

Contribution à la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de *Solanum tuberosum* par les extraits de *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*

[Contribution on the struggle against *Pseudomonas solanacearum* agent of bacterial wilt of potato by the extracts from *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*]

Mutuga Bienfait BYENDA¹, Nalwidi Gilbert BALEZI¹, Mwapu Pascal ISUMBISHO², and Lubobo Antoine KANYENGA³

¹Section d'Agronomie,
Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (I.S.E.A.V) Mushweshwe,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique (I.S.P.) Bukavu,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

³Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, Katanga, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The survey carrying on the struggle against the bacterial wilt of the potato has been led between November 2012 and February 2013 on the Penap variety in the perspective to defend *Solanum tuberosum* against the aggressions of *Pseudomonas solanacearum* and to valorize thus potentialities them bactericidal and insecticide that offer *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*. To the results gotten it has been established that the use of the excerpts of *T. vogelii* about 200g leaves in one liter of water on the potatoes during one month stop not only the propagation of the illness but also increase the vigor and is important to prolong the longevity of the plantations reached. As for the use of *N. tabacum* in the treatment of the bacterial withering of the only potato, its mechanical effect against the vector has been found. The association of two plants however was a factor to high risk for the potatoes.

KEYWORDS: Bacterial withering, aqueous excerpts, potato, *Pseudomonas solanacearum*, *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*.

RESUME: L'étude portant sur la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de la pomme de terre a été menée entre Novembre 2012 et Février 2013 sur la variété Penap dans la perspective de défendre *Solanum tuberosum* contre les agressions de *P. solanacearum* et valoriser ainsi les potentialités bactéricides et insecticides qu'offrent *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*. A l'issue des résultats obtenus il a été établi que l'utilisation des extraits de *T. vogelii* en raison de 200g des feuilles dans un litre d'eau sur les pommes de terre pendant un mois peut non seulement arrêter la propagation de la maladie mais aussi augmenter la vigueur et prolonger la longévité des plants atteint dans un champ. Quant à l'utilisation de *N. tabacum* dans le traitement du flétrissement bactérien de la pomme de terre seul son effet mécanique contre le vecteur a été trouvé cependant l'association de deux plantes a été un facteur à haut risque pour les pommes de terre.

MOTS-CLEFS: Flétrissement bactérien, extraits aqueux, pomme de terre, *Pseudomonas solanacearum*, *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*.

1 INTRODUCTION

La Pomme de terre, *Solanum tuberosum*, est une culture typique des régions tempérées, cependant on la cultive aussi sous les tropiques aux altitudes élevées car elle exige des températures élevées de 24°C le jour et 16°C la nuit pour tubériser [1].

En République Démocratique du Congo, comme dans d'autres pays africains *Solanum tuberosum*, est devenu un aliment relativement important pour une certaine couche de la population surtout urbaine [2]. Elle accompagne le haricot, la viande, et d'autres légumes pendant le repas. Ce sont les agriculteurs ruraux qui fournissent les produits agricoles aux différentes villes des pays. Leurs activités doivent attirer une attention particulière des chercheurs.

Dans les pays tropicaux, la pomme de terre est considérée comme aliment de luxe. Elle peut aussi être utilisée en alimentation du bétail. Dans l'industrie elle sert à la fabrication d'aliment, d'alcool, de fécule, etc. [3]. Elle rapporte beaucoup de capitaux aux cultivateurs. Sur le marché public à Bukavu au Sud Kivu, 1kg de pomme de terre coûte 1 dollar américain.

Le progrès de la médecine et l'observation des règles d'hygiène par la population, ont contribué à l'explosion démographique, déjà 7milliards d'individus sur la terre [4], sans accroître les superficies cultivées d'une part et le rendement des cultures d'autre part. En effet, en République Démocratique du Congo, 7^e plus grand pays agricole du monde en terme de potentiel agricole, les surfaces cultivées sont restées les mêmes, seulement 10% du potentiel agricole du pays est exploité [5]. Le défi majeur pour l'agriculteur est de produire des aliments de qualité, en quantité suffisante qui soient accessibles pour assurer la sécurité alimentaire.

Le rendement demeure insuffisant, dans notre région, étant donné l'utilisation des techniques culturales non adéquates, des variétés à faible rendement ou ayant dégénérées et perdues la vigueur au cours des campagnes culturales, l'attaque des plantes par des maladies, des ravageurs et les conditions abiotiques très fluctuantes.

Le Sud Kivu est une région des bonnes terres, mais dans laquelle les plantes cultivées sont plus victimes des maladies virales, bactériennes, mycosiques, parasitaires ainsi que des ravageurs. A cause des conditions environnementales favorables, les bioagresseurs des plantes s'y développent largement.

La pomme de terre qui occupe une place de choix dans l'alimentation et l'économie des ménages est menacée par des maladies qui abaissent significativement son rendement [6]. Le flétrissement bactérien dû à la bactérie *Ralstonia solanacearum* (syn. *Pseudomonas solanacearum*) est l'une des plus graves maladies de la pomme de terre intervenant dans de nombreux pays [7]. Dans les pays en développement, les *Pseudomonas* causent des pertes économiques sur les cultures comme *Arachis hypogea*, *Solanum tuberosum*, *S. lycopersicum*, *S. melongena* et *Musa spp*, selon Ramenant en 2010 [8]. Dans notre Pays, deux maladies limitent la production de la pomme de terre entre autre le mildiou causé par *Phytophthora infestans* et la bactériose causée par *Ralstonia solanacearum* [9] et par conséquent l'agriculteur perd son énergie en travaillant et ses investissements sont voués à l'échec.

Au sud Kivu, des champs de pomme de terre perdent toute la production suite aux agressions des bactérioses [10]. La plupart n'ont pas de traitement curatif, surtout la bactériose causée par *Pseudomonas solanacearum* (Syn. *Ralstonia solanacearum*) pour laquelle il n'y a pas de produit chimique pour lutter contre ses agressions [11]. On doit donc essayer d'éviter qu'elle se présente et/ou se propage dans le champ.

Les moyens de lutte préventive sont : arracher les plants malades et les brûler hors du champ, ne pas prendre la semence sur les plants voisins de celui qui était malade et respecter la rotation culturale en fonction des campagnes [6]. Actuellement les études sont en cours au CIP (Centro International de la Papa) au Pérou sur la résistance de la pomme de terre aux principales maladies, en particulier la résistance aux *Pseudomonas solanacearum* [1].

Dans la perspective de combattre les ravageurs et les maladies de la pomme de terre dans la région du Sud Kivu, cette étude envisage d'essayer l'utilisation des principes actifs d'autres plantes. C'est pourquoi, connaissant que certaines plantes sont réputées bactéricides, fongicides et insecticides, ne seraient-elles pas une solution pour les agriculteurs paysans qui assistent impuissamment à la mort de leur plants juste pendant la floraison ? C'est ainsi que *Nicotiana tabacum*, une plante réputée insecticide et fongicide [12] et *Tephrosia vogelii*, une plante bactéricide et insecticide ([13], [14]) ont été choisies pour les essais de lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de la pomme de terre, une des maladies plus dévastatrices de la pomme de terre dans la région. La résistance de cette bactérie, les pertes enregistrées en cas d'attaque, la disponibilité de la variété *Penap*, très vulnérable à cette maladie [6], les avantages qu'offre la pomme de terre dans l'économie et dans l'alimentation, demandent qu'on s'attache à chercher des solutions afin d'augmenter le revenu rural.

Les différentes molécules comme la degueline isomère de roténone, $C_{23}H_{22}O_6$, la tephrosine isomère de toxicarol $C_{23}H_{22}O_7$, les substances toxiques comme la vogeline, la toxipherol, la rutine, la vogetine, l'hydrodegeuline et d'autres produits toxiques contenus dans *Tephrosia vogelii* [13] et les différentes huiles ayant un pouvoir bactéricide et toxique [15] en association avec la nicotine et d'autres composés du tabac pourraient agir sur l'agent du flétrissement de la pomme de terre.

C'est aussi dans la perspective de valoriser les ressources naturelles locales, de protéger les cultivateurs et l'environnement contre les graves problèmes auxquels l'application des pesticides de synthèse les expose [16] que l'utilisation des extraits organiques a été envisagée dans cette étude.

Les feuilles des *N. tabacum* et *T. vogelii* cueillies ont été pesées, lavées à l'eau propre, égouttées, pilées, mélangées à l'eau puis filtrées pour obtenir des extraits totaux à appliquer sur les plants de pomme de terre variété Penap chaque matin et soir à la même heure pendant cinq semaines.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODE

L'essai a été réalisé du 1^{er} novembre 2012 au 13 février 2013 au terrain des essais de l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires de Mushweshwe situé à 02°18'47''8 Latitude Sud et 028°53'25''9 Longitude Est à 1503,5m d'altitude à Kabare Nord au Sud Kivu. (GPS map 76 marque GARMIN n° S/N 221734558 copyright 2009, made in Taiwan). Ce terrain est un sol neutre légèrement alcalin, de pH = 7,6 et de KCl = 6,7 ; dont la minéralisation de carbonate est rapide, le rapport C/N = 9,0%, sa teneur en magnésium est très élevée (17milliéquivalent par 100grammes) ainsi qu'en calcium 38 milliéquivalent par 100grammes. C'est un sol composite dont le potentiel de fertilité est moyennement bon. (Analyse faite à l'Institut National d'Etudes et Recherches Agronomiques Mulungu, Novembre 2012).

A part les matériels de labour, de sarclo-binage, de peser et de pulvérisation, pour réaliser cet essai trois matériels biologiques utilisés sont :

- La Pomme de terre, *S. tuberosum*.

La semence utilisée, c'est la Pomme de terre, variété Penap. Elle était fournie par un paysan cultivateur de Kavumu en 2011. Elle a été semée dans le champ des essais en 2011 et il a été constaté que la semence était malade. Cette semence fut semée dans un autre champ en février 2012 pendant la campagne B et la même maladie est réapparue de façon agressive. C'était le flétrissement bactérien dû à *P. solanacearum*. Tout le diagnostic a été rendu possible par les directives contenues dans le livre « Sélectionnez le meilleur » [11]. La semence récoltée malade été gardée afin d'y mener cette étude.

- *Tephrosia vogelii*,

Arbuste robuste à port buissonnant de 2 à 3 m de haut, existant à l'état sauvage dont les feuilles sont d'une vingtaine de centimètres. Son screening phytochimique révèle la présence des composés ayant des propriétés bactéricide et insecticide ([13], [14] et [17])

- *Nicotiana tabacum*

Le tabac est une solanacée souvent utilisé comme insecticide et fongicide ([12], [18]).

Il a été associé au traitement pour lutter contre les vecteurs des bactéries et aussi vérifier quel serait son effet sur la bactériose de la pomme de terre. Selon JOEP [19] la lutte contre les maladies bactériennes vise aussi à éliminer les insectes qui propagent éventuellement la maladie à la nouvelle plante. C'est ce qui justifie en partie le choix porté sur le tabac car il est souvent utilisé comme insecticide.

Le dispositif expérimental et la plantation ; après les labours de 15m², le premier champ a été subdivisé en quatre parcelles distantes de 0,5m l'une de l'autre et chacune mesurant 3,75m² de surface. La première parcelle T0 est le témoin qui n'a reçu aucun traitement. Les trois autres parcelles T1, T2 et T3 ont reçu respectivement les extraits de *N. tabacum*, de *T. vogelii* et de l'association de deux en proportion égale. Un autre dispositif expérimental avec des dimensions et des traitements identiques a été répété sur un deuxième champ distant de 60m du premier. La plantation consistait à la mise en terre de 15 tubercules par parcelle aux écartements de 40X50cm en raison tubercule par poquet à une profondeur comprise entre 5 et 10cm. La parcelle utile était cette surface effectivement occupée par les 15 pieds de pomme de terre.

Le produit a été préparé en prenant 200g des feuilles pilées pour chaque plante, puis solutionnées séparément dans un litre d'eau et filtrées. Pour la solution d'un mélange de deux plantes dans un litre, 100g des feuilles par plante ont été cueillies. Lors des travaux préliminaires, la concentration de 200g de feuilles dans un litre d'eau semblait donner un bon résultat par rapport aux autres c'est pourquoi elle a été retenue pour l'essai proprement dit.

Le traitement dans tous les deux champs avait commencé juste à l'apparition des premières attaques le 8 décembre 2012 qui se sont caractérisés par un flétrissement des feuilles sans jaunir et une fanaison pendant la journée. A la tombée de la nuit, les feuilles reprenaient leur turgescence. Pendant cinq semaines, chaque jour matin et soir les produits étaient pulvérisés au niveau du collet de chaque plante en raison de 0,125 litres de produit, ainsi chaque parcelle recevait 3,75 litres par jour donc 1,875 litres matin et soir.

Les paramètres suivants ont été observés tout au long de l'expérimentation : - nombre des plants flétris et leur vigueur pour évaluer l'évolution de la maladie ; - la durée de survie des plantes malades par rapport à l'effet du traitement, 5 plants malades par parcelle ont été numérotés et suivies pour cette fin ; - le rendement et - la durée de contamination entre plants voisins. Cette durée de contamination ne prend pas en compte la période d'incubation car l'expérience est in situ et il n'y a pas d'équipement nécessaire à la disposition pour déterminer la période car elle nécessite d'isoler la bactérie et de l'inoculer pour déterminer le temps d'incubation. Ainsi la durée de contamination entre deux plants voisins considérée dans ce travail prend court à partir de l'apparition des premiers signes de la maladie.

Pendant l'essai, un plant qui présenterait les signes des dégâts des ravageurs et les symptômes caractéristiques des pathologies autres que le flétrissement bactérien comme l'alternariose, le mildiou, les viroses, devait directement être arraché et brûlé hors de la parcelle. C'est pendant dans les champs d'essai aucun cas de ces pathologies n'a été signalé pendant la période d'étude.

L'analyse préliminaire n'a pas révélée des différences entre les résultats de deux champs mais des différences entre les traitements. Ainsi, les résultats chiffrés dans ce travail sont les moyennes pour chaque paramètre observé dans les deux champs par traitement.

Pour traiter les résultats, le test d'analyse de la variance a été faite par les logiciels EPI INFO 3.5.1. Etant donné que les plants étaient exposés aux extraits totaux de *N. tabacum* et *T. vogelii*, il fallait arriver à dégager l'effet de chaque traitement sur l'évolution du flétrissement bactérien de la pomme de terre due au *P. solanacearum*. Ce qui implique le choix du test épidémiologique : ODDS RATIO ou Cote d'exposition selon [20] dont la formule est :

OR = a.d/b.c où **OR** = Odds ratio ; **a** = cas traités devenus malades ; **b** = cas traités restés non malades ou guéris ; **c** = cas non traités devenus malades et **d** = cas non traités restés sains.

L'incidence, correspondant au nombre des plants malades par rapport au nombre des plants enquêtés, a été calculée par

la formule
$$(I) = \frac{\sum_{t-1}^n P_t}{N} \times 100$$
 Avec P_t = Nombre de pieds malade à la période de contrôle,

N = Nombre total de plant de la parcelle.

Les premiers signes de flétrissement sont apparus à la quatrième semaine qui a marqué aussi le début de la floraison dans toutes les parcelles. A cette même semaine le traitement a immédiatement commencé.

3 RESULTATS

Les résultats de traitement du flétrissement bactérien de la Pomme de terre par les extraits totaux de *N. tabacum* et *T. vogelii* sont consignés dans les tableaux ci-dessous 1, 2, 3. Le tableau 1, indique l'évolution de la fréquence moyenne des nouveaux cas des plants flétris par semaine selon chaque traitement pendant la période de l'essai.

Tableau 1. Moyennes de plants de pomme de terre flétris par semaine et par traitement

Traitement ↓	Nombre des plants malades par semaine							Moyennes des plants par champ		
	3 ^e : semaine après semi	4 ^e : début du traitement	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e semaine traitement	fin	Malades	sains	Total général
T0 : pas de traitement	0	1,5	2	3	2,5	4		13	2	15
T1 : <i>N. tabacum</i>	0	3	2,5	2	1,5	1		10	5	15
T2 : <i>T. vogelii</i>	0	3	1	1	0	0		5	10	15
T3 : <i>Tephrosia</i> + <i>Tabac</i>	0	2,5	4,5	3	2	2		14	1	15

De ce tableau il ressort que dans toutes les parcelles y compris celles qui n'avaient pas été exposées au traitement il y a eu augmentation du nombre des plants malades de façon continue sauf pour le traitement au *T. vogelii* où on remarque l'arrêt total de l'apparition des nouveaux cas à partir de la 7^e semaine après semi dans les deux champs.

L'incidence moyenne du flétrissement bactérien dans cet essai est de 93,3% dans les parcelles où les pommes de terre ont reçu le traitement associant Tephrosia et Tabac, de 86,5% dans les parcelles n'ayant reçu aucun traitement, de 66,6% dans celles qui étaient traitées au tabac et de 33,3% pour les pommes de terre qui étaient traitées au *T. vogelii*. L'incidence est alors forte dans les parcelles témoins, les parcelles ayant reçu le mélange tephrosia-tabac et faible dans celles ayant reçu uniquement les extraits de tephrosia.

De l'analyse faite, il ressort que le traitement à base de *N. tabacum*, pour lequel OR = 0.3 est un facteur à faible protection de la pomme de terre contre les agressions de *P. solanacearum*. Par contre, le traitement au *T. vogelii* (OR = 0.076) est un facteur protecteur de la pomme de terre contre les effets néfastes de *P. solanacearum* car il a agit positivement dans les parcelles. Quant aux parcelles dont les plants ont été traités par une solution mélangeant les extraits de deux plantes (OR= 2) on a trouvé que l'application de cette association est un facteur à haut risque dans un champ de pomme de terre.

En rapport avec la longévité des Pommes de terre, une différence entre les moyennes de temps de survie des plants atteints a été observée dans l'essai. Les plantes malades non traitées (14,6jours Ecart type 1,1) et celles traitées au *N. tabacum* (20,2jours Ecart type 3,4) et/ou au *N. tabacum* associé au *T. vogelii* (6,4 jours Ecart type 1,9) ont une durée moyenne de survie inférieure à un mois. Pour ce qui est des plants malades traitées au tephrosia, la longévité peut aller à plus d'un mois soit en moyenne 46,5 jours (écart type = 9.6)

En comparant les différentes moyennes des durées de survie des plants qui ont reçu les trois traitements au témoin qui n'a reçu aucun traitement, l'analyse des variances se présente comme suit dans le tableau combiné des résumés d'ANOVA ci-dessous.

Tableau 2 : Les résumés de l'ANOVA de Comparaison de la longévité des plants traités au tabac, au tephrosia et au mélange des extraits de deux plantes et les plants témoins

Comparaison	Tabac – témoin				Tephrosia – témoin				Tabac avec tephrosia – témoin			
	Df	Ss	MS	FS	Df	Ss	MS	FS	Df	Ss	MS	FS
Entre les traitements	3	4,7	1,56	3,13	3	366,7	122,2	27,1	3	3,78	1,26	0,96
Entre les plantes de pomme de terre	1	0,5	0,5		1	4,5	4,5		1	1,3	1,3	
Total	4	5,2	Signification HS		4	371,2	Signification HS		4	5,08	Signification HS	
	P. value = 0,3884				P. value = 0,13				P. value = 0,51			
Df= degré de liberté, Ss= sommes des carrés, MS = carrés moyens, FS = fréquence observée HS= Hautement significative												

Etant donné que toutes les valeurs des probabilités 0.3884, 0.13 et 0.51 respectivement pour le tabac, le tephrosia et le mélange tabac+tephrosia comparés au témoin sont supérieures à la probabilité 0,05, ça signifie qu'il n'y a pas d'association entre la durée de survie des plants malades, donc la différence est hautement significative. Après quatre mois, la récolte des pommes de terre a été faite et le résultat obtenu est consigné dans le tableau 3. Toute la récolte a été pesée en kilogramme par parcelle.

Tableau 3 Production moyenne de la pomme de terre traitée par tephrosia et tabac contre le flétrissement bactérien par parcelle

Traitement par parcelle	Production de pomme de terre (en kg)
T0 : aucun traitement	1
T1 : <i>N. tabacum</i>	1,5
T2 : <i>T. vogelii</i>	3
T3 : <i>Tephrosia et Tabac mélangés</i>	0,1

De ce tableau relatif à la production, il ressort que le traitement aux extraits de *Tephrosia* influe positivement sur la production. Ce médicament aurait renforcé la vigueur des plants malades et serait à la base de la prolongation leur durée de survie. C'est ce qui aurait fait que beaucoup de pommes de terre, dans les parcelles traitées au *T. Vogellii* étaient arrivées à la maturité et leur rendement par parcelle était supérieur.

4 DISCUSSION

Les résultats montrent que l'application des extraits de *T. vogellii* dans le traitement des pommes de terre contre les agressions de *Pseudomonas solanacearum* aurait non seulement limité l'apparition des nouveaux cas malades après trois semaines de traitement (tableau 1) mais aussi augmenté la vigueur des plants de pomme de terre malades qui sont arrivés au stade de maturité. C'est sa composition chimique renfermant des composés bactéricides ([13], [14], [15] et [17]) et son importance agricole comme fertilisant organique [21] qui expliqueraient ces effets. La limitation des agressions de la bactériose dans le champ est un effet particulièrement intéressant, car comme le soutient Wilboux [17], les aphides (pucerons agent de la dissémination des bactéries et virus) sont très sensibles à l'action de contact d'aspersion à base des extraits de tephrosia alors que les larves de syrphidés, prédatrices des pucerons ne sont nullement affectées aux concentrations usuelles. Le tabac serait considéré comme facteur limitant la propagation de la maladie dans le champ par le refoulement des agents vecteurs de la bactérie comme les insectes (pucerons et cicadelles) qui peuvent disséminer la bactérie [22] mais n'empêche pas à cette dernière d'agresser les plants de pomme de terre. Bien que la nicotine soit de l'ordre de la téphrosine [17] elle n'aurait pas agi sur la bactérie car elle n'est pas bactéricide.

Malgré le traitement aux extraits de deux plantes mélangées, il a été observé l'apparition continue de la maladie suivie de la mort des plants. Ceci serait dû au choc d'intoxication ayant conduit à la vulnérabilité des plants de pomme de terre car les deux plantes utilisées dans le traitement auraient probablement des composés antagonistes ou incompatibles qui agiraient négativement sur la santé de *S. tuberosum*. Car non seulement les signes de la maladie étaient présents et rependus mais aussi la mort était rapide. Comme le souligne [17], la téphrosine de tephrosia est de l'ordre de la nicotine du tabac ce qui expliquerait en partie ce choc observé dans l'association malgré les quantités équilibrées. Mais aussi, LEFEVRE soutient que l'activité d'une drogue végétale ne saurait se résumer à celle d'un de ses principes actifs pris isolément [12].

De ce fait le traitement aurait influé sur la durée de survie des plants de pomme de terre souffrant de flétrissement bactérien. Tous les traitements, qu'ils soient à base du tabac ou du tephrosia, ont eu un impact considérable sur la durée de vie par rapport au témoin. Le traitement à base de l'association Tephrosia et Tabac (P. value 0,13) a abaissé significativement la longévité, c'est donc un facteur à haut risque et le traitement au Tephrosia seul (P. value 0,51) a augmenté significativement la longévité des plants attaqués. Ce qui implique que dans une pratique culturale, un produit qui renforce la vigueur de la plante cultivée est élective dans la lutte intégrée contre les bios agresseurs car ils contribuent à renforcer sa résistance ou sa tolérance contre ses ennemis naturels [23]. La sensibilité d'une bactérie est fonction à la fois de la nature de la substance et du germe visé, de l'état de sante générale de la plante, des pratiques culturales, des conditions du milieu ([24], [25]) ce qui veut dire que les souches de *Pseudomonas sp* dans la région devraient être identifiées et caractérisées pour les tester en présence de Tephrosia ou d'autres plantes de la région et déterminer les doses létales pour chacune. L'objectif étant de réduire au seuil minimum le potentiel d'infection de l'agent pathogène et permettre ainsi de limiter le plus possible le risque d'une contamination des champs. L'atteinte de cet objectif constitue une assurance dans la lutte intégrée.

Cependant, comparativement au rendement à l'hectare, nous remarquons qu'il y a eu chute de rendement car en régions d'altitude le rendement de la pomme de terre est de 20 à 25 tonnes par hectare [3] mais dans cet essai pour la parcelle témoin 2,66 tonnes par hectare seraient produits, la parcelle traitée aux extraits de tabac environs 4 tonnes, celle traitée au tephrosia 8 tonnes, avoisinant ainsi la production des zones tempérées [9]. Les parcelles qui ont reçu le traitement de *Tephrosia et Tabac* mélangés ont produit environs 0,26 tonnes par hectares. Cette production se rapproche de celle trouvée par RUBABURA et BOUWE à Kabare et Kalehe (Sud Kivu) dans les champs des pommes de terre attaqués par des maladies et ravageurs qui ont eu une production nulle [10]. Ce qui veut dire qu'on pourrait envisager le traitement sur les variétés qui présentent une certaine résistance comme CRUZA148, N'SIMIRE, KINJA, SANGEMa, ENFULA et GAHINGA recommandées par le Service National de Semence (SENASA) afin de maximiser le rendement [9].

Au vu de ce résultat, il serait souhaitable de traiter les semences ou de commencer le traitement de plants avant l'apparition des symptômes d'attaque si la semence a été malade sans mettre de côté la rotation des cultures [1] et comme recommandé par d'autres chercheurs, il faudrait créer et utiliser des variétés résistantes[6].

5 CONCLUSION

Le travail sur la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de *Solanum tuberosum* par les extraits de *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum* avait pour objectif d'évaluer l'effet des extraits des plantes bactéricides sur les agents pathogènes de la pomme de terre afin de proposer des moyens de lutte et chercher à résoudre le problème phytosanitaire dont elle est victime. L'essai a été réalisé dans la première campagne ou saison A de 2011-2012 dans deux champs d'essai de l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires Mushweshwe.

Après la préparation du terrain, la variété Penap qui était infectée de la bactériose a été directement mise en terre. Dans le traitement des pommes de terre aux doses de 0.125ml par pied, le comptage des plantes malades ainsi que la durée de survie de ces plantes ont été faits. A la fin de tous les traitements, toutes les parcelles ont été récoltées séparément en fonction des parcelles selon que *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum* ont été utilisés.

A l'issue des résultats obtenus, il se dégage que : Les extraits de *Tephrosia vogelii* aurait limité la propagation de la bactériose dans le champ de pomme de terre et assurée la longévité des plants atteints en leur augmentant la vigueur et en rendant nulle l'attaque à partir de trois semaines de traitement par les principes bactéricides et insecticides contenus dans les feuilles. Et c'est aussi un fertilisant. Les extraits de *Nicotiana tabacum* aurait joué un rôle préventif en refoulant les vecteurs mais le tabac lui-même étant victime de la bactériose n'a pas agi directement sur la bactérie car les plants atteints n'ont pas dépassé 21 jours après la floraison malgré le traitement par ces extraits. Le traitement associatif, c'est-à-dire *Tephrosia* mélangé au Tabac aurait conduit à l'intoxication des plantes et cela où il y a eu très peu de jours de survie des plantes et les effets remarquables amènent à demander aux agriculteurs de ne pas tenter l'association des extraits de ce deux plants dans la lutte contre la bactériose de la pomme de terre.

Ainsi, l'utilisation de *Tephrosia* peut permettre au cultivateur de réduire la maladie et de produire de Pomme de terre. Le choix des variétés résistantes aux *Pseudomonas*, et l'application de *Tephrosia vogelii* comme bactéricide, insecticide et fertilisant sont des moyens de la lutte intégrée pour augmenter le rendement de la pomme de terre malgré l'attaque des *Pseudomonas*. Toute fois le genre ***Pseudomonas*** referme des souches dévastatrices des cultures dans notre région et devrait attirer l'attention des scientifiques. C'est pourquoi, isoler et caractériser les différentes souches de cette bactérie Gram négatif dans la région et y appliquer différents tests notamment le test d'antibiogramme pour élucider l'effet des différentes molécules de *Tephrosia vogelii*, et/ou autres substances naturelles pour en déterminer les concentrations létales serait important.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement Madame AIMEE MAPENZI pour le financement des travaux et les étudiants BARHAKENGERA BAHATI et OMBENI BAFURUME pour leur participation active dans la collecte des plantes et la préparation des solutions.

REFERENCES

- [1] ANONYME, *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRIT, Ministère Français des affaires étrangères, 2009.
- [2] ANONYME, *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRIT, Ministère Français des affaires étrangères, pp1691, 2006.
- [3] NYABYENDA P., *Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique*, Ed. CTA, Wageningen, Pays-Bas, pp238, 2006.
- [4] UNFPA, *Etat de la Population mondiale*, Rapport de la Division de l'information des relations extérieures de Fonds des Nations Unies pour la population, 2011.
- [5] ANONYME, *Projet de code agricole en République Démocratique du Congo*, Ministère de l'Agriculture, Pêche et Elevage, pp38, 2012.
- [6] NOVAK M. et DUGAUQUIER F., *Produisons des semences de pomme de terre de qualité*, Ed. Dayabs, Prapace, Gisenyi, pp99, 1991
- [7] SIDOUKU DJERMAKOYE SEYNP R., SIHACHAKR D., LEROUX A.C., SERVAES A., ÀMBROISP A, JOUAN B., ELLISSECHE D. et DUCREUX G., *Etude de la résistance in vitro à ralstonia solanaoearum chez six hybrides somatiques de pomme de terre (solanum tuberosum L.) et leurs parents*. In Rev. CAMES ~ Série A, Vol 03, pp75-80, 2005.
- [8] Owoseni A. A. and Sangoyomi T. E., *Effect of Solvent Extracts of Some Plants on Ralstonia solanacearum in British Microbiology Research Journal 4(1): pp 89-96, 2010*

- [9] FAO, 2009. *Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, République Démocratique du Congo*, Projet FAOTCP(RDC) 3104. pp67, 2013.
- [10] RUBABURA KITUTA JA. et BOUWE NASONI G., *Rapport de la ronde phytosanitaire sur la culture de la pomme de terre au sud Kivu kajeje (Kabare nord), kizi-kalungu,mutuza-numbi, kabingo-numbi (Kalehe nord), bushaku, mumba (Kalehe sud) et au nord Kivu lwizi, ngungu, karuba, ruzintaka (masisi) durant la période de mai a décembre 2011*, in Revue du CRSN-LWIRO, 2012.
- [11] GILDEMARCHE P., DEMO P., KINYAE P., WAHIU M., NYONGESA M. ET ZSCHOCKE T., *Sélection positive visant à améliorer la qualité des plants de pommes de terre produits à la ferme, Manuel de l'animateur* ; Ed. CTA, Wageningen, Pays Bas. 2007.
- [12] LEFEVRE Ph. J., *Pharmacologie des alcaloïdes mineurs du tabac*, SemHop Paris. Pp2424-2432, 1989.
- [13] ELOUARD JM, DEJOUT C, et TROUBAT JJ, *Action de Tephrosia vogelii (leguminosae) employé dans les pêches traditionnelles sur les invertébrés benthiques de la maraoue (Cote d'Ivoire) dans la revue hydrobiologie tropicale 15 (2) pp177-188, 1982.*
- [14] LAMBERT M., TROUSLOT MF, NEF-CAMPA C, CHERSTIN H., *Production of rotenoids heterothrophic and photomixotrophic cell cultures of Tephrosia vogelii. Phytochem 34, pp1515-1520, 1993.*
- [15] MIZANGI K, KAYA AM, KANSIIME F, TABUTI JRS, SAMVURA B, and GRAHL NIESLEN O. *Fatty acid composition of seed oils from selected wild plants of Kahuzi-Biega National Park and surroundings, Democratic Republic of Congo*, in African journal of science vol 5(4) pp219-226, 2011.
- [16] YOUDEOWEI A., *La lutte intégrée en production des plantes à racines et tubercules et des bananiers plantains*, Guide du vulgarisateur de la lutte intégrée-3, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana et GTZ, CTA, PP. 47, 2004.
- [17] WILBAUX RENE, *Composition et Propriétés Toxiques des Graines et des Feuilles de Tephrosia Vogelii.Hooke. f.. In: Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale. 14e année, bulletin n°160, 1934*
- [18] MARIANNE B.S, ANNE S.P., SANDRA A.B.R., LEO S.M., PETER J.M. et BEN J.C., *Only specific tobacco (Nicotiana tabacum) Chitinases and β 1-3 Glucanases exhibit antifungal activity*, in Plant physiology, 101, The Netherlands pp 857-863, 1993.
- [19] JOEP VAN LIDTH DE J., *Identification des dégâts causés aux cultures*, Ed. CTA, Wageningen, Pays Bas dans série-Agrodok, 2004.
- [20] BOUYER J., HEMON D., CORDIER S., DERRIENNIC F, STUCKER I., STENGEL B. ET CLAVEL J., *Epidémiologie : Principes et Méthodes quantitatives*. Ed. TEC et DOC rue Lavoisier Paris pp498, 2009.
- [21] DUPRIEZ H, SILAS N. et COLIN J., *Champs et jardins sains ; lutte intégrée*, éd. Terre et Vie Belgique. pp238, 2001.
- [22] www.plantedepomedeterre.org, 2013
- [23] RENO A. et DEGUINE JP., *La protection contre les maladies et les ravageurs*, CIRAD, 2008.
- [24] PRIOR P. et BERAMIS M., *Induction de la résistance au Flétrissement Bactérien due à Pseudomonas solanacearum FF Smith chez un cultivar de tomate réputée sensible*, INERA, Pathologie Végétale, France pp 391-401, 1990.
- [25] ANONYME, *Lutte contre le feu bactérien en suisse*, Rapport du Conseil fédéral, postulat de 2007(073511), 2007.