

Effet des écartements de haricot associé au maïs et des composantes de non labour aux alentours des zones riveraines du Lac Kivu

[Effect of bean gaps associated with maize and no-till components around the riparian areas of Lake Kivu]

Batenchi Bulambaire Dadier

Département d'agrovétérinaire, Institut Supérieur Pédagogique et Technique, Goma, Nord Kivu, RD Congo

Copyright © 2022 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: South Kivu is heavily influenced by East African supply chains and sources of knowledge, importing inputs and beans and maize is proving essential for clearances especially in the fields of experimentation in the riparian areas of Lake Kivu where even the fish are associated with agriculture for a good yield.

In the DRC, intercropping systems are of paramount importance, particularly in the mountainous Kivu region where more than 80% of bean production by small farmers comes from intercropping on small areas. This practice is dictated by socio-economic and physical considerations, the scarcity of arable land, etc.; but also, the concern for the optimal exploitation of the land. But this practice also complicates the practice of weeding while reducing the yield of each associated crop.

This is how our work set itself the objective of studying the effects of the spacings of the bean associated with the maize and of the no-till components in the riparian areas of Lake Kivu, in South Kivu, it being assumed that the spacings low weeding requirements would be reduced by improving the cover of the maize rows. To do this, a trial was carried out in and the device used was the split-plot with 3 repetitions and 36 plots. The main factor was made up of bean spacings with the variants 20x10, 20x20 and 20x30 cm and the secondary factor was that of the no-till components having as their objects plowing, mulching after plowing, mulching without plowing and the no-till plot. straw serving as control. The plots had 210 corn plants over 45m² and the sub-plots 70 corn plants over 15m².

The results obtained attested that the components of no tillage generally influenced the yield in beans and also in maize because they presented the highest yield in maize 1.93 t / ha and in beans 2, 3 t/ha for maize. Combinations including plowing and mulching have the best returns, regardless of bean spacing. The rate of return is highest when no plowing or mulching is done, otherwise when sowing directly on the substrate without disturbing it. Indeed, field work can present costs ranging from \$277 to \$805 per hectare for average total revenues of \$905 per hectare.

KEYWORDS: Clearances, productivity, no-till components, riparian zone, association.

RESUME: Le Sud-Kivu est fortement influencé par les chaînes d'approvisionnement et les sources de connaissances de l'Afrique de l'Est, l'importation d'intrants et des haricots et des maïs s'avère indispensable pour les écartements surtout dans les champs d'expérimentation dans les zones riveraines du Lac Kivu ou mêmes les poissons sont associés à l'agriculture pour un bon rendement.

En RDC les systèmes d'association des cultures revêtent une importance capitale, particulièrement dans la région du Kivu montagneux où plus de 80% de la production du haricot par des petits fermiers provient d'une association des cultures sur des petites superficies. Cette pratique est dictée par des considérations d'ordre socio-économique, physique, la rareté des terres cultivables, etc; mais aussi le souci de l'exploitation optimale des terres. Mais cette pratique complique aussi la pratique des sarclages tout en réduisant le rendement de chaque culture associée.

C'est ainsi que notre travail s'est fixé comme objectif d'étudier les effets des écartements du haricot associé aux maïs et des composantes de non-labour dans les zones riveraines du Lac Kivu, au Sud-Kivu, étant supposé que des écartements faibles permettraient de réduire les besoins de sarclage par amélioration du couvert des interlignes de maïs. Pour ce faire un essai a été réalisé et le dispositif utilisé était le split-plot avec 3 répétitions et 36 parcelles. Le facteur principal était constitué des écartements de haricots avec comme variantes 20x10, 20x20

et 20x30 cm et le facteur secondaire était celui des composantes de non labour ayant pour objets le labour, le paillage après labour, le paillage sans labour et la parcelle non labouré ni paillée servant de témoin. Les parcelles comptaient 210 pieds de maïs sur 45m² et les sous-parcelles 70 pieds de maïs sur 15m². Les résultats obtenus ont attesté que les composantes de non labour ont influencé de manière générale le rendement chez le haricot et aussi chez le maïs car elles ont présenté le rendement le plus élevés chez le maïs 1,93 t /ha et chez le haricot 2,3 t/ha pour le maïs. Les combinaisons incluant le labour et le paillage présentent les meilleures recettes, quels que soit les écartements de haricot. Le taux de rentabilité est la plus élevée quand on ne fait ni labour ni paillage, autrement quand on sème directement sur le substrat sans le déranger. En effet, les travaux de terrains peuvent présenter des coûts allant de 277 à 805\$ par hectare pour des recettes totales moyennes de 905\$ par hectare.

MOTS-CLEFS: Écartements, productivité, composantes de non-labour, zone riveraine, association.

1 INTRODUCTION

L'agriculture en eau douce fait intégralement partie, en Chine du système de production agricole. Elle est pratiquée soit comme occupation primaire complétée d'autres récoltes, soit comme activité secondaire ou annexe selon les ressources disponibles. Cette intégration de la pisciculture dans l'agriculture est pratiquée, à un moindre degré, par d'autres pays (par exemple, l'élevage des canards associé à la pisciculture au Népal et en Hongrie). Mais c'est seulement en Chine que l'agriculture est entreprise à l'échelle nationale, totalement intégrée.

Dans le système agricole tropical où les pratiques culturales restent manuelles les cultures associées sont susceptibles de permettre des rendements bruts à l'hectare supérieur à ceux des cultures pures et s'opposent à la dégradation des sols par érosion (Rouanet 1984). En RDC les systèmes d'association de culture revêtent une importance capitale particulièrement dans la région du Kivu montagneux où plus de 80% de la production du haricot par des petits fermiers provient d'une association de culture sur des petites superficies. Cette pratique est dictée par des considérations d'ordre socio-économique, physique, la rareté des terres cultivables, etc. mais aussi le souci de l'exploitation optimale des terres. Mais cette pratique complique aussi la pratique des sarclages tout en réduisant le rendement de chaque culture associée (Bowen, cité par Irengé 2014).

Toutefois, il est établi que là où il y a beaucoup de plantes cultivées les mauvaises herbes n'ont pas accès à une plus grande proportion de ressources (Brenda 2010 cité par Rodrigue 2011). Comme quoi l'association bien organisée peut augmenter la rentabilité en réduisant la concurrence des mauvaises herbes, sachant aussi que le maïs a du mal à rivaliser avec les adventices en ce qui concerne l'espace, l'eau et les engrais. En effet on signale une perte de rendement de 40 à 80% dues aux adventices (Ristanovic, 2011).

Les adventices occupent une place importante parmi les facteurs de diminution des rendements et sont souvent à l'origine des très faibles productivités de certaines cultures tropicales, les estimations moyennes de pertes de récolte due aux adventices se situent autour de 25% et peuvent atteindre 50 à 80% pour certaines cultures vivrières (Lavabre 1988). Les pertes annuelles dues à la gestion des mauvaises herbes se chiffrent ainsi à un milliard de dollars (Silvy, 1999 cité par Molima 2014); comme quoi une bonne gestion de ces mauvaises herbes assurent l'efficacité des investissements en améliorant la productivité, c'est-à-dire non seulement le rendement, mais aussi la rentabilité.

De très nombreux systèmes d'associations ont été imaginés dans lesquels se trouve le maïs avec d'autres cultures. Dans la plupart de ces cas ces associations présentent des avantages par rapport à des cultures pures juxtaposées et en particulier une meilleure utilisation des ressources du sol, exploitées à des diverses profondeurs et à des périodes échelonnées compte tenu des différences de cycle et des comportements des plantes présente dans l'association. Ce qui favorise la protection du sol contre les agents climatiques qui sont particulièrement agressifs en culture pure après le semis du maïs et dans les inter-rangs, accroît la limitation des adventices et dans certains cas réduit les attaques des maladies et d'insectes qui se propagent plus aisément en culture pure (Rouanet, 1984 cité par Irengé 2014).

L'association du maïs avec le haricot serait de ce fait une solution pour accroître le rendement et/ou la rentabilité du fait que le maïs, exigeant en lumière, n'est pas concurrencé par le haricot et contribue, par ailleurs, au développement du haricot (Rouaney 1984). Une bonne gestion du haricot sous le maïs pourrait permettre de réduire le nombre de sarclage sans trop affecter le rendement.

Ce travail se donne comme objectif d'observer les effets des écartements du haricot et des composantes de système de non labour sur la productivité et la production en général dans un champ de maïs. Il est question de vérifier si les écartements de plus en plus serrés réduisent sensiblement les besoins de sarclage et la réduction du travail du sol réduirait les dépenses pour accroître la rentabilité. Le but de ce travail est l'optimisation de production et de la productivité du système associé maïs haricot; il est question de produire plus à moindre coût.

L'intérêt de ce travail est que la pratique des cultures associées par les paysans répond à plusieurs impératives, notamment des meilleures productions sur des petites exploitations inférieure à un hectare, réduction des risques d'échec, de la sévérité des maladies et de la sécheresse, meilleure utilisation de la main-d'œuvre en visant des récoltes plus diversifiées (JP Baudouin et al 2001).

2 GENERALITES SUR LE MAIS ET LE HARICOT

2.1 LE MAIS

2.1.1 ORIGINE

Le maïs est la seule plante d'importance cultivée dont l'ancêtre n'est pas connu. Le maïs a été découvert par Christophe Colomb et est originaire de l'Amérique centrale principalement au Mexique (Rinastovic 2011). Il est cultivé depuis des millénaires en Amérique Centrale. Il aurait été domestiqué dans la région centrale du Mexique à partir de téosinte local. La culture du maïs s'est ensuite propagée sur l'ensemble du continent américain et au Canada puis à partir du XV^{ème} siècle, sur les continents, en zone tropicale comme en zone tempérée. Il serait arrivé en Afrique au XVII^{ème} siècle (anonyme 2002).

2.1.2 DESCRIPTION ET SYSTÉMATIQUE

Zea mays L. est une plante monocotylédone diploïde annuelle ($2n=20$) appartenant à la famille des Poaceae, à la tribu des Maydeae, au sein de laquelle les taxonomistes ont reconnu 8 genres différents; 3 entre eux se rencontrent dans les Amériques et les 5 autres en Asie.

La tige du maïs est herbacée et se subdivise en entre-nœuds, le nombre d'entre nœuds varie de 6 à 20. La hauteur de la tige varie entre 1 et 3,5m. La plupart des types de maïs ne forment qu'une seule tige, mais il existe des variétés formant un certain nombre de tiges secondaires ou talles. Les feuilles se forment à partir des nœuds et se présentent alternativement sur les côtés opposés de la tige.

Le système racinaire est fibreux et s'étend dans toutes les directions. Les racines séminales ou primaires se développent à partir de la graine au moment de la germination et acheminent le gros des besoins nutritifs durant les premières semaines; une fois les plantules bien prises, les racines permanentes ou coronales prennent naissance au nœud inférieur juste en dessous de la surface du sol. Plus tard les racines adventives se développent en plus grand nombre à partir des nœuds situés au-dessus du sol et croissent vers l'intérieur du sol, elles ont pour fonction d'ancrer la plante et la maintenir dans sa position verticale.

Le maïs est une graminée monoïque portant sur la même plante les fleurs mâles et femelles séparées. Bien que le maïs soit auto-fertile, le caractère monoïque de la plante et sa protandrie (le pollen arrive à maturité avant que le stigmate ne soit réceptif) assure une pollinisation croisée de l'ordre de 90 à 95%. L'aigrette ou l'inflorescence mâle est une panicule qui s'étend à partir des feuilles engainantes à la pointe de la tige, elle comprend un certain nombre de branches disposées en spirales autour de l'axe principal; les fleurs mâles ou staminées sont présentées dans les épillets sur les branches. Les étamines se prolongent à l'anthèse et le pollen est libéré par les anthères. On estime que chaque anthère renferme 1000 à 2500 grains de pollen et chaque plante est capable de produire plus de dix millions de grains de pollen. L'inflorescence femelle, appelée épi, se développe sur une courte branche latérale qui émerge de l'aisselle d'une des feuilles du milieu de la tige. Normalement seul un ou deux bourgeons se forment en épi. L'axe central de l'épi, appelé rachis ou rafle, porte des épillets en paires, pourvus chacun d'une fleur fertile en rangées longitudinales. C'est pourquoi chaque épi comportera toujours un nombre égal des rangées de grains. La branche latérale porte des structures ressemblant à des feuilles, les enveloppes ou spathes qui, en raison des entre-nœuds très courts, ne débordent pas seulement, mais recouvrent complètement l'épi. Les styles, aussi appelés soies, sont velus, longs et émergent des spathes à la pointe de l'épi. Lorsque le pollen tombe sur une soie réceptive, le grain de pollen traverse le long style et arrive à l'ovaire puis à l'ovule (œuf) qui est ainsi fécondé. La paroi de l'ovaire et l'enveloppe de l'ovule fusionnent pour former le péricarpe (qui est soudé au tégument).

Le fruit a une seule graine et est appelé caryopse ou grain. Par la fécondation, les deux parties du grain en développement se constituent, c'est-à-dire l'embryon qui deviendra la nouvelle plante et d'endosperme amylicé qui sert de réserve nutritionnelle. Dans les conditions normales les grains arrivent à maturité 50 jours après la fécondation. Le grain de maïs est formé d'un embryon (10 à 13 % du grain), d'un endosperme et d'un péricarpe. La couleur, la structure et la composition chimique du grain peuvent varier: la couleur du grain dépend de la nature du tégument ainsi que de la couche d'aleurone (couche la plus externe de l'endosperme). Les couleurs les plus communes du grain sont le jaune et le blanc; la structure dépend du type et de la nature de l'endosperme (Rinastovic 2001).

2.1.3 IMPORTANCE DU MAÏS

Les utilisations du maïs varient beaucoup selon le niveau économique des pays. Dans ceux à faible revenu, le maïs est voué à la consommation humaine directe sous forme d'épis immatures, de farine ou de semoule. En revanche dans les pays développés, il constitue une matière première pour l'alimentation du bétail, l'industrie de la semoule et celle de l'amidon. Cette dernière est en pleine expansion en

Europe et aux Etats unis (près de 20 % des utilisations domestiques). Ses débouchés sont très diversifiés: produits alimentaires (isoglucose, pectines), chimiques, pharmaceutique, textiles, papetiers.

Les germes de maïs donnent de l'huile qui sert pour l'alimentation humaine, pour la fabrication de margarines, de savons, vernis, de textiles artificiels (Anonyme 2002).

2.2 LE HARICOT

2.2.1 ORIGINE

Le haricot est originaire de l'Amérique centrale et du sud. Il a été domestiqué au Mexique, au Pérou et en Colombie, puis introduit en Europe par Christophe Colomb (<https://fr.wikidictionnaire.xn--orgwikiharicot-idhe/>)

2.2.2 SYSTÉMATIQUE ET DESCRIPTION

Le haricot commun *Phaseolus vulgaris* L, appartient à la sous tribu de Phaseolinae, famille des Papilionaceae (ou Fabaceae) et ordre des légumineuses (ou fabales). Comme chez la plupart des autres espèces de la sous-tribu des Phaseolinae, le nombre chromosomique est $2n=22$. *Phaseolus vulgaris* est une plante herbacée annuelle avec un système racinaire caractérisé par de nombreuses ramifications latérales et adventives le plus souvent localisées en superficie. La germination est épigée (les cotylédons émergent au-dessus du sol).

Les feuilles primaires des plantules sont simples, opposées, stipulées, pétiolées et souvent stipellées. Les stipules sont des appendices foliacés insérés par deux à la base du pétiole tandis que les stipelles sont des appendices insérés par deux à la base de la feuille. Les feuilles adultes, également stipulées, stipellées et pétiolées, sont alternes et trifoliolées. Leurs pétioles canaliculés comportent trois parties avec le pulvillus proximal et distal (respectivement première et deuxième partie renflée), responsable du mouvement de nyctinastie des feuilles c'est-à-dire de l'orientation en fonction de l'angle d'indice de rayons solaires. L'orientation des feuilles s'explique par des mouvements de turgescence dus à l'augmentation de la perméabilité des membranes cytoplasmiques et à l'infiltration du suc vacuolaire dans les espaces intercellulaires.

Les inflorescences sont des pseudo-racèmes, elles ont l'aspect des grappes simples portant sur le rachis plusieurs fleurs géminées de couleur blanche, rose, pourpre ou violettes. En réalité, ces fleurs sont insérées sur des axes latéraux très contractés, qui cessent de croître après la formation de deux ou trois nœuds. Le calice est campanulé avec cinq sépales soudés tandis que la corolle est papilionacée, avec un étendard prononcé au dos de la fleur, des ailes de chaque côté et la carène formée de deux petits pétales soudés; les étamines sont didelphes et disposées en deux cycles. L'ovaire comprimé latéralement contient 4 à 12 ovules. Le stylet est spiralé et le stigmate terminal est dirigé adaxialement. Pour la structure florale, l'anthèse se fait avant l'ouverture de la fleur et la réceptivité éphémère du stigmate favorise l'allogamie naturelle variant entre 1 et 3 %. Les variétés traditionnelles fleurissent en jour cours.

Les gousses sont linéaires, rectilignes ou plus fréquemment recourbées et terminées par un bec, leur structure fibreuse détermine la nature de l'organe consommé. Le fruit contient un nombre très variable de graines (4 à 12) de forme ovoïde, subsphérique ou réniformes et de couleur noire, brune, jaune, rouge, blanche ou marron, avec des marbrures de couleurs et de dessin également très variés. A maturité la graine de haricot ne possède plus d'albumen. Les réserves nutritives sont emmagasinées dans le cotylédon qui représente 90 % de la graine (Baudouin et al 2001).

2.2.3 IMPORTANCE

Les haricots présentent un intérêt dans l'alimentation humaine. Comme beaucoup de légumineuses à graines, ils apportent un sentiment de satiété. Ils sont riches en fibres et en minéraux. Leur consommation contribue à faire baisser le taux de cholestérol et également à l'abaissement du risque d'accident cardio-vasculaire. Beaucoup moins cher que la viande, riche en protéines, le haricot est parfois considéré comme la « viande du pauvre ». Les protéines des haricots sont intéressantes par leur teneur en certains acides aminés essentiels, notamment la lysine, et dans une moindre mesure la méthionine et le tryptophane. Elles complètent heureusement celles des céréales, en particulier du maïs, pauvres en lysine, dans un régime à base de maïs pratiqué traditionnellement chez les Amérindiens (<https://fr.wikidictionnaire.xn--orgwikiharicot-idhe/>).

Les gousses des haricots sont mangées vertes entières (haricots verts), les feuilles peuvent être consommées comme épinards et les graines séchées constituent un aliment très important. La tige est utilisée comme fourrage (anonyme 2002).

3 MILIEU, MATERIEL ET METHODE

3.1 MILIEU

3.1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE



Fig. 1. Territoires, collectivités et principales villes du Sud-Kivu

3.1.2 CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

Bukavu jouit d'un climat tropical d'altitude, subéquatorial ou tropical humide à courte saison sèche. La moyenne annuelle des températures journalières pondérées est de 19,80°C (SAMIR MOHAMED cité par Babunga, 2012).

3.2 MATÉRIEL

On a utilisé les semences de haricots nains (variété NABE 4) et de maïs (variété Z M 627) qui nous ont été fourni par l'ADVS. Comme outils, nous avons utilisé les machettes pour le fauchage, les houes pour le labour, la paille pour couvrir le sol, le mètre ruban pour la mesure des hauteurs. Le tableau 1 synthétise les informations techniques des variétés des cultures utilisées.

Tableau 1. Synthèse des fiches techniques des variétés de haricot et de maïs utilisées dans le travail

Espèce	Haricot NABE 4	Maïs ZM 627
Origine	Kenya; Acc.D6Bean	Rwanda
Type	I (nain)	OPV
Couleur de graine	Brun –marron	Blanche
Taille de graine	large	–
Floraison	46jours	45 jours
Maturité	94jours	152jours
Nombre d'épis	–	2
Hauteur de plant	–	1,5 à 2m
Rendement	800 à 1000kg/ha	2300 à2500kg par ha
Altitude	–	Moyenne et haute
Résistance	Rouille, maladies des taches anguleuses, mosaïque (BCMV)	Résistance aux chenilles légionnaires si elles apparaissent après la floraison; pas résistant aux charbons
Recommandation	Meilleures conditions de climat, sols fertiles; craint les pluies abondantes; pH du sol doit être aux environs de 5,5; Altitude souhaitable se trouve entre 1000-1500m	–

Source: Centre de Recherche de l'INERA-Mulungu, 2016

3.3 MÉTHODES

La méthode utilisée était l'expérimentation en champ, le dispositif expérimental était en split plot avec trois répétitions. Les parcelles mesurent 7,5mde longueur et 6m de largeur. Les facteurs en étude sont:

1. Le facteur écartements des haricots sous le maïs codé F1 et ayant comme variantes F11 = 20×10cm, F12 = 20×20cm et F13 = 20×30cm.
2. Le facteur composante de non labour codé F2 et ayant comme variantes: F21 = Labour, F22 = Labour&paillage, F23 = Paillage sans labour et F24 = Non labour et non paillage (témoin).

Le facteur écartement est principal et de ce fait occupe les petites parcelles de 6×2, 5 m portant 70pieds de maïs aux écartements de 1×0, 5m à raison de deux pieds par poquet. Les parcelles secondaires sont occupées par le facteur composant de non labour et couvrent une surface équivalente à trois parcelles principales, soit 6×2, 5×3 m; elle compte donc 70×3 = 210 pieds de maïs. Le nombre de pieds de haricot est constant pour les parcelles secondaires alors qu'il varie pour les parcelles principales parce que leurs écartements varient aussi. Les nombre de pieds de haricot par parcelle sont de 720 pour F11, 360 pour F12 et 240 pour F13. Tout l'essai mesurait 30,5m de longueur et 22, 5m de largeur. La figure 1 présente le schéma du dispositif expérimental.

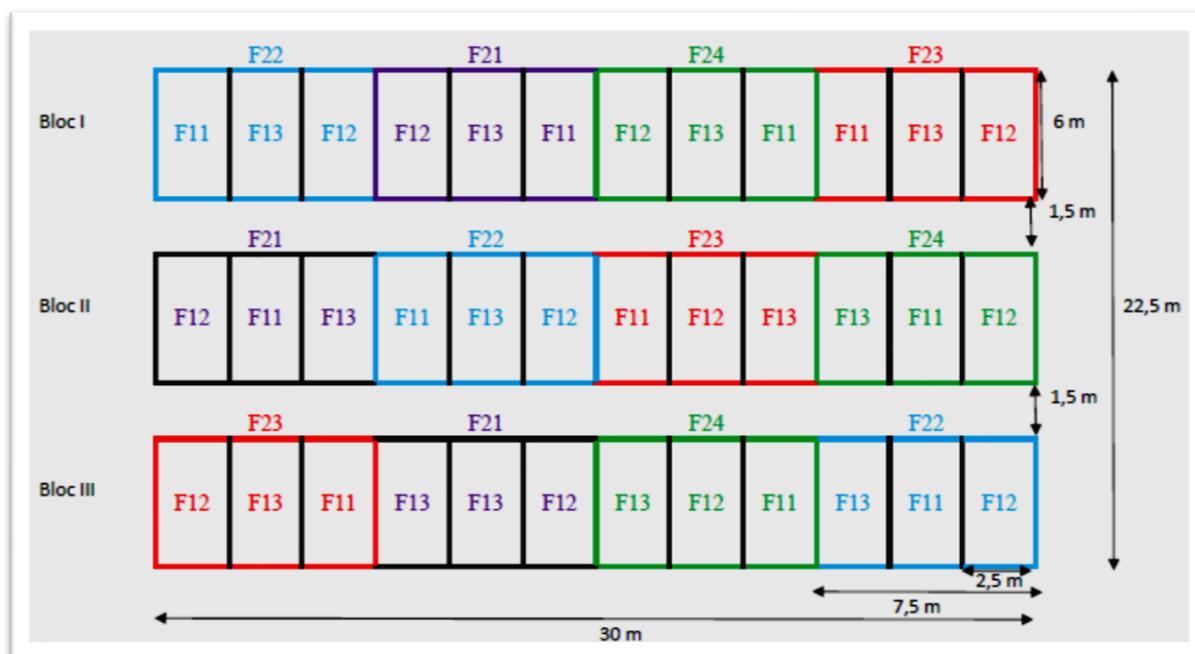


Fig. 2. Schéma du dispositif expérimental

3.3.1 CONDUITE DE L'ESSAI

3.3.1.1 PRÉPARATION DU TERRAIN

La préparation du terrain a consisté au fauchage, labour, paillage et piquetage selon les parcelles.

- **Labour et fauchage:** Le labour a coûté 20\$ soit 24.000 Fc, le fauchage 15\$ soit 12.000 Fc, le paillage 5,583\$ soit 6700fc et le transport a coûté 2,91\$ soit 3500Fc.
- **Semis:** La semis s'est réalisé pendant une semaine du 27-01 au 4-02-2017 à raison d'une répétition par jour.

3.3.1.2 TRAVAUX D'ENTRETIEN

Le haricot comme le maïs ont été semés à raison de 3 graines par poquet pour faire le démariage après la levée, comme on n'avait pas eu assez de temps pour procéder au test de germination avant.

Le sarclage s'est effectué un mois après le semis pendant trois jours c'est-à-dire du 3-03-2017 au 6-03-2017 et a coûté 15\$ soit 19500 Fc. Le deuxième sarclage a coûté 6\$ soit 8100 Fc. Tout se faisait à raison d'une répétition à la fois.

3.3.1.3 RÉCOLTE

- **Le haricot:** La récolte s'est réalisée pour le haricot du 10 au 13 mai 2017 et s'est faite à la main en laissant les pieds des haricots en place, sans les déterrer, et en récoltant seulement les gousses.
- **Le maïs:** La récolte a eu lieu le 29 mai 2017 et s'est faite à la main en laissant les pieds des maïs en place et en ne récoltant que les épis.

Bien que le coût n'a pas été analysé comme paramètre observé, le coût total pour cette expérimentation est de $20\$ + 15\$ + 6\$ + 3\$ + 15\$ + 6\$ + 20\$ = 85\$$, soit $85\$/36 = 2,4\$$ par parcelle, soit une dépense théorique de 1600\$ par hectare. Celle se repartie de cette manière:

Traitement	Coût par parcelle	Coût total par Ha
F22: Labour	$(20+15+2,91) / 36$	
F22: Labour & paillage	$(20+15+5,583+2,91) / 36$	
F23: Paillage sans labour	$(15+2,91) / 36$	
F24: Non labour et non paillage (témoin).	$15/36$	

3.3.1.4 PARAMÈTRES OBSERVÉS

➤ Paramètres végétatifs

- **Le taux de levée:** C'est le rapport des plants poussés sur le total de grains mis en terre et il a été prélevé 10 jours après semis pour les deux cultures, supposant que tous les grains viables ont eu assez de temps pour germer et pousser.
- **Hauteur des plants:** Elle a été sur 3 plants de maïs et de haricot pris au hasard par parcelle en formant un triangle après un mois et à la floraison et s'est effectuée à l'aide du mètre ruban. C'est la distance entre le ras du sol et le bourgeon terminal de la plante en végétation.

➤ Paramètre de rendement: Il s'agit des paramètres qui expliquent le rendement.

1. Haricot

- **Biomasse:** C'est la masse de tout l'appareil aérien de la plante sans le produit utile. Elle a été estimée sur base des 30 plantes observables de la parcelle.
- **Nombre de gousse par plant:** Il a été aussi prélevé en considérant la moyenne de nombre de gousses de 30 plantes observables.
- **Nombre de graines par gousse:** Il s'agit aussi du nombre de graines moyen par gousse des 30 plants observés par parcelle.
- **Poids de cent graines:** C'est le poids d'un échantillon de 100 graines prélevés au hasard dans le lot de graines récoltés pour chaque parcelle. Ce poids se mesure par une balance de précision qu'on a eue au laboratoire de science du sol de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UCB.
- **Poids de graines parcellaire:** C'est la masse totale de graines d'une parcelle à la récolte. Nous avons utilisé une balance de précision pour obtenir ce poids.

2. Maïs

- **Poids de cent grains:** Ce poids a été obtenu en pesant cent grains de maïs par parcelle à l'aide d'une balance de précision.
- **Poids des rafles:** Il consistait à peser les rafles de chaque parcelle à l'aide d'une balance de précision.
- **Poids de grains parcellaire:** Il consistait à peser les grains de chaque parcelle à l'aide d'une balance de précision.

4 RESULTAT ET DISCUSSION

4.1 PARAMÈTRE VÉGÉTATIFS

- Taux de levée chez le maïs en %

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	48,5	48,5	58	88,5	50	52,5	33	50	52,8	60	63,3	63,3
Bloc2	50	63,3	53,3	41,6	40	41,6	41,6	33,3	50	40	63,3	41,6
Bloc3	60	65,7	37,1	70	57,1	51,4	58,5	44,2	72,8	40	34,2	54,28

- Hauteur des pieds de maïs à un moi de végétation

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	34,6	32	25,4	44,6	45	44	27,3	29,3	25	23	29,8	17,3
Bloc2	33	44,6	44,6	47,6	53,6	43	47,6	43,3	26,3	26	30,3	29
Bloc3	33,3	36,3	34,6	34,6	41	39,6	36,3	40,6	41	29,3	32,6	17,3

- Hauteurs des pieds de maïs à la floraison

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	147,3	158,3	140,3	183,3	133	171,3	180	150	144,6	140,3	100,3	83,6
Bloc2	137,6	141,3	175	186,3	188	179,3	176,3	164	137,6	104,6	177,3	105
Bloc3	207	131	191	173,6	148,6	186	180	185,3	186	164,6	129,6	131

4.2 PARAMÈTRE DE RENDEMENT

- Rendement de maïs en tonne/ha

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	1,40	1,75	0,93	1,93	1,66	2,34	1,03	0,95	0,89	0,56	0,94	0,46
Bloc2	0,89	1,46	0,51	1,53	1,23	1,38	1,12	1,38	1,11	0,30	0,35	0,70
Bloc3	1,05	0,40	0,79	0,69	1,31	1,48	0,34	0,96	1,27	0,07	0,33	0,49

- Poids des rafles en gramme

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	567	901,4	430,9	723,1	713,4	875	461,5	274,22	280	344,74	189,9	464,6
Bloc2	595,93	484,47	520,89	850,5	575,4	431,78	200	173,33	672,6	322,66	272,6	614,86
Bloc3	200	173,33	322,66	364,9	206	701,85	371	684,6	53,84	808	234,4	174,1

- Poids sec de cent grains en gramme

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	19,87	17,25	19,51	20,6	22,19	22,34	19,25	18,43	16,53	15,04	13,23	13,63
Bloc2	19,22	13,37	19,91	18,82	20,7	24,44	15,28	14,78	25,85	13,51	13,76	14,04
Bloc3	16,61	19,19	17,17	19,25	15,66	19,71	17,17	21,18	17,65	11,49	11,41	10,13

- Matière sèche chez le maïs en gamme

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	18,9	21,4	21,7	20,1	16,6	21,2	18,2	17,7	17	14,4	13	12,8
Bloc2	18,4	13,76	19,3	18,4	19,8	19,8	14,4	14,3	25,1	13	12,5	19,3
Bloc3	15,8	16,7	16,7	18,4	14,8	18,6	16,9	20,1	16,7	10,8	11	10

- Poids parcelaire des épis en kg

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	1,69	3,77	1,75	0,36	1,97	4,37	1,95	1,13	1,28	1,05	1,41	0,8
Bloc2	2,53	2	2	2,86	1,66	1,75	4,12	2,57	1,11	0,64	0,7	1,36
Bloc3	2,42	1,18	2,73	1,54	1,11	2,19	3,38	2,43	2,43	0,16	1,16	1,04

4.3 LE HARICOT

4.3.1 PARAMÈTRES VÉGÉTATIFS

- Taux de levée chez le haricot en %

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	53,6	67,7	90	79,9	94,4	92	39	90,1	97,2	59,8	68,8	64,4
Bloc2	62,9	89,6	99,2	38,13	72,26	78,4	72	76,8	48	52,1	59,8	94
Bloc3	63,3	68,2	55,6	21,3	44,8	54	29,6	46,6	74,4	39,3	85,3	70

- Hauteurs des pieds de maïs à un moi de végétation en cm

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	34,6	44,6	32	45	25,4	44	23	27,3	29,8	29,3	17,3	25
Bloc2	33	44,3	44,6	47,6	44,6	53,6	26,3	43	26	47,6	30,3	43,3
Bloc3	29	34,6	33,3	33,3	47	36,3	39,6	29,3	36,3	40,6	17,3	41

- Hauteurs des pieds de haricot à la floraison

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	51,6	39,6	43,3	41,3	30,6	36	29,3	77,6	29,3	26,3	26,6	25,6
Bloc2	38	40	41	29,6	29,3	32,6	38,3	36	39,6	32,6	27	27,6
Bloc3	46,3	32	26	23,6	26,6	38,6	28,3	50,3	36,3	22	19,6	26

4.3.2 PARAMÈTRES DE RENDEMENT

- Poids sec de la biomasse des haricots en tonne/ha

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	60	95,80	86,80	52,73	117,20	65,60	92,93	58,33	40,07	77,07	107,40	83,0
Bloc2	81,47	70,47	86,93	116,20	99,40	100,47	32,80	39,47	30,20	123,97	161,13	111,53
Bloc3	37,07	36,13	65,73	60,87	66,07	68,60	26,33	32,73	30,20	69,93	57,73	43,13

- Rendement en tonne par hectare

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
Composantes de non labour	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Ecarterment des haricots												
Bloc1	0,76	1,6	0,84	1,49	1,55	3,39	0,57	0,95	0,72	1,42	1,72	0,54
Bloc2	1,29	1,53	0,99	1,99	1,15	2,22	0,18	1,8	1,47	0,99	0,34	1,23
Bloc3	0,4	0,68	0,3	0,27	0,62	0,85	0,31	1,3	0,08	1,24	0,09	1,27

- Poids de cent graines

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
Composantes de non labour	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Ecarterment des haricots												
Bloc1	43,04	44,49	46,15	53,94	49,06	47	49,33	46,33	51,94	43,38	47,34	43,86
Bloc2	43,38	41,19	45,17	58,82	49,54	51,58	52,85	51,18	53,24	42,06	41,36	51,7
Bloc3	43,74	41,99	48,51	45,62	43,25	49,7	51,43	47,71	51,43	48	40,24	40,57

- Matière sèche des haricots

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
Composantes de non labour	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Ecarterment des haricots												
Bloc1	41,7	41,9	42,8	32	45	25,4	44	23	17,	29,3	27,3	23
Bloc2	33	44,3	44,6	47,6	44,6	53,6	26,3	43	30,33	47,6	26	43,3
Bloc3	41	34,6	33,3	29	36,3	39,6	29,3	36,3	17,3	40,6	32,6	41

- Nombre de gousse par plant

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
Composantes de non labour	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Ecarterment des haricots												
Bloc1	4,7	6,1	5,8	5	7,3	3	5,8	6,8	4,7	2,7	3,4	2,8
Bloc2	4	6,1	6,1	5,4	7,2	6,9	6,7	6,1	4,6	2	3,6	2
Bloc3	2,3	2,3	3,6	3	3,6	6	4,1	6,3	6,2	2	1,5	2,1

- Nombre de graine par gousse

Travail du sol	Labour						Non labour					
	F21			F22			F23			F24		
Composantes de non labour	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Ecarterment des haricots												
Bloc1	3,3	2,4	3,1	3,3	3,1	3,3	3	3,8	3	3	3,8	2,9
Bloc2	2,5	3,6	3,5	3	2,9	3,2	2	3,7	2,7	2,5	2,9	2,3
Bloc3	2,4	2,5	2,8	2,5	2,6	2,5	2,6	2,7	2,8	2,5	2,6	2,8

4.4 PARAMÈTRES ÉCONOMIQUES

- Recette maïs par ha

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	700	966,7	873,3	830,0	466,7	1170,0	280	516,7	470	476,7	230	446,7
Bloc2	446,7	766,7	730,0	613,3	253,3	690	150	560	176,6	690	350	556,7
Bloc3	526,7	346,7	200	653,3	396,7	740	33,3	170	163,3	480	243,3	633,3

- Recette haricot par ha

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	304,0	640,0	336,0	596,0	620,0	1356,0	228,0	380,0	288,0	568,0	688,0	216,0
Bloc2	516,0	612,0	396,0	796,0	460,0	888,0	72,0	720,0	588,0	396,0	136,0	492
Bloc3	160,0	272,0	120	108,0	248,0	340,0	124	520,0	32,0	496,0	36,0	508,0

- Recette globale

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	1004	1606,7	1209,3	1426	1086,7	2526	508	896,7	758	1044,7	918	662,7
Bloc2	962,7	1378,7	1126	1049,3	713,3	1578	222	1280	486,0	1048,7	686,7	618,7
Bloc3	1048,7	686,7	644,7	320	6761,3	1080	157,3	690	195,3	976	279,3	1141,7

- Taux de rentabilité

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	43,0	128,9	213,6	77,0	34,9	72,3	53,2	276,1	170,3	230,5	128,5	138,6
Bloc2	37,1	96,4	95,9	75,0	-11,4	60,4	-33,1	285,9	75,0	130,6	277,5	291,0
Bloc3	-2,2	-11,9	34,1	5,5	-20,0	-54,4	-52,6	251,4	108,0	0,6	-41,1	310,9

- Cout de production

Travail du sol	Labour						Non labour					
Composantes de non labour	F21			F22			F23			F24		
Ecartement des haricots	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13	F11	F12	F13
Bloc1	702,04	702,04	702,04	805,43	805,43	805,43	331,67	33,67	331,67	277,78	277,78	277,78
Bloc2	702,04	702,04	702,04	805,43	805,43	805,43	331,67	331,67	331,67	277,78	277,78	277,78
Bloc3	702,04	702,04	702,04	805,43	805,43	805,43	331,67	331,67	331,67	277,78	277,78	277,78

Le tableau 2 donne l'analyse de la variance du taux de levée du haricot selon les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 2. ANOVA du taux de levée du haricot en pourcent en fonction des composants de non labour et les écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	2751.8	1375.91		
COMPOSANTE DE NL	3	427.3	142.42	0.34	0.7991 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	2528.5	421.42		
ECARTEMENT H	2	4467.2	2233.61	8.54	0.0030 **
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	86.9	14.48	0.06	0.9991 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	4187.1	261.69		
Total	35	14448.8			
Moyenne générale	66.458				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL)	30.89				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)	24.34				

Il ressort de ce tableau qu'il existe des différences significatives entre les différents écartements de haricot. Il est étonnant de constater qu'à la germination les écartements aient une action déjà. La séparation des moyennes en relation avec cet ANOVA est dans le tableau 3.

Tableau 3. Séparation des moyennes du taux de levée en % selon les écartements de haricot

ECARTEMENT H	Moyenne	Groupes homogènes
F13	76.433	A
F12	72.030	A
F11	50.911	B
Alpha	0.05	
Erreur standard de comparaison	6.6042	
Valeur critique de T	2.120	
PPDS	14.000	

Les moyennes suivies d'au moins une même culture ne sont pas significativement différent au seuil de 5%.

Le taux de levée moyen de ce haricot est de 66%, ce qui dénote une mauvaise qualité de la semence. Il aurait été judicieux de faire au préalable le test de germination pour s'assurer de leur qualité avant semis, mais on a fait confiance fournisseur au vu de ses certifications et de son expérience dans le domaine. On constate que le paillage améliorerait la germination du haricot.

Le tableau 4 donne l'analyse des hauteurs des pieds des haricots à un mois de végétation en fonction des composants de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 4. ANOVA des hauteurs des plants de haricot à 1 mois en cm en fonction des composants de non-labour et des écartements

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	171.97	85.984		
COMPOSANTE DE NL	3	558.35	186.118	9.08	0.0120 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	123.05	20.508		
ECARTEMENT H	2	160.70	80.350	5.62	0.0142 *
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	70.48	11.746	0.82	0.5692 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	228.67	14.292		
Total	35	1313.22			
Moyenne générale	26.519				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL)	17.08				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)	14.26				

Il ressort de ce tableau qu'il existe des différences significatives pour ce qui concerne les composantes de non-labour entre les moyennes des hauteurs des haricots associés au maïs. Il est de même pour les écartements de haricot, ce qui est étonnant à un stade aussi jeune. Pour ce qui est des composantes de non labour, il y a lieu de croire qu'en décomposant les végétaux employés comme paillis fertilisent le sol et

maintien une humidité adéquate et régulière pour une croissance assurée des plantules, comme quoi le paillage aurait un effet décisif sur la croissance précoce des plantules. En effet le paillage a un effet sur la microfaune du champ en servant de refuge à de nombreux insectes et microorganismes, dont l'action est décisive pour les plantes cultivées (<https://www.rustica.xn--frarticles-jardin-3rip/pailler-jardin-quand-comment-avec-quel-paillis2034.ht>). On améliorerait ainsi l'eau du sol et l'aération par les actions des êtres vivants se nourrissant de paillage. Selon **Anonyme (2017)** le paillage améliore encore les conditions de culture, en réfléchissant le rayonnement solaire vers les plantes. Par contre il est probable que les écartements de haricot se combinent avec la présence du maïs pour agir très tôt sur le développement de haricot.

La séparation des moyennes de ces hauteurs des plants de haricot à un mois de végétation selon les composantes de non-labour sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Séparation des moyennes des hauteurs de haricot à 1 mois suivant les composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F22	31.656	A
F21	27.444	A B
F24	26.356	B
F23	20.622	C

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	2.1348
Valeur critique de T	2.447
PPDS	5.2237

On constate que le labour assurerait une croissance rapide des plantules et que le paillage aurait tendance à le réduire. En effet le paillage forcerait les plantules à se faufiler avant de pouvoir se développer librement sur base de ses propres moyens vu que les réserves des graines s'épuisent à se frayer un chemin de l'épaisseur de la paille.

La séparation des moyennes des hauteurs des plants de haricot à un mois de végétation selon les écartements de haricot sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6. Séparation des moyennes des hauteurs des plants de haricot selon les composantes de non-labour

ECARTEMENT H	Moyenne	Groupes homogènes
F11	29.092	A
F13	26.550	AB
F12	23.917	B

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	1.5434
Valeur critique de T	2.120
PPDS	3.2718

Les moyennes suivies d'au moins une même culture ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le tableau 7 donne l'analyse de la variance des hauteurs des pieds des haricots à la floraison en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 7. ANOVA des hauteurs des plants de haricots à la floraison en cm en fonction des composants de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	273.80	136.900		
COMPOSANTE DE NL	3	1306.33	435.442	21.89	0.0012 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	119.33	19.888		
ECARTEMENT H	2	54.67	27.334	0.36	0.7024 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	1073.25	178.875	2.36	0.0793 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	1210.88	75.680		
Total	35	4038.25			

Moyenne générale 34.547

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 12.91

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 25.18

Il ressort de ce tableau qu'il existe des différences hautement significatives entre les composantes de non-labour pour les hauteurs des haricots à la floraison; nous pensons que ceci serait due au fait que la matière organique permet à la fois l'alimentation des plantes en libérant éléments minéraux absorbés et le stockage de ces éléments, mais aussi à une meilleure alimentation hydrique des plants (Anonyme, 2002) comme à ce stade, contrairement au stade juvénile, les plants sont dynamiques sur le plan de photosynthèse, d'où l'alimentation hydrique couplée à une insolation adéquate devient de plus en plus crucial.

Les moyennes relatives à cet effet sont reprises dans le tableau 8 qui suit.

Tableau 8. Séparation des moyennes des hauteurs des plants de haricot à la floraison en fonction des composants de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F23	40.556	A
F21	39.756	A
F22	32.022	B
F24	25.856	C

Alpha 0.05

Erreur standard de comparaison 2.1023

Valeur critique de T 2.447

PPDS 5.1441

Les moyennes suivies d'au moins une même culture ne sont pas significativement différent au seuil de 5%.

On constate que le labour influence la rapide croissance des pieds de haricots. Le paillage pourrait renforcer cet effet, ma le labour reste important pour la croissance du haricot. Bien que l'activité de la faune du sol comme les vers de terre et les termites permettent à moyen terme une bonne circulation de l'air (Dexter, 1991) et permette l'infiltration de l'eau (www.nzdl.org>gsdlmod_agriculture_information_module); le labour demeure important pour le haricot, une culture exigeante en ce sens qu'elle craint à la fois tout excès d'eau et un peu de sécheresse. Comme quoi le haricot exigerait à la fois une bonne aération et une alimentation hydrique stricte pour exprimer au mieux son potentiel, ce qui correspondrait à un terrain sous non labour depuis bien assez longtemps pour présenter une structure proche de la perfection.

4.4.1 PARAMÈTRES DE RENDEMENTS

Le tableau 9 donne l'analyse de la variance du nombre de gousses par plante en fonction des composants de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 9. ANOVA du nombre de gousses par plante de haricot en fonction des composants de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	12.124	6.06194		
COMPOSANTE DE NL	3	18.511	6.17037	3.55	0.0875 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	10.441	1.74009		
ECARTEMENT H	2	0.011	0.00528	0.01	0.9947 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	51.281	8.54676	8.59	0.0003 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	15.922	0.99514		
Total	35	108.289			

Moyenne générale 4.5444

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 29.03

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 21.95

Il ressort de tableau qu'il y a un effet hautement significatif de l'interaction entre les composantes de non labour et des écartements entre les plants de haricot. Il y a lieu de croire que le paillage assure une bonne couverture pour limiter les effets de la concurrence des mauvaises herbes et que pendant le paillage se décompose, la couverture du haricot et du maïs prend la relève au fur et à mesure en commençant par les écartements les plus basses.

Le tableau 10 donne la séparation des moyennes du nombre des gousses par plant selon l'interaction des composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 10. Comparaison des moyennes du nombre de gousses par plant selon l'interaction Composante de non-labour x Ecartement de haricot

COMPOSANTE DE NL	ECARTEMENT H	Moyenne	Groupes homogènes
F24	F11	6.4000	A
F22	F12	5.9667	A
F22	F11	5.8667	A
F23	F12	5.5333	AB
F21	F13	5.2667	AB
F24	F13	5.1667	AB
F22	F13	4.8333	ABC
F21	F12	4.4667	ABC
F21	F11	3.6667	BCD
F23	F13	2.8333	CD
F24	F12	2.3000	D
F23	F11	2.2333	D

Alpha 0.05

Erreur standard de comparaison 0.8145

Valeur critique de T 2.120

PPDS 1.7267

Il apparaît que les écartements les plus serrés associés à peu d'actions perturbateur du sol assure le ma meilleure production des gousses, ou, autrement, une réduction de l'avortement des fleurs.

Le tableau 11 donne l'analyse de la variance du nombre de graines par gousse de haricot en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 11. ANOVA du nombre de graines par gousse en fonction de composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	2.03389	1.01694		
COMPOSANTE DE NL	3	0.84111	0.28037	2.41	0.1651 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	0.69722	0.11620		
ECARTEMENT H	2	0.27722	0.13861	1.00	0.3884 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	0.60056	0.10009	0.73	0.6360 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	2.20889	0.13806		
Total	35	6.65889			
Moyenne générale	2.9056				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL)	11.73				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)	12.79				

On remarque de ce tableau que tous les facteurs n'influencent pas du tout le nombre de graine par plant; c'est à croire que c'est un caractère variétal qui ne se laisse pas influencer par l'environnement. Ainsi si le nombre de gousses n'est pas directement influencé par les 2 facteurs en étude et encore moins le nombre de graines par gousse, il est possible que l'augmentation de la densité de plantation au maximum possible soit corrélée avec le rendement. En effet si le nombre de gousses et de graines par plante est fixé, pour influencer la production, il ne resterait plus que d'agir sur le nombre de plantes par unité de surface.

Le tableau 12 donne l'analyse de la variance du poids de 100 graines en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot sous le maïs.

Tableau 12. Analyse de la variance du poids de 100 graines en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	37.290	18.645		
COMPOSANTE DE NL	3	325.390	108.463	9.65	0.0103 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	67.469	11.245		
ECARTEMENT H	2	67.431	33.716	3.25	0.0654 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	38.400	6.400	0.62	0.7141 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	166.008	10.375		
Total	35	701.987			
Moyenne générale	47.226				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL)	7.10				
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)	6.82				

Il ressort de ce tableau que les composantes de non-labour induisent des différences hautement significatives entre les moyennes. Cela proviendrait du fait que le paillage, en enrichissant le sol en matières organiques, minéraux et en une alimentation hydrique adéquate permettrait un meilleur remplissage des graines en optimisant la photosynthèse.

Le tableau 13 donne la séparation des moyennes des poids de 100 graines en gramme en fonction des composantes de non-labour.

Tableau 13. Comparaison des moyennes de poids de 100 graines selon les composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F23	50.604	A
F22	49.834	A
F24	44.279	B
F21	44.184	B
Alpha	0.05	
Erreur standard de comparaison	1.5808	
Valeur critique de T	2.447	
PPDS	3.8680	

Il ressort de ce tableau que la matière le paillage a été déterminante pour améliorer la qualité des graines. Bien que poids de cent graines est un caractère végétal qui est peu affecté par les conditions du milieu (Godderis, 1995 cité par kinenwa 2002), le paillage maintient le sol humide en limitant l'évaporation, il fournit aussi des meilleures conditions de croissance aux plantes, surtout avec paillis végétale, celui-ci se décompose et enrichit le sol en éléments nutritifs (<http://jardinage.lemonde.fr/dossier-677-paillage-definition-vegetaux-utiliser.html>). On dirait que le paillage améliore la photosynthèse qui améliorerait la qualité des graines, sachant la photosynthèse est fonction de l'éclaircissement certes, mais aussi de l'eau et de la respiration. Le nombre de gousses par plant ne change pas directement du fait des 2 facteurs et le nombre de graines par gousse ne change pas du tout; il ne reste plus que la qualité de graines pour faire la différence pour le rendement.

Le tableau 14 présente le taux de matières sèches dans les graines en fonction des deux facteurs en étude.

Tableau 14. ANOVA de teneur en matières sèches des graines de haricot (%) en fonction de composantes de non-labour et les écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	34.842	17.4212		
COMPOSANTE DE NL	3	193.507	64.5024	6.92	0.0225 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	55.954	9.3257		
ECARTEMENT H	2	39.490	19.7449	1.98	0.1705 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	7.167	1.1945	0.12	0.9924 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	159.572	9.9732		
Total	35	490.532			
Moyenne générale		44.087			
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		6.93			
CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		7.16			

Il ressort de ce tableau que les composantes de non-labour influencent significativement la teneur en matières sèches des graines de haricot, ce qui expliquerait aussi le poids de 100 graines. Comme quoi le paillage agirait sur la qualité des graines en optimisant la photosynthèse par une alimentation régulière des plantes en eau et une aération adéquate pour la respiration au niveau des racines du fait des galerie tracées par les êtres vivants du sol qui s'alimentent du paillage. La séparation des moyennes relative à cette analyse de la variance est présentée dans le tableau 15.

Tableau 15. Comparaison des moyennes de taux des matières sèches des graines de haricot en fonction des composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F23	47.136	A
F22	45.522	AB
F21	42.056	BC
F24	41.633	C

Alpha: 0.05

Erreur standard de comparaison: 1.4396

Valeur critique de T: 2.447

PPDS: 3.5225

On voit bien que la présence du paillage fait la différence dans la qualité des graines de haricot.

Le tableau 16 donne l'analyse de la variance du rendement en biomasse de haricot selon les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 16. Analyse de la variance production en biomasse sec de haricot (sans les gousses) en Kg/Ha en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
Bloc	2	6408.0	3203.98		
COMPOSANTE DE NL	3	8969.6	2989.87	6.67	0.0244 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	2688.3	448.04		
ECARTEMENTS HARICOT	2	2275.9	1137.94	1.42	0.2698 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT HARICOT	6	4651.8	775.29	0.97	0.4761 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE NL*ECARTEMENT HARICOT	16	12791.2	799.45		
Total	35	37784.7			

Moyenne générale 68.410

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 30.94

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 41.33

Il ressort de ce tableau que les composantes de non labour induisent des différences significatives. Il est possible que les matières organiques en décompositions en soient les responsables en libérant les minéraux nécessaires dont l'azote pour entretenir la production de biomasse. La séparation des moyennes selon les composantes de non-labour est reprise dans le tableau 17.

Tableau 17. Comparaison des moyennes de rendement en biomasse de haricot selon les composantes de non-labour

COMPOSANTE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F22	83.015	A
F24	79.130	A
F21	68.933	A
F23	42.562	B

Alpha: 0.05

Erreur standard de comparaison: 9.9782

Valeur critique de T: 2.447

PPDS: 24.416

L'analyse de la variance du rendement de haricot en fonction des composantes de non labour et des écartements de haricot est reprise dans le tableau 18 suivant.

Tableau 18. ANOVA de rendement de haricot en T/Ha selon les composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	1.57244	0.78622		
COMPOSANTE DE NL	3	1.09824	0.36608	2.08	0.2039 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	1.05434	0.17572		
ECARTEMENT H	2	0.18611	0.09305	0.85	0.4462 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	1.76261	0.29377	2.68	0.0538 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	1.75349	0.10959		
Total	35	7.42722			

Moyenne générale 0.7078

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 59.23

CV% (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 46.77

On remarque que tous les deux facteurs n'ont pas induit des différences significatives entre les moyennes. Ce qui revient à dire que les différences qui existent entre les calibres des graines ne sont pas suffisantes pour affecter significativement le rendement. Néanmoins cela revient aussi à dire que faire des dépenses supplémentaires dans le labour est superflus autant que dépense plus dans plus de graines n'améliore pas le rendement et devient aussi une dépense superflue.

4.5 LE MAÏS

Le tableau 19 donne l'analyse de la variance du taux de levée de maïs en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 19. ANOVA du taux de levée en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	172.84	86.421		
COMPOSANTE DE NL	3	650.57	216.857	1.18	0.3919 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	1099.10	183.183		
ECARTEMENT H	2	734.12	367.060	2.86	0.0867 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	972.96	162.160	1.26	0.3274 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	2052.88	128.305		
Total	35	5682.46			
Moyenne générale		51.286			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		26.39			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		22.09			

Il ressort de ce tableau que le taux de levée de maïs est de 50% et n'est pas influencé par les facteurs en étude. Ce qui revient à dire que la qualité de la semence qui n'était pas bonne. Heureusement que par mesure de prudence il avait été semé 3 grains par poquet pour faire le démarriage après, ce qui permit d'avoir tous les poquets de maïs en place.

Le tableau 20 donne l'analyse de la variance de la hauteur des plants de maïs après 1 mois de végétation en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 20. ANOVA de la hauteur des maïs après 1 mois de végétation en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	498.04	249.020		
COMPOSANTE DE NL	3	699.98	233.327	4.92	0.0466 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	284.32	47.386		
ECARTEMENT H	2	79.43	39.715	1.80	0.1972 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	900.03	150.005	6.80	0.0010 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	352.97	22.061		
Total	35	2814.77			
Moyenne générale		35.344			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		19.48			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		13.29			

Il ressort des différences significatives entre les moyennes en fonction des composantes de non-labour et des différences hautement significatives entre les moyennes de l'interaction entre les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Le tableau 21 donne les moyennes selon l'interaction des composantes de non-labour et les écartements de haricot au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 21. Séparation des moyennes selon l'interaction des composantes de non-labour et des écartements de haricot

COMPOSANTE DE NL	ECARTEMENT H	Moyenne	Groupes Homogènes
F22	F13	45.733	A
F22	F11	44.533	A
F21	F12	41.167	AB
F24	F11	39.167	ABC
F21	F13	36.633	ABC
F24	F13	36.433	ABCD
F23	F12	35.533	ABCD
F22	F12	35.433	BCD
F21	F11	32.200	CD
F23	F13	29.467	CDE
F23	F11	26.200	DE
F24	F12	21.633	E

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	3.8350
Valeur critique de T	2.120
PPDS	8.1298

Il ressort de ce tableau que les croisements impliquant le labour affichent les meilleures croissances à 1 mois. Cela proviendrait du fait que le labour permettrait un meilleur enracinement des grains et une alimentation hydrique et une aération adéquate aux jeunes plantules.

Le tableau 22 donne la séparation des moyennes selon les composantes de non-labour.

Tableau 22. Séparation des moyennes selon les composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F22	41.900	A
F21	36.667	AB
F24	32.411	B
F23	30.400	B

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	3.2450
Valeur critique de T	2.447
PPDS	7.9403

On remarque que le labour est déterminant dans la vigueur de la plantule, du moins au 1^{er} mois de végétation. Cela viendrait du fait que le labour permettrait un développement rapide des racines de la plantule mettant en place très tôt l'alimentation de la plantule par la photosynthèse en place ou en complément de celle des réserves du grain. En effet la photosynthèse dépend de l'exposition à la lumière, mais aussi de l'alimentation hydrique de la plante par les racines.

Le tableau 23 affiche l'analyse de la variance de la hauteur de la plante à la floraison en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 23. ANOVA de la hauteur de maïs à la floraison selon les composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	3299.4	1649.72		
COMPOSANTE DE NL	3	11486.5	3828.82	12.43	0.0055 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	1848.5	308.09		
ECARTEMENT H	2	1485.6	742.80	1.29	0.3013 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	3223.3	537.21	0.94	0.4963 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	9183.0	573.93		
Total	35	30526.3			

Moyenne générale 156.06

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 11.25

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 15.35

On remarque que seul le facteur « composantes de non-labour » entraînent des différences hautement significatives dans les hauteurs des plantes à la floraison. La séparation des moyennes y relatif est présenté dans le tableau 23 qui suit:

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes homogènes
F22	172.16	A
F23	167.09	A
F21	158.76	A
F24	126.26	B

Alpha 0.05

Erreur standard de comparaison 8.2743

Valeur critique de T 2.447

PPDS 20.246

Si le labour a permis une croissance précoce de la plantule, il ressort de ce tableau que le paillage prend vite le relais à long terme et assure une croissance continue jusqu'à la taille ultime. Le paillage assurerait une alimentation hydrique régulière des plantes et une libération de certains minéraux dans la solution du sol au fur et à mesure de la croissance de la plante.

Le tableau de 24 donne l'analyse de la variance des poids de 100 grains selon les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 24. ANOVA du poids de 100 grains selon les composantes de non-labour et les écartements de haricots

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	34.538	17.2690		
COMPOSANTE DE NL	3	189.343	63.1145	6.65	0.0245 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	56.903	9.4839		
ECARTEMENT H	2	41.085	20.5426	2.05	0.1618 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	7.289	1.2148	0.12	0.9922 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	160.662	10.0414		
Total	35	489.820			

Moyenne générale 44.073

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 6.99

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 7.19

Il ressort de ce tableau que le poids de 100 grains est influencé par le poids de 100 grains, comme ce fut le cas pour les graines de haricot. Ce qui montre que la qualité des produits principaux, les graines de haricot et les grains de maïs sont fortement influencés par les composantes de non-labour.

Le tableau 25 donne la séparation des moyennes selon les composantes de non-labour.

Tableau 25. Comparaison des moyennes selon les composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	Moyenne	Groupes Homogènes
F23	47.069	A
F22	45.522	AB
F21	42.056	BC
F24	41.646	C

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	1.4517
Valeur critique de T	2.447
PPDS	3.5523

Il ressort clairement que le paillage a fait la différence dans la qualité des grains, comme c'est le cas pour le haricot. Cela viendrait de l'optimisation de la photosynthèse liée à une alimentation hydrique adéquate issue de la couverture qui réduirait l'évaporation de l'eau du sol et assurerait une bonne ouverture des stomates. En plus de cela, la couverture en décompositions apporterait des minéraux nécessaires pour un remplissage optimal des grains.

Le tableau 26 donne l'analyse de la variance du rendement de maïs en fonction des composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 26. ANOVA de rendement en de maïs en T/Ha selon les composantes de non-labour et les écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	1.32094	0.66047		
COMPOSANTE DE NL	3	3.04399	1.01466	4.42	0.0579 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	1.37751	0.22958		
ECARTEMENT H	2	0.42704	0.21352	3.63	0.0500 *
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	2.19187	0.36531	6.22	0.0016 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	0.94016	0.05876		
Total	35	9.30150			
Moyenne générale		1.0003			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		47.90			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		24.23			

Bien que le remplissage des grains soit influencé uniquement par les composantes de non-labour, il est étonnant de constater que ce facteur n'influence pas pour autant le rendement en grain, mais c'est plutôt son interaction avec les écartements de haricot qui en plus influencent le rendement de haricot. Cela laisse croire qu'il y aurait une apparition de concurrence de haricot en association sur les performances de maïs. Pour le vérifier, la séparation des moyennes selon cette interaction et les écartements de haricot sont repris respectivement dans les tableaux 27 et 28 qui suivent.

Tableau 27. Séparation des moyennes de rendement en grains selon l'interaction des composantes de non-labour et les écartements de haricot

COMPOSANTES DE NL	ECARTEMENT H	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
F22	F13	1.7333	A
F22	F11	1.4000	A
F21	F12	1.3833	A
F21	F13	1.2033	A
F21	F11	1.1133	A
F24	F11	1.0967	A
F24	F13	1.0900	A
F23	F12	0.8300	B
F22	F12	0.7433	B
F24	F12	0.5500	B
F23	F13	0.5400	B
F23	F11	0.3200	B

Alpha 0.05
 Erreur standard de comparaison 0.1979
 Valeur critique de T 2.336
 PPDS 0.6488

Il faut dire que le tableau n'est pas du tout explicite, raison pour laquelle continuons avec la séparation des moyennes selon les écartements de haricot.

Tableau 28. Séparation des moyennes en fonction des écartements des moyennes

ECARTEMENT DE H	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES
F13	1.1417	A
F11	0.9825	AB
F12	0.8767	B

Alpha 0.05
 Erreur standard de comparaison 0.0990
 Valeur critique 2.120
 PPDS 0.2098

4.6 LES PARAMÈTRES ÉCONOMIQUES

Les dépenses n'ayant pas pu être enregistrées par parcelle pour suivre clairement leurs variations selon les traitements en étude, il été juste été calculé les dépenses totales causées par l'essai, puis ces dépenses ont été divisées également par parcelle. On a ainsi obtenu un total des dépenses de 85\$ pour toute l'étude, sans compter les dépenses des récoltes. Ce qui correspond à 2,4 \$ par parcelle correspondant à 1600\$ par hectare. Il est vrai que cette somme doit être très élevée parce que l'on ne peut négocier les services sur 15 m² de la même manière que pour 1 Ha. En ayant des bases des dépenses pour l'estimation du taux de rentabilité très élevés, ce qui correspondrait aux taux les plus pessimistes possibles.

En considérant l'élimination de certains coûts selon les pratiques y relatives, notamment l'élimination de coût de labour pour le traitement F23 et F24, l'élimination du fauchage et transport pour le traitement F24 et le coût de paillage pour F21, la répartition des coûts par traitements est reprise dans le tableau 29.

Tableau 29. Répartition des coûts de production par traitement

COMPOSANTE NL	N	MOYENNE	ECART-TYPE
F21	9	702,04	0,0000
F22	9	805,43	0,0000
F23	9	331,67	0,0000
F24	9	277,78	0,0000
ECARTEMENT H	N	MOYENNE	ECART-TYPE
F11	12	529,23	238,41
F12	12	529,23	238,41
F13	12	529,23	238,41

Le coût moyen par hectare et par traitement est de ce fait de 530 \$.

Le calcul de ce paramètre a été décomposé en recettes par culture avant de considérer le total de recettes.

Le tableau 29 donne l'analyse de la variance des recettes potentielles de haricot (sur base de prix le plus bas de haricot au marché) selon les composantes de non-labour et des densités de haricot dans le champ.

Tableau 30. ANOVA des recettes de haricot selon les composantes de non-labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	563420	281710		
COMPOSANTE DE NL	3	398188	132729	2.09	0.2029 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	380961	63493		
ECARTEMENT H	2	67206	33603	0.86	0.4415 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	628790	104798	2.68	0.0535 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	624505	39032		
Total	35	2663070			
Moyenne générale		423.78			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		59.46			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		46.62			

On remarque que tous les facteurs n'ont pas du tout influencé les recettes de haricot de manière significative au seuil de 5%. En moyenne, sur les 1600\$ de dépenses, le haricot couvre environ 26,5 % des dépenses consentis sur un hectare.

Le tableau 30 donne l'analyse de la variance des recettes de maïs par hectare selon les composantes de non-labour et des écartements de haricot.

Tableau 31. ANOVA des recettes de maïs par hectare selon les composantes de non-labour et les écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	336102	168051		
COMPOSANTE DE NL	3	768502	256167	4.46	0.0568 ns
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	344427	57404		
ECARTEMENT H	2	106221	53111	3.66	0.0492 *
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	553426	92238	6.35	0.0014 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	232449	14528		
Total	35	2341126			
Moyenne générale		499.91			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL)		47.93			
CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H)		24.11			

On constate que les écartements de haricot et les interactions influencent ce paramètre; ce qui va dans le même sens que le rendement de maïs. Les tableaux 31 et 32 donnent respectivement les séparations des moyennes relatives aux écartements de haricot et l'interaction des écartements de haricot et les composantes de non-labour.

Tableau 32. Séparation des moyennes des recettes de maïs par hectare selon les écartements de haricot

ECARTEMENT H	Moyenne	Groupes homogènes
F13	570.83	A
F11	490.00	AB
F12	438.89	B

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	49.207
Valeur critique de T	2.120
PPDS	104.31

Il ressort de ce tableau que les écartements de haricot les plus larges assurent une meilleure recette de maïs. Cela est directement lié au rendement de maïs qui a été influencé de la même manière. Cela serait dû au fait que des densités très serrées pourraient occasionner une plus grande concurrence au maïs pour l'eau et les minéraux. Le tableau 32 donne la séparation des moyennes des recettes de maïs selon l'interaction entre les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 33. Comparaison des moyennes des recettes de maïs de l'interaction entre les composantes de non-labour et les écartements de haricot

COMPOSANTE DE NL	ECARTEMENT H	MOYENNES	GRUPE HOMOGENE
F22	F13	866,67	A
F22	F11	698,89	A
F21	F12	693,34	A
F21	F13	601,11	AB
F21	F11	557,78	AB
F24	F11	548,89	AB
F24	F13	545,56	AB
F23	F12	415,56	ABC
F22	F12	372,22	ABC
F24	F12	274,44	ABC
F23	F13	270	ABC
F23	F11	154,44	ABCD

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	98.414
Valeur critique de T	2.120
PPDS	208.63

Les combinaisons incluant le labour et le paillage présente les meilleures recettes, quels que soit les écartements de haricot. Il apparait que le test utilisé se montre inefficace pour séparer les moyennes.

Le tableau 33 donne l'analyse de la variance en fonction de la recette totale des parcelles selon les composantes de non labour et les écartements de haricot.

Tableau 34. ANOVA de la recette totale en dollars américains en fonction des composantes de non labour et des écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	1666277	833138		
COMPOSANTE DE NL	3	1929101	643034	5.80	0.0331 *
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL	6	665012	110835		
ECARTEMENT H	2	224951	112475	1.74	0.2075 ns
COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	6	2279431	379905	5.87	0.0021 **
Erreur: BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H	16	1035645	64728		
Total	35	7800416			

Moyenne générale 923.69

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL) 36.04

CV % (BLOC*COMPOSANTE DE NL*ECARTEMENT H) 27.54

Il ressort des différences significatives entre les composantes de non labour et hautement significatives pour l'interaction entre les composantes de non labour et les écartements de haricot.

Le tableau 35 donne les moyennes des recettes totales (recette de maïs et recette de haricot su base du prix du marché local moyen de l'année) en fonction des composantes de non-labour.

Tableau 35. Séparation des moyennes de la recette totale en fonction des composantes de non-labour

COMPOSANTE DE NL	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES
F22	1247.3	A
F21	990.3	AB
F24	849.2	B
F23	608.0	B

Alpha 0.05

Erreur standard de comparaison 156.94

Valeur Critique de T 2.447

PPDS 384.02

Il ressort de ce tableau que le labour améliore la recette des parcelles, mais on remarque que le non labour, produit la même chose, qu'on paille ou pas, ce qui veut dire que le coût de production est déterminant dans la mesure où le gain de recette sur base des travaux supplémentaire de la terre risqueraient de devenir plus faibles que les dépenses consenties.

Le tableau 36 donne les moyennes des recettes totales en fonction de l'interaction entre les composantes de non-labour et les écartements de haricot.

Tableau 36. Séparation des moyennes des recettes totales en fonction de l'interaction entre les composantes de non-labour et des écartements de haricot

COMPOSANTE DE NL	ECARTEMENT H	MOYENNE	GRUPE HOMOGENE
F22	F13	1728.0	A
F21	F12	1201.3	B
F22	F11	1198.9	B
F24	F11	1035.6	BC
F23	F12	955.6	BCD
F24	F13	950.9	BCD
F21	F13	885.1	BCD
F21	F11	884.4	BCD
F22	F12	814.9	BCDE
F23	F13	572.7	CDE
F24	F12	561.1	DE
F23	F11	295.8	E

Alpha	0.05
Erreur standard de comparaison	207.73
Valeur critique de T	2.120
PPDS	440.37

Bien que le labour et le paillage associé aux plus grands écartements affichent la meilleure recette, il est constaté que tous les autres travaux au sol ne se distinguent pas du témoin non labouré ni paillé. Ce qui veut dire qu'il est important de toujours suivre le taux de rentabilité pour éviter de faire des travaux qui rendent le terrain « propre » sans avoir des retombées financières proportionnelles.

Cette observation étant liée à celle du taux de rentabilité des traitements, nous présentons directement l'analyse de la variance selon le taux de rentabilité dans le tableau 34 qui suit:

Tableau 37. ANOVA du taux de rentabilité selon les composantes de non labour et les écartements de haricot

Source	DL	SC	CM	F	P
BLOC	2	52257	26128,5		
COMPOSANTE NL	3	152225	50741,8	24,01	0,0010**
Erreur BLOC*COMPOSANTE NL	6	12682	2113,7		
ECARTEMENT H	2	5867	2933,6	0,70	0,5100
COMPOSANTE NL*ECARTEMENT H	6	127279	21213,2	5,08	0,0043**
Erreur BLOC*COMPOSANTE NL*ECARTEMENT H	16	66811	4175,7		
Total	35	417122			

Moyenne générale	96,236
CV (BLOC*COMPOSANT)	47,77
CV (BLOC*COMPOSANTE NL*ECARTEMENT H)	67,15

Ainsi la tendance est la même que les recettes totales. Les moyennes y relatif sont présentés dans le tableau 36.

Tableau 38. Moyennes du taux de rentabilité selon les composantes de non labour

COMPOSANTE NL	MOYENNE	GRUPE HOMOGENE
F24	205,73	A
F23	83,30	B
F22	54,84	B
F21	41,07	B

Alpha	0,05
Erreur Standard de Comparaison	21,673
Valeur Critique de T	2,447
PPDS	53,032

Il ressort du tableau 36 que le taux de rentabilité est la plus élevée quand on ne fait ni labour ni paillage, autrement quand on sème directement sur le substrat sans le déranger. En effet, les travaux de terrains peuvent présenter des coûts allant de 277 à 805\$ par hectare pour des recettes totales moyennes de 905\$ par hectare, ce qui n'exagère pas les marges. Or les rendements et/ou les recettes par hectare ne sont pas significativement différents entre les parcelles minutieusement préparées et la parcelle.

COMPOSANTE NL	ECARTEMENT H	MOYENNE	GRUPE HOMOGENE
F24	F11	272,83	A
F24	F13	242,33	A
F23	F12	188,07	AB
F22	F13	114,53	BC
F24	F12	102,03	BCD
F23	F13	72,67	CDE
F21	F12	71,13	CDE
F22	F11	48,83	CDE
F21	F13	26,10	CDE
F21	F11	25,97	CDE
F22	F12	1,17	DE
F23	F11	-10,83	E

Alpha	0,05
Erreur standard de comparaison	52,762
Valeur critique de T	2,120
PPDS	111,85

5 CONCLUSION

Ce travail s'est réalisé dans la partie riveraine du Lac Kivu au sud Kivu dans le champ expérimental qui avait pour objectif de tester les effets des écartements de haricots associé aux maïs et composantes de non labour dans les zones riveraines du Lac Kivu.

Pour ce faire un essai a été réalisé les champs expérimentaux se trouvant dans les zones riveraines du Lac Kivu et le dispositif utilisé était le split-plot avec 3 répétitions et 36 parcelles. Le facteur principal était constitué des écartements de haricots avec comme variantes 20x10, 20x20 et 20x30 cm et le facteur secondaire était celui des composantes de non labour ayant pour objets le labour, le paillage après labour, le paillage sans labour et la parcelle non labouré ni paillée servant de témoin. Les parcelles 210 pieds de maïs pour 45m² et les sous-parcelles 70 pieds de maïs pour 15m².

Les paramètres observés ont été:

- Chez le haricot: taux de levée, la hauteur des plants à un mois de végétation et à la floraison, le nombre des gousses par plants, le nombre des graines par gousses par plants, la biomasse sèche, le poids de 100 graines en gramme et le rendement extrapolé à l'hectare
- Chez le maïs: taux de levée, hauteurs des plants à un mois de végétation et à la floraison, poids des rafles, poids des épis, poids de cent grains, le rendement extrapolé à l'hectare.

Les résultats obtenus ont permis de constater que:

- Chez le haricot les paramètres comme le taux de levée des graines, hauteurs des pieds de haricots à un moi de végétations et à la floraison, nombre des graines par gousses par plant de haricot, la biomasse sèche et le poids de 100 graines en gramme ont été influencé par les composantes de non-labour car en se décomposant les végétaux employés comme paillis fertilisent le sol; le paillage a un effet sur la microfaune du champ, en effet la couverture végétale sert de refuge à de nombreux insectes et microorganismes, dont l'action est décisive pour les plantes cultivé; On améliorerait l'eau du sol et l'aération en améliorant par les êtres vivants se nourrissant le paillage; le paillage améliore les conditions de culture en réfléchissant le rayonnement solaire vers les plantes; les paramètres comme le rendement des haricots en tonne par hectare et le nombre des graines par gousse n'ont pas été influencé par les écartements, les répétitions et les composantes de non-labour
- Chez le maïs les paramètres comme le taux de levée des graines, les hauteurs des pieds de haricots à un moi de végétations et à la floraison, le nombre des graines par gousses par plant de haricot, la biomasse sèche et le poids de 100 graines en gramme ont été influencé par les composantes de non-labour car le maïs répond mieux aux apports des matières organiques qui par ailleurs améliore la structure du sol, maintient l'humidité du sol
- On a remarqué que tous les facteurs n'ont pas du tout influencé les recettes de haricot de manière significative au seuil de 5%. Cela serait dû au fait que des densités très serrées pourraient occasionner une plus grande concurrence au maïs pour l'eau et les minéraux
- Les combinaisons incluant le labour et le paillage présentent les meilleures recettes, quels que soit les écartements de haricot. le labour améliore la recette des parcelles, mais on remarque que le non labour, produit la même chose, qu'on paille ou pas, ce qui veut dire que le coût de production est déterminant dans la mesure où le gain de recette sur base des travaux supplémentaire de la terre risqueraient de devenir plus faibles que les dépenses consenties Bien que le labour et le paillage associé aux plus grands écartements affichent la meilleure recette, il est constaté que tous les autres travaux au sol ne se distinguent pas du témoin non labouré ni paillé. Ce qui veut dire qu'il est important de toujours suivre le taux de rentabilité pour éviter de faire des travaux qui rendent le terrain « propre » sans avoir des retombés financières proportionnelles
- Le taux de rentabilité est la plus élevée quand on ne fait ni labour ni paillage, autrement quand on sème directement sur le substrat sans le déranger. En effet, les travaux de terrains peuvent présenter des coûts allant de 277 à 805\$ par hectare pour des recettes totales moyennes de 905\$ par hectare, ce qui n'exagère pas les marges

Eu égard à ce qui précède, l'application du paillage dans l'association maïs haricot augmenterait la productivité du maïs, par contre qu'on labour ou pas on aura le même rendement, qu'on utilise les écartements de 10×10cm, 20×20cm et 30×30cm, on aura le même rendement d'où les dépenses faites pour le labour sont inutiles et les écartements de 20×10cm et de 20×20cm c'est un gaspillage de semences; par contre le taux de rentabilité est la plus élevée quand on ne fait ni labour ni paillage, autrement quand on sème directement sur le substrat sans le déranger.

REFERENCES

- [1] Anonyme, 2002. Mémento de l'agronome CIRAD, GRET, Paris, France: 1600pp.
- [2] Anonyme 2017, <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/pailli>.
- [3] Baudoin.JP; vanderborgh, T; kimani, P.M. et Mwang'ombe, A.W, 2001. Haricot: 337-347.In: Raemaekers (Eds): agriculture en Afrique tropicale, DGCI. Bruxelles 1634ppBaudoin et all.1991a culture et l'amélioration des légumineuses (*Phaseolus lunatus*) en zone tropicale gemoux, Belgique, CTA éd.pays Bas: 209pp.
- [4] IFDC Catalist (catalyser l'intensification Agricole Accélérée pour la stabilité sociale et environnementale), 2010.la gestion de la matière organique du sol, Kigali-Rwanda, 21p Lavabre, 1998. Le desheserbage des cultures tropicales, Maisonneuve&larose, 127p.
- [5] Rouanet, G. 1985 le maïs, maison la neuve et larose, paris 142p.
- [6] Raemaekers, R.H; 2001.L'agriculture en Afrique tropicale AGCD, Bruxelles Belgique; 1634pp.
- [7] Rinastovic, 2001.Le maïs: 44-70In Raemaekers: Agriculture en Afrique tropicale, DGCL, 1634pp.
- [8] <https://www.rustica.fr>articles-jardin>/pailler-jardin-quand-comment-avec-quel-paillis-2034>. Ht
- [9] www.nzdl.org>gsdlmod-agriculture-information-module.
- [10] www.nzdl.org>gsdlmod-agriculture-information-module.
- [11] <https://www.rustica.xn--frarticles-jardin-3rip/pailler-jardin-quand-comment-avec-quel-paillis2034.ht>
- [12] <https://fr.m.wikidictionary.xn--orgwikiharicot-idhe/>.
- [13] <https://fr.m.wikidictionary.xn--orgwikiharicot-idhe/>.
- [14] Babunga, 2013. Essai de l'enfouissement de *tithonia Diversifolia* sur le rendement de maïs dans les conditions édaphoclimatiques de karhale, UCB inédit.
- [15] CIJOLI, C. Réponse de deux variétés bio fortifiées de patates douces (*ipomea batatas*) à différents types d'intrants dans les conditions édapho climatiques de karhale, UCB inédit.
- [16] Mageni, K. 1997. Effet de l'enfouissement des engrais verts (cas de *tithonia diversifolia*) sur la production du maïs (*Zea Mays*) dans les conditions écologiques de Bukavu, UCB inédit.
- [17] Rodrigue, I. 2011. Effet des de la densité de semis et de l'inoculation sur le rendement du soja (SB24) à kabamba, UCB inédit.
- [18] Irengé, C. 2014 Effet d'association haricot et maïs sur la croissance et le rendement de ces deux cultures à Karhale, UCB inédit 38p.
- [19] Molima, D.2014 Contribution à la gestion des mauvaises herbes dans un champ de manioc (*Manihot esculenta*) dans les conditions de Karhale, UCB inédit.
- [20] Mwabenda, M.2013 Effet de la fertilisation organominérale sur le rendement et la concentration en fer et zinc du haricot bio fortifié CODMIB 001 dans les conditions édaphiques de Karhale, UCB inédit 63p.
- [21] Kinenwa, M.2002 Réponse du haricot et du maïs sur l'application du *tithonia diversifolia* dans les conditions de Karhale, UCB inédit.