

Impact du pH du sol sur la flore adventice associée à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivée dans l'hinterland de Lubumbashi, RD Congo

[Impact of soil pH on the weed flora associated with common bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the hinterland of Lubumbashi, DR Congo]

Assani Bin Lukangila Mick¹, Kalombo Katwebe Karine², Kirika Ansey Bibich¹, Nsenga Nkulu¹, Mwangalalo Alal¹, Ekondo Okese Augustin¹, Ilunga Tshibingu Meschac³, Ilunga Maloba Maki³, Mayuke Katshongo Jean Paul⁴, and Kanyenga Lubobo Antoine¹⁻⁵

¹Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

²Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Likasi, BP 1946, Likasi, RD Congo

³Antenne légumineuses, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, BP 224, Station de Kipopo, RD Congo

⁴Département de Mathématique, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

⁵CIAT (Harvest Plus) Centre International de l'Agriculture Tropicale, Bukavu, 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: Weeds in our cultures are a constraint for farmers, which as far as possible combine a lot of effort to eradicate them. In addition to this aspect of nuisance, weeds could also be used for the prediction of soil fertility. Thus a floristic inventory study was conducted successively in 12 fields in the hinterland of Lubumbashi left on road 2axes: Kasumbalesa and Kipushi. Soil samples were collected in the forties randomly placed in the fields and then analyzed in the laboratory in order to identify the pH. The varied multi analyzes (PCA) have established a significant and positive correlation between the variables studied which would explain the invasion of the common bean culture despite the interventions of weeding. 24 species grouped into 7 families and 5 biological types including: therophytes 66.66%; Geophytes 12.5%; 8.33% hemicryptophytes, chamaephytes and finally Nanophanérophytes 4.16% proved tolerant of the pH tested (4.9 to 6.77) with (5.83) as an average value which allows farmers to have information not only in relation to different biological types defined but also on the distribution of weeds in relation to soil pH to ensure a good crop management by a successful weed management.

KEYWORDS: floristic inventory, soil fertility, farmers, hinterland of Lubumbashi.

RESUME: Les mauvaises herbes dans nos cultures constituent une contrainte pour les paysans, lesquels dans la mesure du possible conjuguent beaucoup d'efforts afin de les éradiquer. Outre cet aspect de nuisance, les mauvaises herbes pourraient aussi être utilisées pour la prédiction de la fertilité du sol. C'est ainsi qu'une étude d'inventaire floristique a été menée successivement dans 12 champs de l'hinterland de Lubumbashi repartis sur 2axes routiers : Kasumbalesa et Kipushi. Des échantillons de sols ont été collectés au sein des quadras placés aléatoirement dans les champs puis analysés au laboratoire en vue de dégager le pH. Les analyses multi variées (A.C.P) ont permis d'établir une corrélation significative et positive entre variables étudiées ce qui expliquerait l'envahissement de la culture de haricot commun malgré les interventions de sarclages. 24 espèces regroupées en 7 familles et 5 types biologiques dont : les thérophytes 66,66% , Géophytes 12,5% , Chamaephytes

et Héli cryptophytes 8,33% enfin les Nanophanérophytes 4,16% se sont révélés tolérantes face aux pH analysés (4,9-6,77) avec (5,83) comme valeur moyenne ce qui permet aux paysans d'avoir des informations non seulement en rapport avec les différents types biologiques définis ,mais aussi sur la distribution des adventices par rapport au pH du sol en vue d'assurer une bonne conduite de la culture par une gestion réussie de l'enherbement.

MOTS-CLEFS: inventaire floristique, fertilité du sol, paysans, hinterland de Lubumbashi.

INTRODUCTION

En zone tropicale humide, une pression démographique grandissante et une demande de production agricole accrue ont conduit à une diminution du temps de jachère. Il s'ensuit une baisse de la fertilité des sols et un rapide développement des mauvaises herbes qui devient difficilement contrôlable [1]

Les contraintes à la production sur les sols ferrallitiques sont essentiellement dues à leur acidité et à leur faible capacité d'échange, souvent à l'origine des carences en éléments nutritifs majeurs comme le Potassium. D'autre part, les paysans déjà dépourvus de ressources financières enregistrent, après chaque saison, de chutes considérables de rendement. De plus, les mauvaises herbes viennent exacerber la modicité de la production en concurrençant les plantes cultivées dans leur nutrition minérale [2]. Cependant comme pour les autres communautés végétales, la composition de la flore adventice est dépendante des conditions pédoclimatiques, les racines des cultures sont le point d'entrée des éléments nutritifs à partir du sol et l'absorption des éléments nutritifs par la plante à partir du sol est affectée par plusieurs caractéristiques du sol. Une caractéristique clé de l'environnement chimique des racines des plantes dans tous les sols est la réaction du sol, qui est mesurée comme pH : Plus la valeur du pH est basse, plus le sol est acide et inversement, plus la valeur du pH est élevée, plus le sol est alcalin[3] car selon[4]au plan chimique , le sol est avant tout source d'ions indispensables pour les plantes cet aspect permet de définir la qualité du sol d'abord comme son aptitude à fournir à l'ensemble de la biomasse et en particulier aux plantes , un milieu propice à leur développement. Ainsi hormis l'aspect relatif à l'inventaire floristique au sein des différents relevés phytosociologiques, cette étude vise à ressortir si la présence des adventice serait- elle due à l'influence non négligeable du pH du sol ?

MILIEU MATERIEL ET METHODE

La présente étude a été menée dans 12 villages repartis sur 2 axes routiers se reliant à la ville de Lubumbashi. De ce fait partant de Lubumbashi vers Kipushi 4 villages ont été choisis : Mimbulu, Kaniameshi, Mukwato, Kasombo et de Lubumbashi vers Kasumbalesa 8 villages ont été choisis : Lumata, Mwahiseni1, Mwahiseni2, Manpa, Muntumpeke, Kimon1, Kimono2. Sur **la figure1** les différents sites sont représentés par le traçage jaune-foncé montrant les emplacements ou l'alignement de ces derniers. Outre les noms, chaque site différencié d'un autre par des points distants entre eux caractérisant les coordonnées GPS détaillées dans **le tableau 1** et par rapport au traçage, dans sa partie droite du traçage c'est la ville de Lubumbashi avec comme coordonnées géographiques (12°04 '7.92''S, 27°30'55.92''E, 5255m)

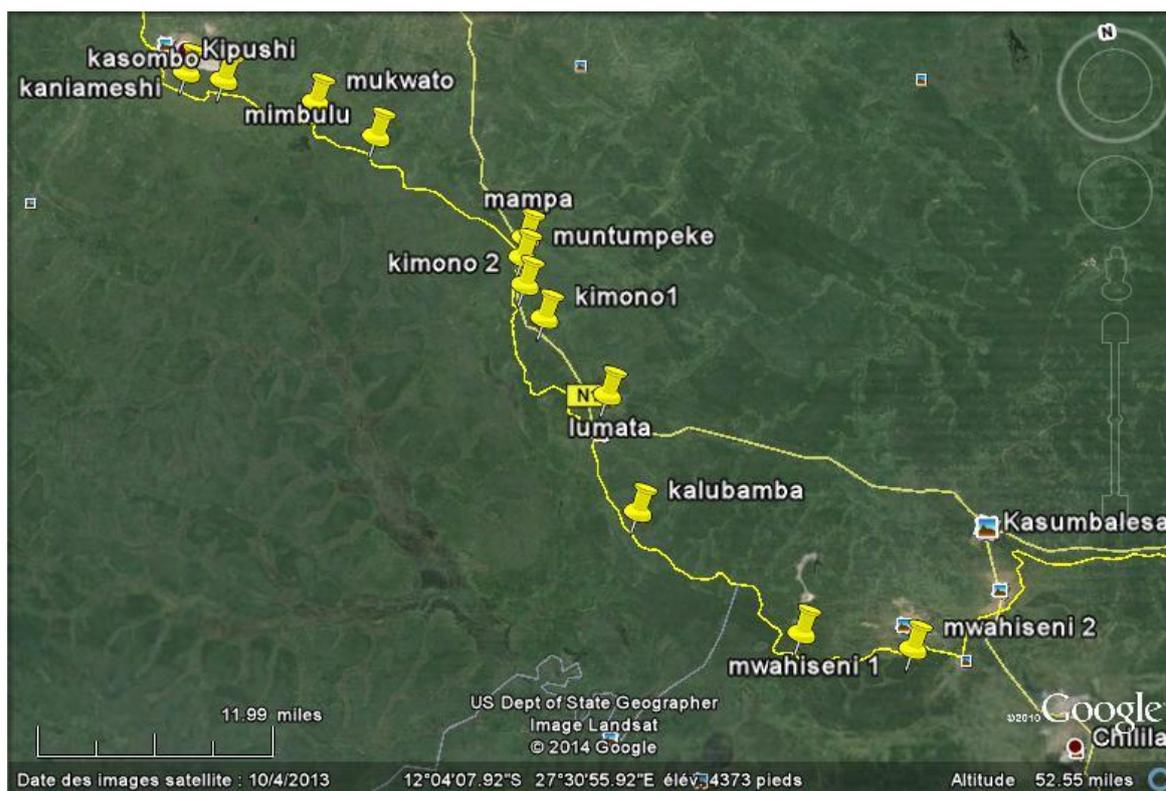


Figure1. Carte de la zone d'étude : Le traçage jaune-foncé définit le contour de la zone d'étude (Google health)

Tableau 1. Coordonnées géographiques des villages (champs) investigués pour l'inventaire floristique sur axe Kasumbalesa et Kipushi.

Axe Kasumbalesa	Villages(Sites)	Coordonnées géographiques		
		Latitude	Longitude	Altitude
	Lumata	12°5'56.24"S	27°38'58.51"E	1260m
	Kalubamba	12°2'20.26"S	27°23'53.11"E	1260m
	Mwahiseni 1	12°2'21.16"S	27°29'56.29"E	1260m
	Mwahiseni 2	12°2'20.26" S	27°23'53.11"E	1260m
	Mampa	12°8'7.46" S	27°40'49.83"E	1225m
	Muntumpeke	12°5'28.78" S	27°40'14.13"E	1254m
	Kimono1	12°5'55.56" S	27°38'58.7" E	1260m
	Kimono2	12°6'12.11" S	27°38'39.33"E	1256m
Axe Kipushi	Minbulu	11°42' 51.5''S	27° 20' 18.9''E	1200m
	Kaniameshi	11° 45'28.8''S	27° 16' 13.3'' E	1321m
	Mukwato	11° 40'41.1''S	27°19' 12.2'' E	1276m
	Kasombo	11° 40'36.2'' S	27° 19' 08.6'' E	1282m

Les conditions climatiques ayant prévalu pendant la saison culturale étaient marquées par des fluctuations affectant tous les paramètres dont : la température, les précipitations, le nombre de jours de pluies et l'humidité relative. En effet, au cours de la saison culturale les valeurs élevées pour tous les paramètres étaient observés au mois de Février (voir tableau2). En revanche les faibles valeurs ont été observées au mois d'avril et d'après [5] le climat de la ville de Lubumbashi et ses environs est tropical sec avec une alternance de deux saisons. La saison sèche, qui s'étend du mois d'avril au mois d'octobre, et la saison pluvieuse, qui va du mois de novembre au mois de mars.

Tableau2. Données climatiques pendant la saison culturale du haricot commun (*Phaseolus vulgaris.L*)

Mois	Température (°C)			Précipitations		Humidité (%)
	Moyenne	Maximum	Minimum	Quantité pluie (mm)	jours/pluies	
Janvier 2014	21.3	32.0	15.6	277.5	18	87
Février 2014	21.9	29.8	14.8	331.6	22	88
Mars 2014	21.4	30.5	16.0	157.8	13	85
Avril 2014	20.8	29.1	14.8	113.5	8	81

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT)/Station de la Luano

Du point de vue sol et flore, Lubumbashi est caractérisé par une forêt de type claire du miombo, considéré comme un pyroclimax avec un couvert arboré discontinu qui domine un tapis des hautes herbes [6]. Pour notre zone d'étude, l'inventaire floristique a recensé 24 espèces regroupées en 7 familles botaniques et 5 types biologiques dont : les thérophytes 66,66%, Géophytes 12,5%, Chamaephytes et Héli cryptophytes 8,33% enfin les Nanophanerophytes 4,16% [7]. Lubumbashi et ses environs sont dominés, par les sols ferrallitiques jaune, ocre-jaune et rouge suivant la position topographique et le drainage [8].

MATERIEL

La présente étude a porté sur la détermination du pH partant d'un inventaire floristique selon l'approche semi-quantitative de Braun-blancquet. Les échantillons de sol, le cadre en bois de 1m², le GPS et les différentes espèces ont constitué le matériel.

METHODE

Pour arriver à modéliser la répartition de la flore adventice envahissant la culture de haricot commun, l'inventaire floristique et les prélèvements des échantillons de sols étaient effectués après la floraison de la culture soit au mois d'avril dans différents quadrats de 1m² en vue d'en déterminer les types biologiques et le pH du sol. De ce fait un échantillonnage aléatoire était effectué et cela en parcourant le terrain en zigzag, le GPS a permis de faire correspondre le pH aux coordonnées géographiques des différents champs enquêtés. À l'aide d'une tarière 100g de sol ont été prélevés dans les 20-30 premiers centimètres du sol en prenant soin d'enlever la litière caractérisée par la présence des débris végétaux, puis les échantillons de sols prélevés sont transportés dans des sachets en polyéthylène portant le numéro de chaque relevé floristique ainsi que le nom du champ. Quatre relevés floristiques ont été posés dans chaque champ et au total 48 repartis dans 12 champs. Au retour du terrain, les échantillons ont été mis séparément en vue d'être séchés à l'air ambiant dans des bacs en plastique ouverts pendant une semaine au moins, puis tamisés à 2mm, pour séparer la fraction fine (< 2mm) de la partie grossière. (> 2mm). Pour chaque champs en moyenne 10 échantillons ont été analysés au laboratoire de la faculté des Sciences de l'université de Lubumbashi ont consisté à la détermination du pH_{H₂O} au mois de mai 2014 au moyen d'un pH-mètre électronique marque ACCUMET® model 8050 MP. Selon la méthode utilisée par [9] et pour chaque prise d'essai, 10 grammes de terre fine ont été mélangés à 25ml d'eau distillée puis le mélange a été laissé reposer pendant quelques minutes, macéré et agité régulièrement pendant 2 heures avant la manipulation pour homogénéiser le mélange. Avant son éventuelle utilisation, le pH-mètre a alors été ajusté au moyen de solutions tampons (pH 4,0 et 7,1), l'électrode a été placée dans la solution recueillie puis la lecture de la valeur de pH_{H₂O} au dixième ou centième près affichée sur écran.

TRAITEMENT DES DONNEES

Les données issues de cette étude ont été analysées par la méthode multi variée en occurrence les Analyses en composantes principales(A.C.P) pour dégager les similarités ou des oppositions entre variables et repérer les variables les plus corrélées entre elles. Pour y arriver un seul descripteur représenté par le pH H₂O dont 11 valeurs issues des moyennes des quadrats et 24 espèces adventices recensées dans les relevés floristiques. Vu que la corrélation linéaire significative n'implique pas forcément « une relation de cause à effet », ainsi le test non paramétrique de Kruskal-Wallis comme alternative à l'anova a complété les A.C.P afin de ressortir cette dernière. De ce fait les traitements statistiques ont été rendus possibles avec le logiciel Past 3.04.

RESULTATS

Les résultats qui découlent du test de Kruskal-Wallis ont montré que le pH_{H₂O} mesuré a induit dans son ensemble des effets significatifs ($P=0,01211 < 0,05$) sur les espèces adventices recensées. Quant aux analyses multi variées (A.C.P) les résultats obtenus ont montré que le premier axe valeurs de pH_{H₂O} fournit (24,169%) d'informations tandis que le second (Espèces inventoriées) ne fournit que (19,14%) et la combinaison des deux axes vaut (43,315%), la **figure 2** montre une corrélation linéaire positive forte, faible et moyenne entre le pH et adventices inventoriées étant donné que le coefficient de Pearson est compris entre ($0 \leq r_{xy} < 1$). Cette situation nous montre une légère fluctuation du pH associée à une importante infestation adventice de nature plurispécifique caractérisée dans l'ensemble par un taux de recouvrement $\geq 50\%$. Selon les valeurs de pH les adventices sont réparties de cette façon :

- Pour le pH4 les espèces BIDO, AGC, BIDP, ASPC, PASP, PANM, MELE, AMHY, SET, ASPK lui sont inféodées.
- Pour les pH5 ; 6 ; 7 ; 8 les espèces BRA, IMP, AGC, CELT, BIDP colonisent les sols ayant ces valeurs, mais une particularité est soulevée par BIDP qui tolère à la fois les pH4 et pH6.
- Pour les pH2 ; 9 ; 10 ; 11 les espèces CYP, COMB, CYN, NIC se sont révélées tolérantes pour cette gamme des valeurs
- Pour les pH3 ; 10 ; 1 les espèces HYD, SPI, ERI, STRI, PENPOL, COMD, AFRS sont colonisatrices

En fonction de l'intervalle de confiance de Jolliffe cut-off (0,7) les composantes 1-2 sont les plus importantes car elles fournissent le maximum de l'information. Les deux axes dans leurs parties positives opposent les espèces : MELE, COMB, AMHY, BIDPI, BIDO, NIC, AGC, PASP, CELT, BRA, ASPK, PENIPOL, SET, IMP pour les pH(4,5,6,7,8) contrairement à la partie négative qui oppose les espèces AFRS, HYD, ERI, ASPIC, SPIO, STRI, TRI, CYN, CYP, COMD pour les pH(1,2,3,9,10,11)

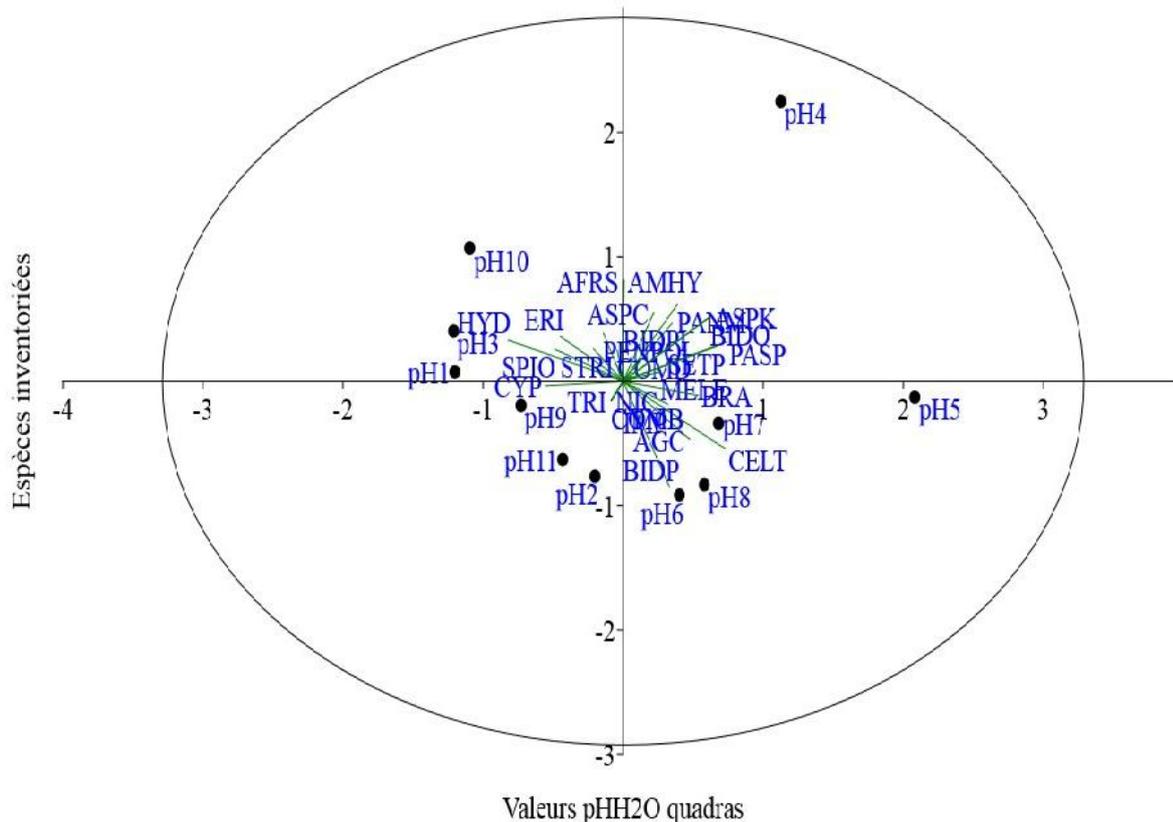


Figure 2. Impact du pH du sol sur la flore adventice associée à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivée dans l'arrière-pays de Lubumbashi, RD Congo. Corrélations entre variables par la méthode multi variée d'analyse en composantes principales.

Légende :

AGC : *Ageratum conyzoides* ; **AFR** : *Afromomum africanum* ; **ASPK** : *Aspilia kotschii* ; **ASAF** : *Aspilia ciliata* ; **BIDPI** : *Bidens pilosa* ; **BIDOL** : *Bidens oligoflora* ; **BRAR** : *Brachiaria ruziziensis* ; **COMD** : *Commelina diffusa* ; **COMB** : *Commelina benghalensis* ; **CYP** : *Cyperus rotundus* ; **CELT** : *Celosia trygina* ; **CYN** : *Cynodon dactylon* ; **IMP** : *Imperata cylindrica* ; **NIC** : *Nicandra physaloides* ; **PASP** : *Paspalum dilatatum* ; **PANM** : *Panicum maximum* ; **SET** : *Setaria pumila* ; **SPI** : *Spilanthes olaraceae* ; **TRIF** : *Trifolium sp* ; **AMA** : *Amaranthus spinosus* ; **PENPOL** : *Pennisetum polystachion* ; **MELE** : *Rhynchelytrum repens* ; **ERI** : *Erigeron bourangensis* ; **HYD** : *Hypparhenia diplandra*.

pH : **pH_{H₂O}** [**p^{H1}** 4,9 ; **p^{H2}** 5,1 ; **p^{H3}** 5,2 ; **p^{H4}** 5,67 ; **p^{H5}** 5,7 ; **p^{H6}** 5,92 ; **p^{H7}** 6,2 ; **p^{H8}** 6,305 ; **p^{H9}** 6,32 ; **p^{H10}** 6,34 ; **p^{H11}** 6,77]

DISCUSSION DES RESULTATS

Il ressort de cette étude relative à la présence des espèces de mauvaises herbes inventoriées en réponse aux onze variables (pH H₂O). Les résultats obtenus ont montré que la flore adventice est influencée par le pH du sol dont la moyenne de tous les sites est (5,83) ceci étant vrai car d'autres études l'on révélé aussi. C'est ainsi que [10] ont souligné le rôle non négligeable de la propriété chimique du sol dont le pH par son effet physiologique direct sur la croissance des végétaux c'est ce qui permet de classer les espèces végétales en fonction de la teneur en proton du sol. [11] montrent que la plupart des plantes cultivées poussent convenablement dans les sols légèrement acides à neutres (5,5 < pH ≤ 7,0). Contrairement à [10] pour [12] la présence des adventices en culture est corrélée à la coloration des sols. Ainsi la couleur sombre, foncée ou noire, l'onctuosité et l'adhérence de la terre aux doigts sont des indicateurs de bonne fertilité. À l'inverse, les teintes rouge, claire et blanche caractérisent des sols pauvres, sur sol ferrugineux argilo-sableux rouge, 5 espèces ont été inventoriées : *Commelina benghalensis*, *Striga hermonthica*, *Ipomoea eriocarpa*, *Bulbostylis barbata*, *Commelina forskalaei*. La référence [13] soutient [12] en soulignant que la distribution des mauvaises herbes dans le Saïs (Maroc Central) était fortement dépendante des caractères physiques que chimiques du sol, car la porosité du sol qui combine ces deux paramètres, règle la disponibilité de l'eau et sa circulation ainsi que l'aération du sol, éléments essentiels au développement des plantes et des microorganismes. En revanche les résultats de [14] se rallient aux nôtres vue que sur un sol argilo-sableux en culture de coton, la différenciation des espèces est fonction des différentes gammes de pH. Sept espèces sur huit dont *Commelina benghalensis*, *Ipomoea triloba*, *Desmodium tortuosum*, *Celosia trygina* L, *Acanthospermum hispidum*, *Trianthema portulacastrum*, *Brachiaria lata* se sont bien développées sur le substrat au pH=6,6, mais *Euphorbia heterophylla* a colonisé le sol au pH 2,5-10.

L'inféodation de la flore adventice au pH du milieu d'étude par des taux de recouvrements supérieurs à 50% pourrait rendre fastidieuse la gestion de l'enherbement, vue les conditions environnementales propices à leur développement, les notions de concurrence et compétition deviennent importantes car selon [15] la compétition entre culture et les adventices est souvent maximale lorsqu'elles partagent les mêmes ressources (éléments minéraux, lumière, eau,...) et au même moment. Outre cet aspect de nuisibilité la flore adventice dans certains cas pourrait donner selon [16] certaines indications sur l'état du sol : la présence dominante de ces espèces indique généralement un sol considéré comme équilibré (riche, bien drainé, bien structuré et faiblement acide).

CONCLUSION

La présence d'une espèce adventice dans une culture est l'apanage de plusieurs facteurs dont les un sont directement liés à l'espèce dont il est question et les autres liés aux conditions pédoclimatiques, il est à noter que chacun agit différemment à un certain seuil sur tel ou tel autre paramètre au cours du cycle végétatif. Vue les méfaits causés par les adventices à nos cultures, une étude a été menée en vue de corrélérer la présence des adventices à la qualité chimique du sol définie par le pH mesuré dans l'eau, on note que ce paramètre a fortement influencé la présence de ces dernières partant de sa faible valeur enregistrée soit (4,9) jusqu'à la plus grande valeur soit (6,77). La détermination du pH dans l'hinterland de Lubumbashi est une des clés pouvant être utilisée dans la détermination de la fertilité des sols régulant la mobilité de certains éléments minéraux essentiels à la croissance et développement des plantes pour y affecter telle ou telle autre culture. Plus loin un indicateur de(s) type(s) biologique(s) spécifique(s) ou vis versa. En effet cette étude permettrait aux paysans d'avoir au moins une information sur la nature chimique du sol sur lequel ils doivent pratiquer l'agriculture, à cet égard vue les effets positifs du pH sur la culture et les adventices les notions de compétitions et concurrences sont les plus importantes pour ce cas. D'ou dans un premier temps les éléments que nous avons exploités pourraient aider les paysans à accroître la production de la culture de l'haricot commun par la gestion des interactions entre celle-ci et les adventices et plus loin recourir aux mêmes adventices dans l'indication du pH du sol ou l'inverse.

REFERENCES

- [1] Maillet, J. and Lopez-Gacia, C. What criteria are relevant for predicting the invasive capacity of new agricultural weeds? The case of invasive American species in France, *Weed Research*, 40, pp11-26, 2000
- [2] Bolakonga Ilye, Moango Manga, Natdanga Lele and Lienge Botwele. Contribution à la détermination d'impacts économiques de la fertilisation d'un ferralsol par l'extrait aqueux de cendres de *Cynodon dactylon* à Kisangani, R.D.Congo, Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, vol 1, pp 39-46, 2007
- [3] T. W. Crawford, Jr., U. Singh, and H. Breman, Résoudre les Problèmes Agricoles Relatifs à l'Acidité du Sol dans la Région des Grands Lacs de l'Afrique Centrale, Rapport du Projet Catalist, Kigali-Rwanda, 2008
- [4] D.Tessier, A.Bruand, Y. Le Bissonais and E. Dambrine, Qualité chimique et physique des sols : Variabilité spatiale et évolution, *Étude et Gestion des Sols*, 3, 4, 1996
- [5] Harjoba I et Malaise F. Le régime journalier des précipitations et les types de pluies à Lubumbashi, *Géo-Eco-Trop*, pp 401-414, 1978
- [6] Useni Sikuzani Yannick, Mayele Kidiata, Kasangij A Kasangij Patrick, Nyembo Kimuni Luciens, and Baboy Longanza Louis. Effets de la date de semis et des écartements sur la croissance et le rendement du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) à Lubumbashi, RD Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol 6, n° 1, pp 40-47, 2014
- [7] Assani Bin lukangila Mick, Mwangalalo Alal, Ekondo okese Augustin, Ilunga tshibingu Meschac, Ilunga Maloba Maki, Kalombo Katwebwe Karine, and Kanyenga lubobo Antoine. Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D. Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol 10, n°2, pp 678-686, 2015
- [8] Mpundu MM, Contamination des sols en Eléments Traces Métalliques à Lubumbashi (Katanga/RD Congo) : Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remediation, thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 432p, 2010.
- [9] Kohler, R., Kosakyan, A. and Scherrer, L. Travaux pratiques analyses pédologiques et matière organique. Neuchâtel : Laboratoire Sol et Végétation et Biologie du Sol, 2010
- [10] Austin, MP. , Heylinger and P.C, Vegetation survey design for conservation : gradsec sampling of forest in north-east New South Wales, *Biological Conservation*, 50, pp13-32, 1989
- [11] Jean Jacques Mbonigaba Muhinda , Innocent Nzeyimana, Charles Bucagu and Marc Culot .Caractérisation physique, chimique et microbiologique de trois sols acides tropicaux du Rwanda sous jachères naturelles et contraintes à leur productivité, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, vol 13, n°4, pp545-558, 2009
- [12] Mathurin M'Biandoun, Jean-Paul Olina Bassala. Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun, *Cahiers Agricultures*, vol. 16, n° 3, p185-197, 2007
- [13] M. C. Loudyi, M. God Ron and D. EL Khyari .Influence des variables écologiques sur la distribution des mauvaises herbes des cultures du Sais (Maroc central), *Weed Research*, vol 35, pp 225-240, 1995
- [14] Tehia Kouakou E, Traore' D, 2010. Maîtrise des mauvaises herbes de la culture cotonnière par des rotations culturales en Côte d'Ivoire, *Cahier agricultures*, vol 19, n°3, pp 200-2004.
- [15] Valentin-Morison M. Guichard L. and Jeuffroy M.H. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations Agronomiques*, I.N.R.A, Agroparistech d'Agronomie, pp 27-41, 2008
- [16] Yvon Douville, « Prévention des mauvaises herbes : Grandes cultures », Éd, Technoflora, 9485, des Merisiers, Becancour, Canada, p23, 2002.