed conditions. *Indian Journal of Plant Protection*, 20, 54-57.
13. Schnathorst W.C., Halisky P.M. & Martin R.D., 1960, History, distribution, races and disease cycle of *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* in California. *Plant disease reporter*, 44, 603-608.
14. Verma J.P., 1986, Bacterial blight of cotton. Boca Raton, FL: CRC Press, inc.
15. Yehouessi M.T., 1988, Protocole de cotation bactériose campagne 1987/1988. S.R.C.F.J. Station de N'Taria B.P. 28. Koutiala, cellule génétique, 3 p.
16. Watkins G.M., 1981, Compendium of cotton diseases. American Phytopathological Society. 87 p.

S.L., Ouedraogo, Burkinabé, Ph.D, Chargé de Recherches, Bactériologiste, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

D. Sanfo, Burkinabé, DEA, Ingénieur de Recherches, sélectionneur coton, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

I. Somda, Burkinabé, Doctorat unique, IDR, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso.

B.C., Tiemtore, Burkinabé, Ingénieur Agronome, Sélectionneur coton, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).