

**ESSAI D'EVALUATION DE L'IMPACT DE LA SURFACE FOLIAIRE ET DE
L'EFFEUILLAGES SUR LE RENDEMENT DE PHASEOLUS
VULGARIS L. VAR. PVA 1438**

**Par
CUBAKA Kabagale A.¹**

ABSTRACT

This work is our modest contribution to the physiological approach of the variety of common beans productivity in the African Great Lake region where the culture of such a plant is habitually done by the steepest practice.

According to this, we have both sowed and followed in monoculture until harvest on an ordinary land of Bukavu town PVA 1438, a local common beans variety of determined growth. We have applied a methodic steepest practice to different levels of the culture. We have determined the surface of taken off leaves and the surface of the culture thanks to mathematical methods we have established during our researches. When harvesting, we took the quantitative data which specified the harvest. These data were compared thanks to the statistical methods.

the results treatment help us draw the following conclusions :

- The harvest was between 0.789 and 1.761 by hillock either between 1,806 and 3,983 kg/ha with a mean of 2,810 - 5 kg/ha.
- The surface of leaves of the culture influences the harvest at 49 %.
- At any level of the leaves growth, the steepest practice influence the harvest of the culture by reduction of the number of seeds born by each plant. Such a reduction is of 26 % back proportional to the leaves surface taken off on the culture.
- The steepest practice does not react neither on pods nor on the mean weight of the seed. The more the pod number decreases, their filling increases.
- The untimely steepest practice positively stimulates the leaves.

At the end of this experimentation, we did not discourage the steepest practice but rather we have formulated some recommendations to cultivators in order to ameliorate their production of beans.

¹CUBAKA Kabagale, Assistant au Département de Biologie-Chimie, Licencié en Biologie.

I. INTRODUCTION

Le haricot commun est l'une des légumineuses les plus cultivées et son importance dans l'alimentation humaine n'est plus à démontrer. Dans sa culture, il est habituellement sujet d'un effeuillage, pratique intensifiée avec les récentes famines qui frappent la région des Grands-Lacs africains. Le but de cet effeuillage est surtout de se procurer des salades mais aussi c'est que cela s'avèrerait indispensable dans certaines conditions de culture pour améliorer le rendement.

Peut-être que les cultivateurs suivraient pour cet effeuillage, certaines règles dictées par leur savoir-faire empirique. L'effeuillage commencerait en effet, à un certain stade de développement du haricot commun et se poursuivrait jusqu'à la fin de la feuillaison. Malheureusement il a été constaté que suite aux besoins alimentaires très pressants, l'effeuillage est parfois pratiqué en dehors de normes précises.

Pourtant, il est réalisé par la feuille une parfaite relation structure-fonction, faisant de la feuille le siège des activités physiologiques intenses du métabolisme de la plante. En effet, la feuille intervient dans les processus directeurs de la croissance et du développement végétal dont la photosynthèse, la transpiration, la respiration, la circulation, le stockage et le transport des substances nutritives de la plante, etc.

Dans ces processus, les feuilles interviennent surtout par leur surface, leur âge, leur composition chimique et leur nombre (BINET & BRUNEL, 1968; DEYSON, 1970 ; DE SLOOVER et alii, 1981 et DECERIER et alii, 1988).

Le feuillage a donc un rôle déterminant pour la plante de telle sorte que c'est à travers les feuilles que la phase végétative de la plante dont elles constituent les principales formations influence le rendement d'une culture. Leur rôle dans la fructification n'est pas non plus à contester.

Etant donné l'importance de la feuille durant toute la vie de la plante et les abus constatés dans les différents modalités de l'effeuillage, il nous paraît plus qu'indispensable d'éclaircir les questions suivantes :

- l'effeuillage n'a-t-il pas un impact positif ou négatif, sur la croissance et le développement du haricot commun ?
- quelles seraient les normes pour un effeuillage fructueux ?

Il s'agit donc de chercher à mettre sur pied la procédure qui permettrait d'obtenir au maximum, sans porter préjudice à l'un ou à l'autre, les deux productions locales à base du haricot dont les feuilles et les graines.

Pour cette fin, la variété de haricot PVA 1438 (Ndjwidjwi en mashi) a été semée, suivie en monoculture et soumise à un effeuillage méthodique, à ses différents stades de feuillaison. La surface foliaire effeuillée et la surface foliaire de la culture ont été évaluée par une méthode mise sur pied pour la circonstance. A la récolte, les données quantitatives caractéristiques du rendement soigneusement prélevées ont été comparées à l'aide des méthodes statistiques.

La variété PVA 1438 est particulièrement intéressante par ses propriétés agronomiques dont le potentiel de production, le type de croissance, son cycle végétatif, la taille et le poids de la graine.

II. MATERIEL ET METHODES

1. La variété PVA 1438 (NYABIENDA, 1991).

Sélectionnée et diffusée par le programme de légumineuses de l'ISAR (Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda), elle a été introduite au Rwanda par le CIAT (Centre International d'Agronomie Tropicale). Ses graines ressemblent à celles de la variété D6 bean sélectionnée à l'I.T.A./Mushweshwe au Sud-Kivu. Elle est à croissance déterminée (type I) avec une longueur moyenne de 32,5 cm. La longueur moyenne de la foliole est de 13,5 cm. Les fleurs ont des pétales blancs. Les gousses sont fibreuses et droites. A maturité, elles sont jaunes dorées avec des rayons longitudinales rouges. Leur longueur moyenne est de 13,3 cm. Elles peuvent contenir 6 graines en moyenne. Ces graines sont de grande taille, de forme kidney ou rognon et pesant en moyenne 0,59 g.

Cette variété s'adapte mieux entre 1500m et 1800m d'altitude et à la saison culturale B car elle est très sensible à l'eau. Son cycle végétatif est de 81 jours en moyenne. Sa productivité potentielle varie entre 1,5 et 2 tonnes par hectare dans les meilleurs conditions de culture. Elle tolère les maladies les plus meurtrières des légumineuses.

2. Le milieu d'étude

Il s'agit d'un sol non amendé de la ville de Bukavu, à l'ISP/Bukavu, derrière le bâtiment administratif, à 1570 m d'altitude. Le terrain expérimental est moyennement fertile² : PH = 6,3 ; P (Bray ppm) variant entre 11,2 et 17,5 ; cations échangeables variant entre 8,5 et 10,3 et 1,4 et 1,8 m éq/100 g respectivement pour le Ca et le Mg (ces teneurs sont situées au-dessus du seuil de déficience) ; minéralisation lente ($17 < C/N < 25$) et écart considérable entre le taux de matière organique et celui de l'azote total. La pluviosité a été moyenne au cours de la culture : 121,1 mm par mois avec une pluviosité journalière moyenne de 4,03 mm. La culture a eu lieu du 22 février au 16 mai 1995. Au cours de cette période, la température journalière moyenne de la ville de Bukavu varie autour de 20,2° C (CHAMAA et alii, 1981).

3. Les méthodes de travail

* Le terrain expérimental est constitué de 10 plates-bandes de 4,5 m² (3 m x 1,5 m) chacune et séparées les unes des autres par des allées de 45 cm de large.

* Les graines semées sont de la saison A. Le semis est fait en lignes droites distantes de 40 cm. Les poquets, distants de 10 cm, contiennent chacune une seule graine. Il y a ainsi 29 graines par ligne et 116 graines par plate-bande. 1160 graines pesant 653 grammes ont été semées pour l'ensemble du terrain.

* L'effeuillage s'est appliqué sur 8 plates-bandes, à différents stades du développement de leurs surfaces foliaires. Elles sont rangées en 4 couples. Dans chaque couple, l'effeuillage a lieu une seule fois dans l'une (celle affectée de la lettre A) et de 2 à 3 fois dans l'autre (celle affectée de la lettre B).

² Voir les normes d'interprétation des analyses de sols in MEMENTO DE L'AGRONOMIE, 4è éd. (1991) pp. 150-156.

Les différents stades d'effeuillage sont S1 (prophyllé), S2 (1ère trifoliante), S3 (2ème trifoliante) et S4 (3ème trifoliante). Pour toutes les plates-bandes de la série B, le 3ème effeuillage a concerné la 4ème trifoliante et les feuilles des rameaux.

* La surface foliaire effeuillée est déterminée par une méthode indirecte ; par le poids d'une portion de foliole de surface connue. Après la pesée de la foliole, une portion de 9 cm² y est découpée puis pesée à son tour. La surface foliaire de la foliole est alors déduite de son poids par la règle des trois simples. 50 folioles dont 33 latérales et 17 centrales sont ainsi chaque fois traitées en vue d'estimer la surface foliaire moyenne de la foliole, et partant de la surface foliaire effeuillée par sortie, et pour chaque plate-bande. Les dimensions des folioles étaient régulièrement prélevées à la latte graduée en mm.

* A l'aide des données recueillies au cours de l'échantillonnage ci-haut, il a été réalisé des estimations approximatives de la surface foliaire de la culture. En effet, il a été constaté que la surface de la foliole dépend de sa longueur de 81 à 92,2 % (avec un coefficient r de BRAVAIS-PEARSON variant entre 0,90 et 0,96).

Par ailleurs, la bibliographie indiquant que la foliole de haricot est rhomboïde, il a été affecté à chaque foliole une autre surface liée à sa longueur et à sa largeur. Par la suite, les deux surfaces ont été comparées (S1 obtenue par la méthode ci-haut décrite et S2 obtenue à partir de la longueur et de la largeur de la foliole) à l'aide des coefficients de corrélation rho (ρ) de SPEARMAN. Les valeurs obtenues, variant entre 0,97 et 0,99 (voir Annexes), suggèrent que les deux surfaces sont identiques de 94 à 98 %.

Il a fallu 100 folioles latérales et 50 folioles centrales pour chaque plate-bande. Après extrapolation, le nombre approximatif de feuilles par plante et par plate-bande ainsi que leurs dimensions moyennes ont été calculées. La surface foliaire des monophylles a été évaluée à partir de celle obtenue au cours de l'effeuillage alors que celle des trifoliantes l'a été au cours de la phase reproductrice de la culture. La somme de 2 sous-surfaces a été alors effectuée.

* Au moment de la récolte, un échantillon de 30 plantes a été choisi dans chaque plate-bande. Pour chaque sujet, les données suivantes ont été prélevées :

- la longueur de la plante et son degré de ramification;
- le nombre de gousses par plante;
- le remplissage des gousses et
- le poids moyen de la graine.

Toutefois, dans l'interprétation des résultats, seuls les éléments impliqués directement dans le rendement ont été pris en compte. Il s'agit du nombre de gousses par plante, leur remplissage et le poids moyen de la graine qui ont été comparés à l'aide de l'analyse de la variance (ANOVA). Des calculs de coefficients BRAVAIS-PEARSON ont permis d'établir l'incidence de la surface foliaire, effeuillée et de la culture, sur le rendement.

III. LES RESULTATS

1. De la phénologie de la culture.

La levée de haricots a eu lieu 6 jours après le semis dans la plupart des plates-bandes. La première trifoliante s'épanouit 8 jours plus tard, c'est-à-dire au 14ème jour après le semis. C'est le deuxième jour après l'effeuillage des monophylles dans les plates-bandes concernées. La deuxième trifoliante s'étale au 21ème jour après le semis alors que la 3ème trifoliante s'épanouit 3 jours plus tard. Des rameaux sont aussi initiés au niveau des noeuds les plus bas des plantes. Cela a pris un peu de retard dans les plates-bandes où il y a eu effeuillage de la monophylle. La 4ème trifoliante éclôt le 28ème jour après le semis. Après son épanouissement, les bourgeons floraux ont été initiés et devenus très bien visibles. Ainsi, la phase végétative a pris fin environ 4 semaines après le semis. Au 32ème jour, les boutons floraux sont très bien visibles. Leur formation marque le début de la préfloraison. La floraison quant à elle, a commencé au 37ème jour après le semis et la fructification le 43ème jour après le semis. Cette semaine a été marquée par un fort soleil qui a affecté certaines plates-bandes qui se sont d'ailleurs ressaisies. En effet, il a été évoqué précédemment la pauvreté du sol en humus qui en serait la cause principale. La maturation des gousses débute au 67ème jour après le semis dans presque toutes les plates-bandes mais avec une légère avance dans celles ayant été concernées par la sécheresse. La récolte a lieu 85 jours après le semis, environ 4 jours après la marge prévue par NYABIENDA (1991) Rubona/Rwanda à 1650 m. La récolte pouvait avoir lieu un peu avant car à cette date, toutes les gousses étaient déjà complètement sèches, prêtes à craquer.

2. Parasites et entretien de la culture

Il a été remarqué dans la culture la présence des chenilles vertes et des champignons du collet. Cette présence intervient dans la baisse de la densité des plantes et des feuilles au champ. Pendant la période de fortes pluies, quelques disques d'anthracnose ont été aussi remarqués dans certaines plates-bandes, surtout celles à fortes densités.

Les chenilles étaient fouillées et détruites à la main alors que les plantes atteintes des champignons du collet étaient déterrées et jetées hors du champ. Les feuilles qui avaient les disques d'anthracnose étaient effeuillées et jetées loin du champ.

Le premier sarclage a eu lieu pendant la phase végétative, du 19ème au 25ème jour après le semis alors que le deuxième a lieu pendant la phase reproductive, du 70ème au 76ème jour après le semis.

3. De l'effeuillage, de la surface foliaire et du rendement

Ces résultats sont repris dans un tableau unique ci-dessous (tableau 1). Mais dans l'interprétation, il a été utile de reprendre certaines parties de ce tableau pour faciliter la compréhension au lecteur, ainsi qu'y ajouter deux figures.

Tableau 1 : Tableau synoptique des résultats de l'expérimentation

Pl-Bande	d.c.	Nm FtP	Sfm f	SFC	IF	SFE/SFC	NmG P	Lm G	RG	pmg	PG R	Rdt
Pb1/S1A	21,6	15	92	41,58	9,24	2,21	8	13,1	3,2	0,59	1,4	3016,9
Pb2/S2A	22,9	12	106,2	42,91	9,54	4,57	8	13,4	3,4	0,60	1,8	3893
Pb3/S3A	21,8	10	72,8	24,06	5,35	3,91	8	12,4	2,8	0,61	1,3	2943
Pb4/S4A	25,8	9	50,8	17,51	3,89	3,94	4	12,2	2,6	0,63	0,8	1806
Pb5/S1B	25,1	9	72	23,98	5,33	22,85	6	13,1	3,1	0,59	1,2	2761
Pb6/S2B	23,1	11	85,2	31,75	7,06	21,76	7	13,3	3,2	0,62	1,5	3349,5
Pb7/S3B	24,4	11	87	33,60	7,47	18,75	6	12,9	3,1	0,60	1,5	2562
Pb8/S4B	22,7	13	91,2	37,59	8,35	6,94	7	12,9	3,3	0,58	1,3	2837,5
Pb9/T1	22,4	11	75,6	27,97	6,22	-	6	11,7	2,6	0,60	1,0	2128
Pb10/T2	21,6	12	74,8	28,39	6,31	-	8	12,5	3,0	0,57	1,3	2808
Moyennes				30,39	6,88	-	7		3	0,60	1,3	2810,5

Légende :

d.c. : densité au champ.

NMFtP : nombre de feuilles trifoliolées par plante.

Sfmf : surface foliaire moyenne de la foliole ou de la prophyllé.

SFC : surface foliaire de la culture.

I.F. : indice foliaire = surface foliaire de la culture/surface de la plate-bande.

SFE/SFC : rapport entre la surface foliaire effeuillée et la surface foliaire de la culture.

NmG.P. : nombre moyen de gousses par plante.

LmG : Longueur moyenne de la gousse.

R.G. : remplissage de la gousse (nombre moyen de graines par gousse).

pmg : poids moyen de la graine.

PGR : poids de graines récoltées (évalué à partir de 30 plantes par plate-bande).

Rdt : rendement de la culture.

La surface foliaire de la culture varie entre 17,51 et 42,91 m² avec une moyenne de 30,39 m² et un écart-type de 8,16. Les valeurs extrêmes sont réalisées respectivement par Pb2/S2A et Pb4/S4A.

La variabilité de la surface foliaire s'expliquerait par celle du nombre moyen de feuilles par plante et par plate-bande et des dimensions de la foliole dans les plates-bandes. Ces éléments concernent particulièrement la conformation de l'appareil végétatif des plantes de chaque plate-bande. Ce qui est un problème de nutriments dont surtout l'azote. En plus, il y a aussi la variabilité de la densité des plantes au champ qui a agi dans le même sens.

Lorsque la densité des plantes au champ est basse alors que la surface foliaire est élevée comme c'est le cas dans Pb1/S1A, on observe un nombre élevé de

feuilles par plante. Cette situation suggère une réaction positive à un effeuillage précoce. Nous pensons que c'est la cause pour laquelle la surface foliaire passe de 17,51 m² à 37,59 m² (Pb4/S4A à Pb8/S4/B) au même moment que la densité au champ passe de 25,8 à 22,7.

Il ressort de ce qui précède que les plantes qui ont été victimes de plus d'un effeuillage ont gardé une taille médiocre par rapport à celle des plantes qui en ont subi moins mais leurs folioles ont été les plus larges possibles tout en tenant compte de l'espace disponible. Si on observe l'allure générale de la courbe de variation du rendement en fonction de la surface foliaire de la culture (figure 1), on constate une légère dépendance entre ces deux paramètres. Mais il s'avère que le coefficient de BRAVAIS-PEARSON calculé entre eux qui est de 0,7 ne suggère que le rendement soit déterminé seulement à 49 % par la surface foliaire. Ce qui ne serait pas négligeable si on l'isole des autres facteurs qui influencent le rendement de la culture.

Fig. 1 : Variabilité du rendement en fonction de la surface foliaire de la culture au cours de l'expérimentation.

Un regard attentif sur les données du rendement et de la surface foliaire de Pb/S3A et Pb7/S3B fait remarquer qu'une surface foliaire basse peut faire monter le rendement de la culture au cas où elle favorise l'augmentation du nombre de gousses, tant bien que mal remplies, sur la plante. Ces résultats suggèrent toutefois l'existence d'un seuil minimum de surface foliaire au-dessous duquel le rendement restera toujours bas suite, par exemple, au mauvais remplissage de gousses. Par ailleurs, le rendement se réduirait quand la surface foliaire est élevée car il est apparent qu'à ce moment les plantes forment moins de gousses à remplissage moyen. Ce comportement du rendement face à la surface foliaire dépend de la densité des plantes au champ : basse (cas de Pb3/S3A) pour favoriser la ramification ou élevée (cas de Pb7/S3B) pour l'inhiber (SINHA, 1981).

Par ailleurs, il y a aussi des conditions de culture qui empêchent la fructification de la plante. Il s'agit surtout d'un feuillage excédentaire qui, à l'origine d'un indice foliaire élevé, provoque la chute du rendement photosynthétique de la culture par l'échauffement (effet de serre) ou par l'abaissement de l'intensité lumineuse reçue (SOLTNER, 1981). Ce qui justifie l'effeuillage semi-systématique des plantes de haricot dans les cultures à feuillage beaucoup plus dense ou touffu en périodes de fortes pluies.

Alors, lorsque la surface foliaire se situe dans la marge de l'optimum, elle augmente le rendement en favorisant le remplissage des gousses dont les graines ont un poids moyen (voir Pb2/S2A). Par contre, lorsque la surface foliaire est basse, en dehors de la marge optimale, les gousses ne sont pas bien remplies mais elles contiennent des grains robustes (différences individuelles) (Pb4/S4A). Dans ce dernier cas, on note une densité des plantes au champ élevée et un nombre moyen de gousses par plante très bas. Ce qui est conforme à la théorie de la dynamique des populations.

Fig. 2: La variation du rendement en fonction de la surface foliaire effeuillée.

Etant donné le polymorphisme foliaire constaté au sein de la culture et attribué à la microvariabilité des paramètres pédologiques, il a été difficile de cueillir la même surface foliaire dans les plates-bandes aux stades de début de l'effeuillage différents ou identiques. Aussi ce traitement se trouve-t-il hétérogène dans les différentes catégories de plates-bandes. C'est la raison pour laquelle la surface foliaire effeuillée est exprimée en proportion de la surface foliaire de la culture (SFE/SFC).

L'observation de la figure 2 ci-dessus montrant la variation du rendement en fonction de la surface foliaire effeuillée et la comparaison des différentes productions avec celles des témoins suggèrent qu'il ne conviendrait pas d'attribuer cette variabilité de rendement au seul effeuillage car par exemple, cette opération n'expliquerait pas en même temps les différences de rendement constatées entre Pb3/S3A et Pb4/S4A, entre Pb9/T1 et Pb10/T2 il a été d'ailleurs jugé commode de ne plus tenir compte de Pb4/S4A et Pb9/T1 lors des comparaisons ultérieures. La surface foliaire de la culture seule peut nous permettre de comprendre ces différences. D'où le schéma de comparaison suivant.

Tableau 2 : Comparaison du rendement de la culture selon le stade de début de l'effeuillage.

Fréq.de l'effeuillage	S0=Té m.	S1	S2	S3	S4	Moyennes horizontale s
Témoin (pas d'effeuillage)						1,255
SERIE A :Effeuilage unique		1,351	1,761	1,319		1,477
SERIE B : Effeuilage répété		1,236	1,502	1,146	1,27 8	1,2905
Moyennes verticales	1,225	1,293 5	1,631 5	1,232 5	1,27 8	

Les données présentées dans ce tableau sont exprimées en kg et obtenues à partir d'un échantillon de 30 plantes (pieds) par plate-bande.

Une analyse faite sur la production de la série à effeuillage unique et celle à effeuillage répété (comparaison des moyennes horizontales) par stade de début de l'effeuillage montre qu'il y a une faible relation entre la régression du rendement et l'augmentation de la surface foliaire effeuillée. Le coefficient BRAVAIS-PEARSON (r) calculé entre la régression du rendement entre les 2 séries ($\Delta R_{dt} A-B$) et celle de la surface foliaire effeuillée entre les 2 séries ($\Delta SFE A-B$) est de -0,51. Il suggère que la baisse du rendement par l'effeuillage est à 26 % environ inversement proportionnelle à la surface foliaire effeuillée. Les plates-bandes où il y a eu un effeuillage unique ont gardé une surface foliaire de la culture moyennement supérieure à celle des plates-bandes où l'effeuillage a été répété. La différence de rendement constatée entre les séries ne serait alors imputée qu'à la variabilité de la surface foliaire.

Le rendement est élevé dans les plates-bandes où il y a eu un seul effeuillage suite à leur nombre de gousses par plante (NmGP) élevé et au bon remplissage de ces dernières. Les plantes des plates-bandes où l'effeuillage a été répété ont porté moins de gousses. Dans les deux séries de plates-bandes, le poids moyen de la graine est invariable. Quant à l'évaluation de l'impact de la fréquence de l'effeuillage

sur le remplissage des gousses, une ANOVA a été réalisée pour départager les moyennes de deux séries (3,1 et 3,2) et celle des témoins (3,0). En voici la synthèse.

Tableau 3 : Résumé de l'ANOVA de la variabilité du remplissage des gousses par la fréquence l'effeuillage.

SV	dl	SCE	CM	FC
V Eg	2	0,02915	0,0145	0,58
			75	
V Dg	7	0,1746	0,0249	
			43	
Total	9	0,20375	0,0395	
			18	

Légende :

VEg : variation entre les groupes.

VDg : variation dans les groupes.

dl : degré de liberté.

CM : carré moyen.

SCE : somme des carrés des écarts.

FC : fréquence calculée.

S.V. : source de variations.

La fréquence calculée (0,58) étant largement inférieure à la fréquence tabulaire aux seuils 0,05 (4,47) et 0,01 (9,55), nous retenons que le remplissage des gousses est insensible à la fréquence de l'effeuillage. Concernant l'influence du stade du début de l'effeuillage sur le rendement, nous comparons les moyennes verticales du tableau 2. Ce dernier fait ressortir l'ordre suivant dans les moyennes de différents couples de plates-bandes : $mS2 > mS1 > mS4 > T > mS3$ mais aussi qu'au 10ème près ; $mS1 = mS3 = mS4 = T (=S0)$.

Ce qui suggère que les rendements moyens dans les plates-bandes effeuillées à partir de la monophylle, de la 2ème ou de la 3ème tripholiante ne s'écartent pas beaucoup de celui du témoin où l'effeuillage n'a pas eu lieu. De ces données ressort aussi que quel que soit le stade du début de l'effeuillage, il réduit jusqu'aux environs de 10 % le nombre de gousses par plante (de 8 à 7) quand le nombre moyen de graines par gousse passe de 323,3 (soit aussi une augmentation de 10 %). Ainsi, à tout stade de début de l'effeuillage la baisse du nombre de gousses par plante est compensée par la majoration du remplissage de gousses. D'où la stabilité de rendements moyens obtenus entre les plates-bandes correspondant aux différents stades de début de l'effeuillage d'un côté et le fait que la différence de rendement constatée entre plates-bandes de même stade d'effeuillage tend à devenir constant dans toutes les plates-bandes.

Au cas où l'effeuillage s'avérerait indispensable, il débiterait au stade favorable à un remplissage de gousses moyen ou maximal (S1 et S4 pour le cas étudié). Il s'agit alors de faire profiter au maximum à la plante de ses feuilles juvéniles. Elle conserve ainsi au même moment à la plante une surface foliaire élevée pendant un temps plus ou moins long.

Les résultats obtenus en Pb4/S49 et Pb9/T1, surtout leur différence de rendement, suggèrent que ces fluctuations seraient indépendantes des paramètres

biologiques et s'observeraient aussi bien sur un terrain riche que sur un terrain pauvre.

IV. DISCUSSION

Le rendement moyen obtenu de 2.810,5 kg/ha est de loin supérieur (presque le double) à 1,5 à 2 tonnes prévues par Nyabienda (1991) pour la variété utilisée. Pourtant, les conditions dans lesquelles nous avons travaillé nous paraissent minimales. En effet, la longueur moyenne de la foliole de nos haricots a varié entre 8,9 et 12,5 alors que ce même auteur parle de 13,5 cm. Au lieu de 6 graines par gousse de 13,3 cm de longueur en moyenne, nous en avons obtenu trois par gousse (soit la moitié) d'une longueur moyenne de 12,8 cm. Seul le poids moyen de la graine (0,6 g) est proche ou identique à ce que nous avons observé (0,59 g). Ce dernier résultat ne surprend en rien car le poids moyen de la graine d'une variété de haricot est indépendant des conditions de culture, sauf que sa densité au champ l'affecte légèrement. Plus celle-ci augmente en effet, plus le poids augmente aussi (ISHAG, 1973, cité par SINHA, 1981). Il faut ici rappeler que selon nos résultats, plus le poids moyen de la graine augmente, plus le remplissage de la gousse diminue. Il y aurait donc une erreur évidente du côté de Nyabienda (1991) dans la fixation de la marge de rendement de la variété PVA 1438 de *Phaseolus vulgaris*. Selon SINHA, le rendement maximal du haricot commun est de 3,3 tonnes par hectare. Ainsi, malgré les diverses fluctuations dues au milieu d'étude et au paramètre expérimental, le rendement moyen obtenu de 2,81 tonnes par hectare est satisfaisant. A propos du milieu d'étude justement, les résultats obtenus suggèrent une hétérogénéité du terrain expérimental malgré le bulletin de l'analyse pédologique qui nous a été délivré à l'INERA/Mulungu. Citons comme exemple la similitude des données dans les plates-bandes les plus voisines sans tenir compte du paramètre expérimental. Ce constat donne encore beaucoup plus de poids aux résultats que nous avons obtenus. Toutefois, l'imposante incidence de l'effeuillage sur le rendement du haricot commun n'a pu être quantifiée de manière systématique étant donné les fluctuations remarquées dans la surface foliaire de la culture d'un côté et dans la surface effeuillée de l'autre, paramètres agissant sur le rendement.

Cette position est surtout soutenue par les données du témoin. Par son potentiel de rendement, surtout les nombres de gousses par plante, il aurait pu produire beaucoup plus que les plates-bandes où l'effeuillage a lieu.

Les surfaces foliaires de la culture observées dans Pb1/S1A et Pb2/S2A suggèrent l'existence d'une réponse positive du haricot commun à un effeuillage précoce. Cette stimulation de la feuillaison serait néfaste pour une culture dense ou de la saison culturale A caractérisée par des fortes pluies. Dans le premier cas, elle favoriserait la réduction du nombre de rameaux, sites potentiels de fructification, alors que dans le deuxième cas tout en maintenant le sol exagérément humide, elle favoriserait la prolifération des parasites et des prédateurs (rongeurs surtout). Il semble que ceci attaquerait plus les cultures denses favorables à l'affût que les cultures moins denses, dévoilées à la lumière du jour.

Il apparaît donc que l'effeuillage a des effets positifs et des effets négatifs, tous liés aux conditions de cultures, aussi bien climatiques, pédologiques que biologiques.

V. CONCLUSIONS ET SUGGESTIONS

La présente étude est un essai d'évaluation de la fluctuation du rendement du haricot commun face à la variabilité de la surface foliaire de la culture et à l'effeuillage, pratique courante de nos jours dans la région des Grands-Lacs africains. L'effeuillage y a été envisagé sous sa fréquence et le stade de son début.

A l'issue de l'investigation, il a été constaté que la surface foliaire de la culture influence le rendement à 49 %. Une culture à feuillage dense produit moins de gousses à remplissage moyen. Par contre, une surface foliaire médiocre ne favorise pas une fructification adéquate : les plantes forment moins de gousses qui se remplissent très mal des graines moyennement robustes. Entre ces 2 limites extrêmes se situe un intervalle de surface foliaire optimale dans lequel le rendement de la culture croît avec l'importance du feuillage. Les fluctuations de la surface foliaire d'une culture viennent de l'influence des paramètres pédologiques (nutriments surtout) d'une part, et de l'effeuillage d'autre part.

La fréquence de l'effeuillage, quel que soit le stade de développement du haricot où il a commencé, rabaisse le rendement de la culture en réduisant le nombre de gousses par plante. Il n'aura pas cependant agi sur le remplissage de gousses et le poids moyen de la graine.

Une faible relation existe entre la régression du rendement et l'augmentation de la surface foliaire effeuillée. En effet, la baisse du rendement constatée suite à l'effeuillage est de l'ordre de 26 % inversement proportionnel à la surface foliaire récoltée sur la culture de chaque plate-bande. L'action de la fréquence de l'effeuillage sur le rendement n'est pas en général indépendante de celle de la surface foliaire de la culture.

Le stade de début de l'effeuillage importe peu pour que celui-ci rabaisse le rendement de la culture. Ceci vient du fait qu'à différents stades de début de l'effeuillage, la baisse du nombre de gousses portées par chaque plante tend à se compenser par l'augmentation du taux de leur remplissage. Ce mode d'action du stade de début de l'effeuillage sur le rendement semble indépendant des paramètres pédologiques.

Donc l'effeuillage rabaisse le rendement de la culture de haricot par la réduction du nombre des gousses par plante. Il n'agit pas sur le remplissage de gousses et le poids moyen de la graine. Ce qui fait que le témoin aurait pu produire plus que les plates-bandes où l'effeuillage a lieu si son potentiel de rendement est retenu. Nous n'avons pas su contrôler ce qui aurait empêché le remplissage de ses gousses pourtant nombreuses.

Enfin, un effeuillage précoce stimule la feuillaison, l'impact d'un tel effeuillage sur le rendement étant directement en dépendance des conditions de culture : climatiques, pédologiques et biologiques. Ce sont ces mêmes conditions qui, d'autre part, influencent l'intensité de la photosynthèse et de l'évapotranspiration dans la culture.

Il est cependant précoce, après cette première tentative d'investigation, que nous puissions envisager directement une campagne de lutte contre la pratique d'effeuillage. En effet, elle n'induit pas une baisse de rendement conduisant à des productions inférieures à la moyenne. Néanmoins, nous proposons aux cultivateurs

de bien organiser l'effeuillage dans leurs champs de haricot car au stade de monophylle ou de la première trifoliante, cette pratique pourra induire une certaine baisse de rendement de la culture réalisée pendant une période de forte pluie comme au cours de la saison culturale A ici au Kivu. Par ailleurs, un effeuillage, effectué sur une culture réalisée dans de mauvaises conditions (sol pauvre, forte densité au champ, etc.) ne fera que baisser davantage la production des graines. Qu'ils retiennent aussi que cette pratique sera d'autant plus préjudiciable qu'elle est fréquente. Toutefois, bien conduite, cette pratique permettrait la tempérance de la rigueur d'un indice foliaire de la culture croissant pour stimuler la feuillaison.

ANNEXE

Comparaison des moyennes de la surface de la foliole déduite du poids (S1) et de la surface calculée (S2). L'astérisque indique les moyennes S1 et S2 d'une même rangée qui sont significativement différentes au seuil de 0,05.

N° de l'effeuil.	Plate-bande d'origine et	Lmf	lmf	Poids moyen	S1	S2	p(S1,S2)	p2(%)	r(Lmf,S1)
1&2	PB1/S1A et PB5/S1B	6,9	6,8	1,02	45,9	-	-	-	-
3	PB2/S2A	9,8	5,7	0,65	29,2*	28,4*	0,99	98	0,91
4	PB6/S2B	9,6	5,5	0,68	28,5*	26,7*	0,98	96	0,90
5	PB3/S3A	8,0	4,8	0,43	19,2	19,2	0,99	98	0,91
6	PB5/S1B	8,8	5,2	0,52	23,2	23,2	0,99	98	0,93
7	Pb7/S3B	9,8	5,9	0,68	30,7*	29,2*	0,97	94	0,90
8	Pb4/S4A	7,5	4,3	0,40	16,5	16,4	0,99	98	0,96
9	Pb6/S2B	9,9	5,9	0,65	29,3	29,6	0,98	96	0,95
10	Pb7/S3B	10,3	6	0,72	32,6*	33,2*	0,99	98	0,96
11	Pb8/S4A	8,3	4,9	0,50	22,1	21,4	0,99	98	0,92
12	Pb5/S1B	9,8	6	0,65	29,3	29,4	0,99	98	0,93
13	Pb6/S2B	10,2	6,5	0,74	33,4	34	0,99	98	0,93
14	Pb7/S3B	11	7	0,86	38,5	38,7	0,99	98	0,93
15	Pb8/S4B	9,5	6,1	0,63	28,5	28,5	0,99	98	0,95

Légende :

Lmf : longueur moyenne de la foliole.

lmf : largeur moyenne de la foliole.

Poids moy. : poids moyen de la foliole.

S1 : surface déduite au poids moyen de la foliole.

S2 : surface calculée liée aux dimensions de la foliole.

p(S1, S2) : coefficient rho de Spearman calculé entre la surface S1 et S2.

R(Lm, S1) : coefficient Bravais-Pearson calculé entre la longueur et la surface de la foliole

BIBLIOGRAPHIE

1. BINET, P. et BRUNE, I., 1968, Physiologique végétale T2, Paris, Doin.
2. CHAMAA, M.S. et alii, Atlas de la ville de Bukavu, éd. du CERUKI, Bukavu, 1981.
3. DECERIER, A. et alii, 1988, "Les transformations de la matière et les flux d'énergie chez les êtres vivants" in Biologie-Géologie, Nathan, Paris, Coll. Jacques ESCALIER.
4. DESLOOVER, J. et alii, 1981, Eléments de Biologie générale et de Botanique ; Fascicule II, F.S.A., UCL, Bruxelles.
5. DEYSON, G., 1970, Cours de Botanique générale, T3; Société d'éd. d'Enseignements Supérieurs, Paris V°
6. NYABIENDA, P., 1991, Le haricot : fiches descriptives des variétés diffusées, ISAR, Butare-Rwanda.
7. SINHA, S.K., 1980, Légumineuses alimentaires : répartition, adaptabilité et biologie du rendement, FAO, Rome.
8. SOLTNER, D., 1978 et 1981, Les bases de la production végétale, T1 & T2, col. Scs et techniques agricoles, Angers.