



Évaluation de la prévalence de la gale bactérienne de la tomate, et caractérisation des espèces associées aux symptômes au Burkina Faso

Fousseni BORO^{1*}, Oumarou TRAORE², Issa WONNI¹, Paul ILBOUDO¹, Léonard Ouédraogo

¹Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire de Bactériologie/ Station de Faroko-Bâ, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

²Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique/Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies /Direction Régionale de l'Ouest/ Département Substances Naturelles, 01 BP 2393 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; Fousseni BORO, email : fousseniboro@yahoo.fr

Submission 2nd March 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st May 2023.
<https://doi.org/10.35759/JABs.185.6>

RÉSUMÉ

Objectif : Le contrôle de la gale bactérienne passe nécessairement par un bon diagnostic de l'agent pathogène dans les sites maraîchers. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer l'incidence, la sévérité de la maladie et de caractériser l'agent pathogène associé aux symptômes observés.

Méthodologie et résultats : Le diagnostic de la maladie a été effectué à Léguéma et à Loumbila, deux (02) sites maraîchers situés respectivement dans la région des Hauts-Bassins et dans le Plateau Central. Des échantillons de plantes symptomatiques ont été prélevées dans ces sites afin d'isoler et caractériser les espèces de bactéries associées à la gale bactérienne à l'aide d'amorces spécifiques. Les résultats montrent que l'incidence de la gale bactérienne varie entre 37% dans la région du Centre, et 43 % dans les Hauts bassins, avec des sévérités respectives de 41,77% et 58,74%. Le test moléculaire révèle que *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria* est l'agent pathogène inféodé aux symptômes observés sur les feuilles, les tiges et les fruits quelques soient le site et la variété de tomate.

Conclusion et application des résultats : Au regard de la forte prévalence et distribution de la gale bactérienne de la tomate sur l'un des deux (02) grands sites maraîchers du Burkina Faso, il faudra sensibiliser les différents acteurs sur l'application des bonnes pratiques agricoles (BPA), surtout l'utilisation de semences homologuées afin d'éviter toute éventuelle épidémie de cette maladie dans le pays.

Mots clés : Tomate, Gale bactérienne, *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria*, Burkina Faso

Effects of tomato bacterial scab and characterization of species associated at symptoms in Burkina Faso

ABSTRACT

Objective: The control of bacterial spot disease necessarily requires a good diagnosis of the pathogen in market gardening sites. Thus, the objective of this study is to assess the incidence and severity of the disease and to characterize the pathogenic agent associated with the observed symptoms.

Methodology and Results: The diagnosis of the disease was carried out in Léguéma and Loumbila, two (02) market gardening sites located respectively in the Hauts Bassins region and in the Plateau Central. Samples of symptomatic plants were collected from these sites in order to isolate and characterize the bacterial species associated with bacterial scab using specific primers. Results showed that the incidence of bacterial scab varies between 37% in the Central region, and 43% in the High Basins, with respective severities of 41.77% and 58.74%. The molecular test revealed that *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria* is the pathogen associated with the symptoms observed on leaves, stems and fruits regardless of the site and the tomato variety.

Conclusion and Application of Results: In view of the high prevalence and distribution of bacterial tomato scab in these two (02) historical market gardening sites in Burkina Faso, it will be necessary to sensitize the various actors on the application of good agricultural practices (GAP), especially the use of registered seeds in order to avoid any eventual epidemic of this disease in the country.

Keywords: Bacterial scab, Tomato, *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria*, Burkina Faso

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, la tomate est la deuxième culture maraîchère après l'oignon bulbe. Sa production est passée de 50158 tonnes en 2005 à plus de 200 000 tonnes en 2016 (MAAH, 2017) dont au moins 150 000 tonnes sont destinés aux exportations, rapportant près de 50 milliards de FCFA à l'économie nationale (Bambio, 2018). Malgré les nombreux avantages socio-économiques que présente la tomate, elle fait face à de nombreuses contraintes parasitaires pouvant réduire les rendements de 90 % (CORAF, 2010). Au nombre de ces contraintes figurent les maladies bactériennes. Plusieurs agents pathogènes bactériens, comme *Pseudomonas syringae*, *Clavibacter michiganensis*, *Xanthomonas axonopodis*, peuvent affecter la tomate et provoquer respectivement la moucheture bactérienne, le chancre bactérien et la gale bactérienne. Le genre *Xanthomonas* contient plus d'une trentaine d'espèces capables de causer des maladies sur des monocotylédones et des dicotylédones (Leyns

et al., 1984). Parmi ces espèces, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *euvesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *perforans*, et *X. axonopodis* pv. *gardneri* font principalement partie des agents pathogènes responsables de la gale bactérienne de la tomate (Hamza, 2010). La maladie apparaît dans toutes les régions de culture de la tomate et occasionne des pertes de rendement allant de 52 à 90% (Pohronezny *et al.*, 1990). Elle peut se manifester sur toutes les parties aériennes de la plante : feuilles, tiges, pétioles et fruits de tomate. Les lésions se présentent sous forme des zones circulaires (1-5 mm) saturées d'eau, d'abord vertes, puis brunes et nécrosées (Hamza, 2010). Au Burkina Faso, des symptômes de la maladie ont été signalés sur la tomate dans plusieurs localités et l'agent pathogène *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* a été caractérisé à partir des tests biochimiques réalisés sur des semences de tomate par Ouédraogo et Mortensen (2003). Au regard de la grande plasticité des espèces bactériennes

associées à la gale de la tomate, la connaissance de l'importance de la maladie dans les champs et du ou/et des agent(s)

pathogène(s) responsable(s) sont nécessaires pour une bonne surveillance et un meilleur contrôle de la maladie au Burkina Faso.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites de collecte : Les échantillons ont été collectés dans les sites maraîchers de Loumbila et de Léguéma respectivement à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Léguéma est un village rattaché à la commune de Bobo-Dioulasso dans la province du Houet. Il est situé à 15 Km à l'Est de Bobo-Dioulasso avec des coordonnées géographiques de 11°14'10" de latitude Nord et 4°10'17" de longitude Ouest. Loumbila est une commune rurale dans la

province de Oubritenga et dans la région du Plateau-Central. Il est situé à 25 Km à l'Est de Ouagadougou sur la route nationale n°3 avec des coordonnées géographiques de 12°30'59" de latitude Nord et 1°22'34" de longitude Ouest (Figure 1). Le choix de ces sites se justifie par leur ancienneté dans la production maraîchère, la taille des parcelles cultivées, leurs importances économiques et la pression parasitaire qu'ils subissent (CIRAD, 2012).

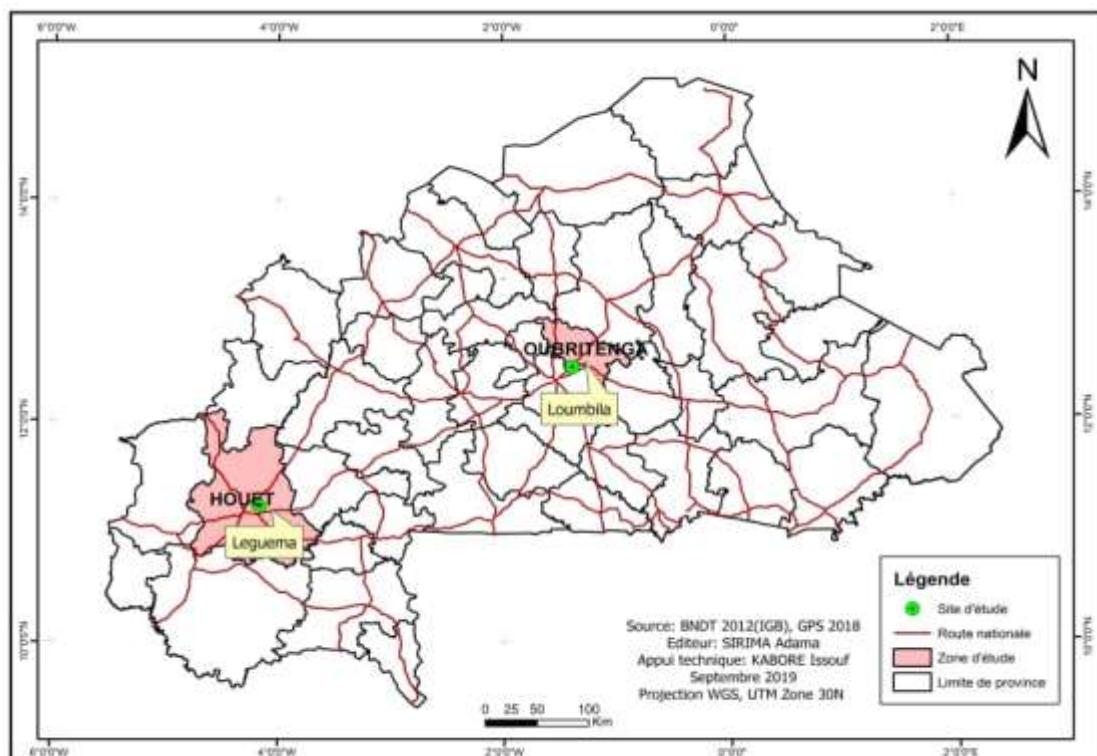


Figure 1 : Sites de collecte des échantillons infectés de plantes de tomate

Relevés climatiques des zones d'étude : La Figure 2 donne les moyennes mensuelles des températures, des humidités relatives et des cumuls pluviométriques au cours de l'année 2019 dans les stations météorologiques de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. La pluie s'est installée au cours du mois de mars dans

les deux villes. Elle a pris fin à Ouagadougou en octobre et en novembre à Bobo-Dioulasso. Cependant on constate une ascension de la courbe illustrative du cumul pluviométrique mensuel de Bobo-Dioulasso sur celle de Ouagadougou, du début à la fin des pluies. Des pics pluviométriques de 354,7 mm et 235,5

mm ont été observés respectivement à Bobo-Dioulasso et à Ouagadougou en juillet. Les humidités relatives moyennes mensuelles (minima et maxima) sont comprises entre 23,1 % et 81,65 % à Bobo-Dioulasso et entre 21,25

% et 76,80 % à Ouagadougou. Des amplitudes thermiques respectives de 9 ° C et 5,4 ° C à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso ont été obtenues.

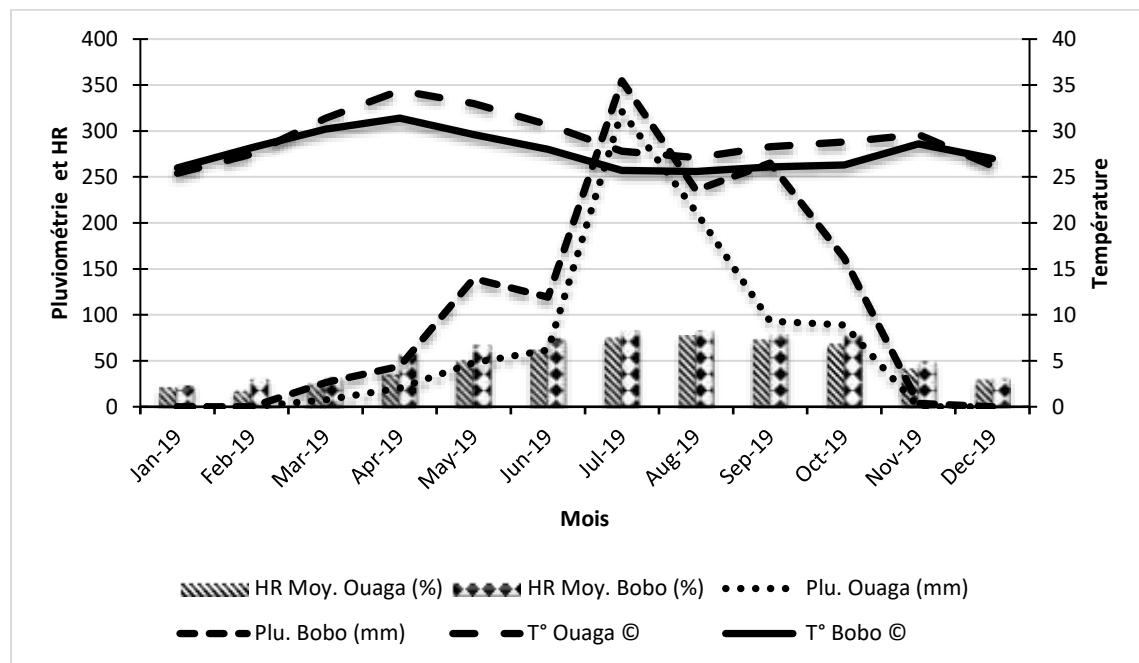


Figure 2 : Données climatiques de Loumbila et de Bobo-Dioulasso en 2019

HR : Humidité relative ; Moy : Moyenne ; Plu : pluviométrie ; T° : Température

Matériel biologique : Le matériel biologique utilisé est constitué des isolats issus des échantillons de plantes malade et des souches

de référence correspondant aux quatre (04) espèces de bactéries recherchées (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des souches de référence

N°	Amorces	Séquences de nucléotidiques	Taille des amplicons	Souches	Hôtes	Références
1	Bs-XeF	CATGAAGAACTCGCGTATCG				Koenraadt et al. (2009)
1	Bs-XeR	GTCGGACATACTGGACACATAC	173 pb	NCPPB 2968	<i>Capsicum frutescens</i>	
2	Bs-XvF	CCATGTGCCGTTGAAATACTTG				Koenraadt et al. (2009)
2	Bs-XvR	ACAAGAGATGTTGCTATGATTG	138 pb	NCPPB 422	<i>Solanum lycopersicum</i>	
3	Bs-XgF	TCAGTGCTTAGTCCTCATTGTC				Koenraadt et al. (2009)
3	Bs-XgR	TGACCGATAAAGACTGCGAAAG	154 pb	NCPPB 881	<i>Solanum lycopersicum</i>	
4	Bs-XpF	GTCGTGTTGATGGAGCGTTC				Koenraadt et al. (2009)
4	Bs-XpR	GTGCGAGTCAATTATCAGAAATGTGG	197 pb	NCPPB 4321	<i>Solanum lycopersicum</i>	

Xe : *Xanthomonas axonopodis* pv. *Euvesicatoria* ; **Xv** : *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* ; **Xg** : *Xanthomonas axonopodis* pv. *Gardneri* ; **Xp** : *Xanthomonas axonopodis* pv. *Perforans*.

Matériel végétal : Le matériel végétal utilisé est constitué des plantes de tomate observées et collectées au champ et de la variété Rossol pour le test de pouvoir pathogène. Le choix de cette variété est dû à sa sensibilité à la gale bactérienne et sa résistance à *Verticillium* spp., à *Fusarium oxysporum* et aux nématodes.

Méthodes

Évaluation de l'incidence et de la sévérité de la gale bactérienne au champ :

L'échantillonnage a été réalisé suivant la méthode proposée par James et al. (2010), modifiée et adaptée à notre étude. En effet, l'échantillonnage des plantes malades et le sondage ont été effectués dans trois (03) champs distants d'au moins 500 m par localité. Les observations ont été effectuées dans neuf

(09) carrés de sondage, posés de manière régulière sur les deux diagonales de chacune des parcelles de 400 m². Un carré de sondage mesure 2 m² et compte environ 12 plantes, soit un total de 108 plantes de tomate évaluées par parcelle. La clé d'identification établie par Blancard et al. (2009) a servi pour le diagnostic.

L'incidence foliaire (I) a été calculée comme suit :

I : (NPS/NTP) *100 où NPS désigne le nombre de plants symptomatiques, et NTP, le nombre total de plants inspectés.

La sévérité (S) a été évaluée selon l'échelle proposée par l'Institut international de mycologie (IMI, 1993), (Tableau 2).

Tableau 2 : Échelle d'évaluation de la sévérité

Note	Surface attaquée
1	Sans tache ;
2	1-10% de petites taches sur moins de 50% des feuilles de la plante ;
3	1-10% de taches sur plus de 50% des feuilles ou 10-30% de taches sur moins de 50% des feuilles de la plante ;
4	Plus de 30% de taches sur plus de 50% des feuilles du plant.

Source : IMI (1993)

Caractérisation de l'agent pathogène

Échantillonnage et isolement : Au cours des investigations sur l'incidence et la sévérité de la maladie au champ, des échantillons ont été prélevés sur des plantes symptomatiques dans les localités prospectées dans les deux (02) régions et ramenés au laboratoire pour l'isolement et la caractérisation de l'agent pathogène associé au symptômes observés. Au laboratoire, des fragments d'organes ont été désinfectés dans des solutions d'alcool à 75 % et d'eau de Javel à 1 %, rincés à l'eau distillée stérile, puis broyés et dilacérés dans 2 ml de solution de NaCl à 0,85 % dans des sachets d'extraction Bioreba. Les suspensions obtenues ont été laissées 15 à 30 minutes pour permettre la libération des bactéries des tissus végétaux. Sous une hotte à flux laminaire, 50 µL des macérats bactériens ont été étalés en

trois secteurs dans des boîtes de Pétri contenant au préalable du milieu de culture Levure Peptone Glycose Agar (LPGA). Les boîtes ont été ensuite incubées en position inversée dans l'étuve bactériologique à une température de 28 °C et la croissance bactérienne a été vérifiée quotidiennement. Au bout de 48 à 72 heures, les colonies typiques de *Xanthomonas* spp. associés à la gale bactérienne (Figure 3) ont été prélevées et purifiées par réensemencement sur le milieu LPGA. Les colonies pures ont été conservées dans des cryotubes contenant un milieu composé de bouillon nutritif et de glycérol à 50 % dans les proportions respectives de 2/3 et 1/3.

Caractérisation morphologique et biochimique : Sur milieu gélosé, les colonies présentant les caractéristiques morphologiques (circulaire, lisse, aspect muqueux et fluide,

coloration jaune et bords entier) de *Xanthomonas* sp ont été purifiées et soumises au test de solubilité dans la solution de KOH et à l'hydrolyse de l'amidon (Lelliot et Stead, 1987).

Réaction de Gram : A l'aide d'un cure dent stérile, les bactéries ont été prélevées à partir d'une culture pure de 24-48 heures et frottées rapidement dans une goutte d'une solution aqueuse de 3% de KOH préalablement déposée sur une lame de verre. Au bout de quelques secondes, le cure dent est soulevé de quelques cm au-dessus de la lame. La formation d'un filet visqueux indique la présence de bactéries Gram négatif. Les bactéries Gram positif ne produisent pas de filet.

Test d'hydrolyse de l'amidon : Une culture bactérienne de 24 heures a été prélevée à l'aide d'une anse pour dessiner une figure serpentée sur le milieu d'amidon contenu dans une boîte de Pétri. Les boîtes de Pétri inoculées (une boîte par isolat) sont incubées pendant 3-4 jours à la température de 28-30 °C. A la fin de la période d'incubation, les boîtes ont été inondées avec l'iode de lugole. L'apparition d'une couleur jaunâtre autour ou sous la culture bactérienne indique une réaction positive. Par contre, si le milieu vire au bleu ou si on obtient une coloration rougeâtre, la réaction est négative, donc l'amidon n'est pas hydrolysé.

Test du pouvoir pathogène : Le but de ce test est de déterminer la capacité de la bactérie à induire les mêmes symptômes que ceux observés lors des prélèvements. Il permet de confirmer ou d'infirmer le diagnostic présomptif initial (Postulat de Koch). Les inoculations ont été réalisées sur des plants de 15 jours (stade 4 à 5 feuilles vraies), poussées sur du substrat stérile. A partir d'une culture bactérienne de 24 heures, des suspensions bactériennes de 10^8 CFU/mL ont été préparées à une densité optique de 0,2 à 600 nm. Un morceau de coton hydrophile stérile a été trempé dans chacune des suspensions

obtenues et frotté sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de tomate. Les plants inoculés ont été recouvertes avec du film plastique transparent pendant 48 heures afin de faciliter la multiplication des bactéries, et le déclenchement de l'infection des plants.

Les observations de symptômes de gale bactérienne ont commencé 10 jours après les inoculations. Les bactéries ont été ensuite réisolées à partir des feuilles infectées. Des plants sains inoculés avec de l'eau distillée ont servi de témoins.

Diagnostic moléculaire des souches : Deux types de duplex-PCR ont été réalisés afin de déterminer le ou les espèces inféodées aux symptômes prélevés. Le premier duplex utilisait les amores Bs-XeF / Bs-XeR, BsXvF / Bs-XvR, Bs-XgF / Bs-XgR pour amplifier respectivement *X. axonopodis* pv. *euvesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* et le second, les amores Bs-XgF/Bs-XgR et Bs-XpF/Bs-XpR pour amplifier respectivement *X. axonopodis* pv. *gardneri* et *X. axonopodis* pv. *perforans*. Pour réaliser la PCR, un mélange comprenant 14 µL d'eau distillée stérile, 5 µL de 5x Hot FIREPol (master mix pour multiplex PCR), 1 µL à 10X de chaque amorce, 2 µL de suspension bactérienne dénaturée (environ 10^8 CFU/mL) a été utilisé. Le programme PCR comprend une phase de dénaturation initiale de 5 min à 95 °C, puis 30 cycles réactionnels composée d'une dénaturation de 12 min à 95 °C, d'une hybridation de 30 sec à 66 °C, d'une elongation initiale de 1 min 30 sec à 72 °C, suivies d'une phase d'elongation finale de 7 min à 72 °C. Les produits PCR sont ensuite maintenus à 16 °C jusqu'à leur transfert au congélateur. Les amplifications ont été réalisées dans un thermocycleur (Biometra, Analytik Jena, Allemagne). Les produits PCR ont ensuite été séparés par électrophorèse sur gel d'agarose à 1 % et révélés par une procédure de coloration au bromure d'éthidium sous lumière ultraviolette. Les tailles des amplicons attendues étaient de 173 pb, 138 pb, 154 pb, 197 pb, respectivement pour *X.*

axonopodis pv. *euvesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *gardneri* et *X. axonopodis* pv. *perforans*.

Traitement et analyse des données : Le tableur Excel 2013 a été utilisé pour la saisie des données et la construction des graphiques. Le logiciel XLSTAT 2016 a servi à l'analyse des données et le test de Newman-Keuls a été

utilisé pour la comparaison des moyennes de l'incidence et de la sévérité au seuil de 5 %. Le logiciel R version 3.1.2 a été utilisé pour construire les graphes qui expriment la variabilité de l'incidence et de la sévérité de la gale bactérienne dans les deux sites de production maraîchère.

RÉSULTATS

Incidence et sévérité de la gale bactérienne en fonction des parcelles prospectées : La figure 4 A présente l'incidence de la gale bactérienne en fonction des parcelles prospectées à Léguéma et à Loumbila. L'analyse statistique des données montre une différence significative entre les traitements (Anova, $p < 0,0001$). De façon générale, l'incidence de la maladie dépasse 35 % dans toutes les parcelles. En outre, on constate une variation de la prévalence de la gale bactérienne d'une parcelle à une autre et d'un site à un autre. Elle est plus élevée dans les

parcelles de Léguéma que celles de Loumbila. En effet, l'incidence varie entre 43,18 % et 45,05 % à Léguéma comparativement à Loumbila, où elle est comprise entre 35,42 % et 39,72 %. En ce qui concerne la sévérité, une différence très hautement significative entre les parcelles a été observée. En effet, la sévérité varie en fonction des sites. Elle est plus importante à Léguéma qu'à Loumbila. Par contre, il n'y a aucune différence significative entre les valeurs de la sévérité au sein d'un même site (Figure 4 B). Les symptômes de la maladie sont illustrés par la figure 5.

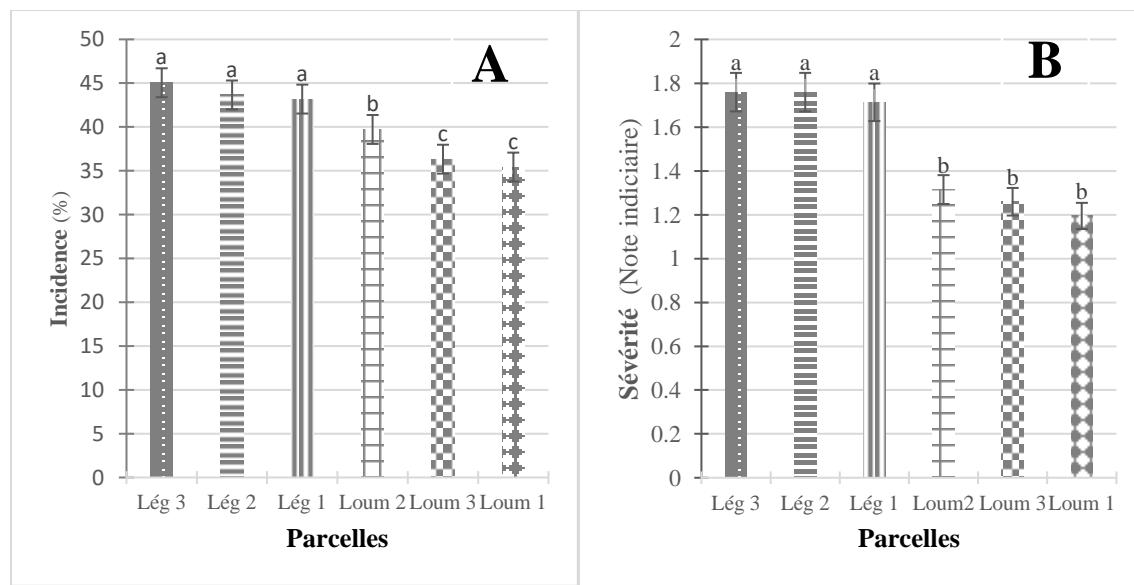


Figure 4 : Incidence et sévérité moyenne de la gale bactérienne par parcelles prospectées

Leg : Léguéma ; **Loum :** Loumbila, **A :** Léguéma ; **B :** Loumbila

Les histogrammes affectés de la même lettre, ne sont pas significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keul.



Figure 5 : Symptômes de la gale bactérienne sur des organes de la tomate

A : Symptômes sur fruit, **B :** Symptômes sur tige, **C :** Symptômes sur feuille

Variabilité de l'incidence et de la sévérité de la gale bactérienne en fonction des parcelles prospectées : La figure 6 A indique la répartition de l'incidence de la gale bactérienne en quartiles sur des parcelles prospectées à Léguéma et à Loumbila. L'incidence de la maladie est légèrement élevée à Léguéma par rapport à Loumbila. En effet, des incidences de 38,46 % et 42,86 % ont été observées respectivement à Loumbila et à Léguéma sur 50% (médiane) des plantes

observées. Aussi, 75 % (3^{ème} quartile) des plantes ont obtenu des incidences de 45,45 % à Loumbila et 50 % à Léguéma. En ce qui concerne la sévérité, on note une moyenne de 38,88 % sur 25 % des plantes observées à Loumbila contre 55,55 % à Leguéma. 50% des plantes ont enregistré des sévérités de 58,33 % à Léguéma contre 41,66 % à Loumbila. 75 % (3^{ème} quartile) ont atteint des sévérités moyennes de 66,11 % à Léguéma contre 44,44 % à Loumbila (Figure 6 B).

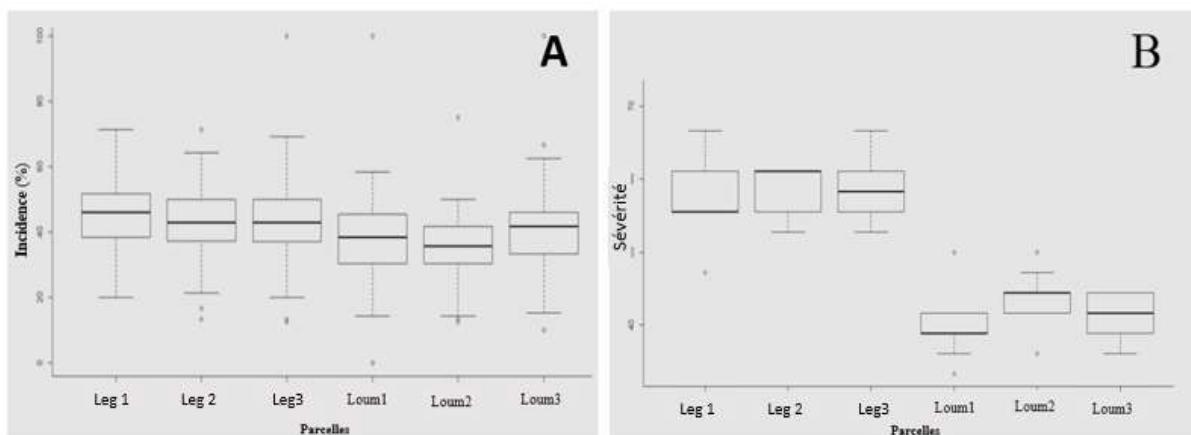


Figure 6 : Variabilité de l'incidence et de la sévérité de la gale bactérienne en fonction des parcelles observées à Léguéma et Loumbila

Leg : Léguéma ; Loum : Loumbila, A : Léguema ; B : Loumbila

Caractérisation de l'agent pathogène responsable de la gale bactérienne : Au total, 54 échantillons ont été collectés au niveau des sites maraîchers de Léguéma et de Loumbila. Le test du pouvoir pathogène réalisé sur les

feuilles de la variété de tomate Rossol, a permis le développement des symptômes de taches bactériennes sur les feuilles huit (08) jours après inoculation. Aucune lésion n'a été observée sur les feuilles de la plante témoin

non inoculée. Les tests de solubilité dans le KOH et d'hydrolyse d'amidon ont été positifs pour 34 isolats soit 62,96 % de l'ensemble des isolats obtenus. La duplex PCR réalisée avec ces 34 isolats positifs, a révélé 12 souches (soit 35,29 %) correspondant à *Xanthomonas*

campestris pv. *euvesicatoria*. En effet, parmi ces souches, neuf (09) sont de Léguéma et trois (03) de Loumbila (Tableau 3). La figure 7 montre une bande de 173 bp spécifique à *X. campestris* pv *euvesicatoria* sur gel d'agarose.

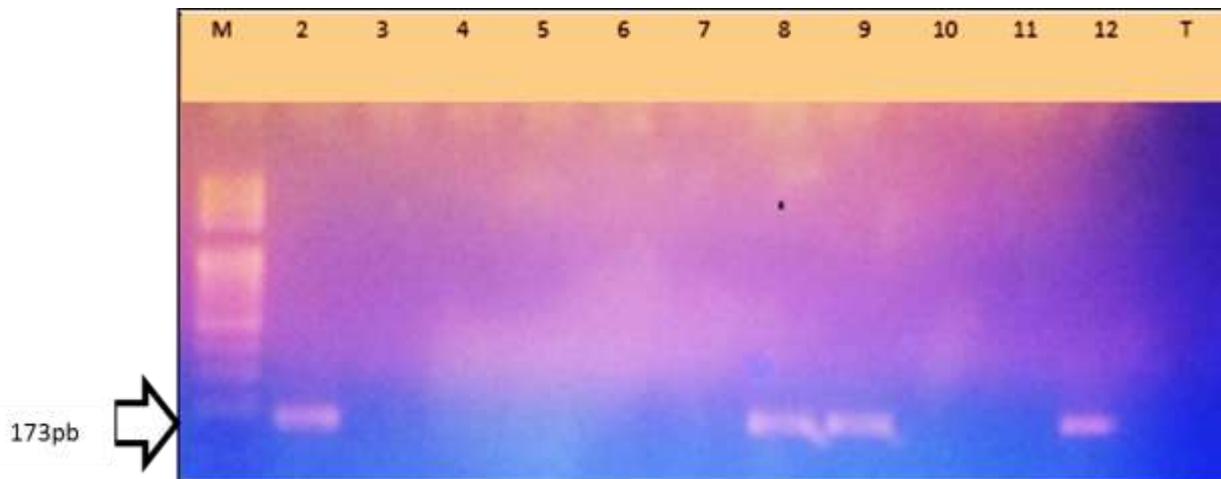


Figure 7 : Profil des bandes spécifiques à *X. euvesicatoria* sur gel d'agarose à 1%
M : Marqueur de taille ; 2 à 12 : Amplicons ; T : Témoin

Tableau 3 : Situation des isolats obtenus à partir des échantillons collectés par localité

N°	Nom	Loc	Org.	Variété	Coul	KOH	HA	Path	PCR
1	LGMF1	Leg	Feuil	F1 Cobra 26	J	-	+	+	+
2	LGMF2	Leg	Feuil	F1 Cobra 27	J	-	+	+	+
3	LGMF3	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
4	LGMF4	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
5	LGMF5	Leg	Feuil	F1Cobra 30	J	-	+	-	-
6	LGMF6	Leg	Feuil	F1Cobra 31	J	-	+	-	-
7	LGMF7	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
8	LGMF8	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	+	+
9	LGMF9	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
10	LGMF10	Leg	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
11	LGMFR1	Leg	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	+	+
12	LGMFR2	Leg	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
13	LGMFR3	Leg	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	+	+
14	LGMFR4	Leg	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	+	+
15	LGMFR5	Leg	Feuil	F1 Cobra 26	J	-	+	+	+
16	LGMFR6	Leg	Feuil	F1 Cobra 26	J	-	+	-	-
17	LGMFR7	Leg	Feuil	F1 Cobra 26	J	-	+	+	+
18	LGMFR8	Leg	Feuil	F1 Cobra 26	J	-	+	-	-
19	LGMFR9	Leg	Fruit	F1 Cobra 26	J	-	+	+	+
20	LGMFR10	Lou	Fruit	F1 Cobra 26	J	-	+	-	-
21	LGMFR11	Lou	Fruit	F1 Cobra 26	J	-	+	+	+

22	LGMFR12	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	+	+
23	LGMFR13	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	+	+
24	LGMFR14	Lou	Fruit	F1 Cobra 26	J	-	+	-	-
25	LGMFR15	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
26	LGMFR16	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
27	LGMFR17	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
28	LGMFR18	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
29	LGMFR19	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
30	LGMFR20	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
31	LGMFR21	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
32	LGMFR22	Lou	Fruit	F1 Mongal	J	-	+	-	-
33	LGMFR23	Lou	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-
34	LGMFR24	Lou	Feuil	F1 Mongal	J	-	+	-	-

Leg : Léguéma ; Lou : Loumbila ; Feuil : Feuille ; Coul : Couleur ; Loc : Localité ; Org : Organe ; HA : Hydrolyse de l'Amidon ; Path : Pathogénicité ; J : jaune.

DISCUSSION

Les résultats de la caractérisation moléculaire montrent que seule *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria* a été détectée à partir des échantillons collectés. Ouédraogo et Rouamba (1996), avaient pour la première fois, identifié une autre espèce de *Xanthomonas* associé à la gale bactérienne (*X. axonopodis* pv. *vesicatoria*) à partir des feuilles de tomate à la station de Farako-Bâ. Quatre (04) isolats associés à *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* avaient été identifiés à partir des semences dans deux (02) sites maraîchers périphériques de la ville de Bobo-Dioulasso, à savoir Léguéma et Banakeledaga (Ouédraogo et Mortensen, 2003). Ces résultats confirment la présence des deux (02) espèces de bactéries associées à la gale bactérienne au Burkina Faso sur les quatre (04) espèces recherchées dans notre étude. La présence de la maladie au Burkina Faso pourrait s'expliquer par les importations de matériel végétal. En effet, la majorité des semences maraîchères utilisées au Burkina Faso, de la période coloniale à nos jours, provient de l'extérieur. Pourtant, *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria* est une bactérie transmissible par les semences (Ouédraogo et Mortensen, 2003). Selon Blancard (2009), la dissémination de *Xanthomonas axonopodis* sur de longues

distances se fait principalement par les semences et les plants contaminés. Les semences peuvent introduire des organismes de quarantaine dans un nouvel environnement où ils n'existaient pas (FAO, 2011). Actuellement, avec la mondialisation du commerce, on assiste à une globalisation des agents phytopathogènes et les dommages causés par ces derniers deviennent de plus en plus importants (Lopez *et al.*, 2006). La présence de la maladie à Léguéma dans la ville de Bobo-Dioulasso et dans la commune rurale de Loumbila, signifie que *X. axonopodis* aurait une grande capacité d'adaptation par sa possibilité à évoluer dans plusieurs zones agroécologiques. Selon Pernezny *et al.* (2003), la gale bactérienne est répandue au niveau mondial, dans toutes les aires de production de la tomate et du poivron. Elle est plus sévère dans les régions tropicales et subtropicales où les températures sont élevées et les pluies abondantes. Le faible taux d'identification de la maladie (22,22 %) au regard du nombre d'échantillons testés serait lié à la forte similarité qui existe entre les symptômes associés à la gale bactérienne et ceux de la moucheture bactérienne causée par *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Certes, dans notre collecte, des confusions de

symptômes se seraient introduites. Plusieurs auteurs affirment que les symptômes de *Pseudomonas syringae* sur feuilles ressemblent fortement à ceux de *Xanthomonas* spp. ; seuls les symptômes sur fruits permettent de différencier la moucheture de la gale bactérienne (Leboeuf et al., 2005 ; Blancard, 2009 ; ECOPHYT, 2015). Ces deux (02) bactéries peuvent, en cas de forte hygrométrie, cohabiter en inter-saison (ECOPHYT, 2015). La présence d'un symptôme sur une plante, ne prouve pas qu'un genre bactérien spécifique soit l'agent responsable de cette maladie car d'autres espèces sont capables de provoquer des symptômes semblables (Berber et al., 2008). Par ailleurs, une étude similaire a été menée sur le poivron et le piment en Australie. Les auteurs avaient obtenu au total 64 isolats parmi lesquels, 48,43% de *X. euvesicatoria*, 12,5% de *X. vesicatoria* (Roach et al., 2017). Les taux élevés de l'incidence et de la sévérité de la maladie pourraient s'expliquer non seulement par des facteurs déjà évoqués tels

que l'état sanitaire des semences utilisées, la sensibilité des variétés produites, mais aussi par les conditions climatiques favorables au développement de l'agent pathogène et par les activités anthropiques (Bashan, 1985 ; Lindemann et Upper, 1985 ; Pohronezny et al., 1990). En effet, les données météorologiques recueillies indiquent que le climat des zones prospectées est favorable au développement de *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria*. Pour que l'infection soit efficiente, la bactérie a besoin de conditions climatiques convenables afin de coloniser la surface des feuilles, puis atteindre les sites de pénétration (Romantschuk et al., 1994). La crête de croissance et d'infectiosité de l'agent pathogène se situe entre 24 et 30 °C (Leboeuf et al., 2005). La forte incidence de la maladie à Léguéma par rapport à Loumbila s'expliquerait par l'importance de la pluviométrie à Bobo-Dioulasso comparativement à Loumbila.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

L'étude visait à évaluer la prévalence de la gale bactérienne des Solanacées sur des parcelles de tomate et à diagnostiquer les espèces pathogènes qui en sont associées dans deux grands sites de production de la tomate au Burkina Faso. Les travaux ont permis de mettre en collection 12 souches de *Xanthomonas axonopodis* pv. *euvesicatoria* dont neuf (09) proviennent de Léguéma et trois (03) de Loumbila. L'évaluation de la

prévalence de la maladie au champ a montré de fortes incidence et sévérité dans les deux (02) localités prospectées. Une telle ampleur de la maladie nécessite la mise en place de mesures préventives en vue de mieux contrôler sa propagation dans les autres zones de production. Toutefois, le diagnostic doit s'élargir aux autres sites maraîchers afin de mieux appréhender la distribution de *X. euvesicatoria* à l'échelle nationale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bambio Z. F., 2018. Tomates : Une production de 300.000 tonnes par an pour un revenu de 50 milliards de F.CFA. <https://www.investirauburkina.net>. Consulté le 02/12/19 à 13h 15mn.
- Bashan Y., 1985. Field dispersal of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* and *Alternaria macrospora* by animals, people, birds, insects, mites, agricultural tools, aircraft, soil particles, and water sources. *Can. J. Bot.* 64: 276-281.
- BERBER F., Ouazzani T. A., et Douira A., 2008. Identification de la mycoflore pathogène de *Sorghum bicolor* L. Moench, cultivé dans le Gharb et le Loukkos (Nord-ouest du Maroc).

- Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2008, n°30, 5-11.*
- Blancard D., 2009. Les maladies de la tomate : identifier, connaitre et maitriser. Edition Quae, France. 679p.
- CIRAD, 2012. Les activités agricoles face aux dynamiques urbaines : cas de Bobo-Dioulasso. Compte-rendu du stage collectif RESAD, 27p.
- CORAF, 2010. Des extraits végétaux à la place des insecticides de synthèse. Rapport annuel N° 56 juillet à septembre, 16p.
- ECOPHYT, 2015. Fiche phytosanitaire/cultures maraîchères : Flétrissement bactérien. Ile de la Réunion. 3p.
- FAO, 2011. Les semences dans les situations d'urgence, manuel technique, 83p.
- Hamza A. A., 2010. Taxonomie et diagnostic des espèces de *Xanthomonas* associées à la gale bactérienne de la tomate et des *Capsicum* spp. : Situation dans les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion, France. 262p.
- IMI (International Mycological Institute), 1993. International course on the Identification of Fungi of Agricultural Importance. Egham, UK, Conference, 2 August-10 September.
- Koenraadt H., Van Betteray B., Germain R., Hiddink G., Jones J.B., Oosterhof J., Rijlaarsdam A., Roorda P. & Woudt B., 2009. Development of specific primers for the molecular detection of bacterial spot of pepper and tomato. *Acta Horticulturae* 808: 99-102.
- Lebœuf J., Cuppels D., Dick J., Pitblado R., Lœwen S., Celetti M., 2005. Maladies bactériennes de la tomate : Tache bactérienne, moucheture bactérienne, chancre bactérien. *Fiche technique ONTARIO N° 05/070*, ISSN1198-7138
- Lelliot R. & Stead D. E. 1987. Methods for the diagnosis for bacterial diseases of plants. 216p
- Leyns F., De Cleene M., Swings J.G. et De Ley J., 1984. The host range of the genus *Xanthomonas*. *Botanical Review*, 50, 308-356
- Lindemann J. et Upper C.D., 1985. Aerial dispersal of epiphytic bacteria over bean plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 50: 1229-1232.
- Lopez M., Bertolini E., Marco-Noales E., Llop P. et Cambra M., 2006. Update on molecular tools for detection of plant pathogenic bacteria and viruses. In Molecular diagnostics current technology and application. Rao, J.R., Fleming, C.C. & Moore, J.E. (eds). Wymondham : *Horizon bioscience*, pp. 1-46.
- MAAH, 2017. Production des cultures maraîchères, Extrait de rapport d'étude, Ouagadougou, Burkina Faso. 2p.
- Naika S., Joep Van L. J., Marja G., Martin H., Barbara V. D., 2005. La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Agrodoc 17, 5ème édition, Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- Ouédraogo L. et D'Arondel de Hayes J., 1994. Le flétrissement bactérien au Burkina Faso. Communication présentée à la réunion annuelle de l'U.C.T.R. /P.V. tenue à Dakar du 01 au 09 Avril 1994, 12p.
- Ouédraogo S. L. et Mortensen C. N., 2003. Quelques méthodes de détection de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* dans les semences de la tomate et de l'aubergine. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* N° 41 pp.1- 12.
- Ouedraogo L. et Rouamba A. 1996. Parasites majeurs de la tomate en hivernage à l'Ouest du Burkina Faso. *Nuisibles-Pests-Pragas/* Vol. 4 no 2 06/96 277-284.
- Pernezny K., Roberts P.D., Murphy J.F., Goldberg N.P., (2003). *Compendium of*

- Pepper Diseases. St. Paul : APS Press, 63p.
- Pohronezny K., Moss M. A., Dankers W. & Shenk J., 1990. Dispersal and management of *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* during thinning of direct seeded tomato plants. *Plant Dis.* 74, 800-805
- Rajagopal L., Sundari C.S., Balasubramanian D. & Sonti R.V., 1997. The bacterial Roach R., Mann R., Gambley C. G., Shivas R. G., Rodoni B., 2017. Identification of *Xanthomonas* species associated with bacterial leaf spot of tomato, *capsicum* and chilli crops in eastern Australia, *Eur J Plant Pathol* 150:595–608, DOI 10.1007/s10658-017-1303-9
- Roach R., Mann R., Gambley C. G., Shivas R. G., Rodoni B., 2017. Identification of *Xanthomonas* species associated with bacterial leaf spot of tomato, *capsicum* and chilli crops in eastern Australia. *Eur J Plant Pathol* 150:595–608, DOI 10.1007/s10658-017-1303-9
- Romantschuk M., Roine E., Ojanen T., Van Doorn J., Louhelainen J., Nurmiaho-Lassila E.L. et Haahtela K., 1994. *Fimbria (Pilus) mediated attachement of Pseudomonas syringae, Erwinia rhamontici and Xanthomonas campestris to plant surfaces.* In Molecular mechanisms of bacterial virulence. Kado, C.I. (ed). Dordrecht : Kluwer academic, pp. 67-77.
- SON D., 2018. *Analyse des risques liés à l'emploi des pesticides et mesure de la performance de la lutte intégrée en culture de tomate au Burkina Faso.* Thèse de doctorat, Université de liège-Gembloux agro-Bio Tech. Belgique. 234p.