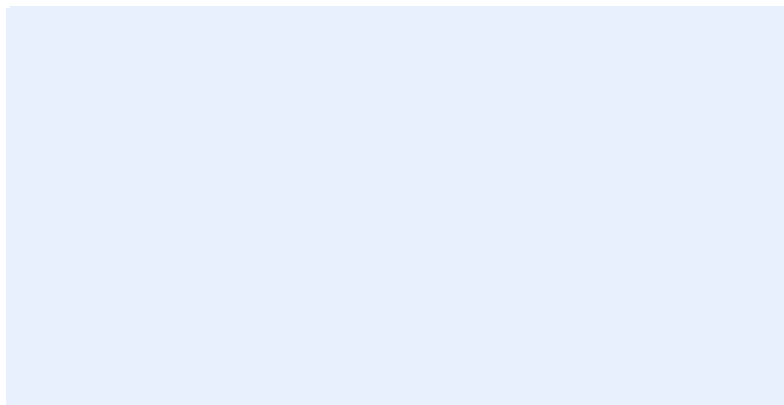


# **Agriculture de Conservation**

## **Manuel du Facilitateur**

### **Session 1: Cours de Base**



# **Manuel du facilitateur pour l'Agriculture de Conservation**

## **Introduction**

L'Agriculture Conservation (AC) s'est propagée au cours des 40 dernières années pour couvrir 105 millions d'hectares de terres agricoles dans le monde (ACT, 2008). L'efficacité de l'AC dans le maintien de l'humidité du sol, l'amélioration de la qualité des sols, l'abaissement des coûts des intrants et la production de récoltes stables et élevées laissent peu de doute qu'elle sera essentielle/centrale dans la création de la sécurité alimentaire dans un monde d'une population croissante et d'incertitude climatique.

Malheureusement, cependant, l'adoption de l'AC chez l'agriculture à petite échelle a été très inférieure à celle de l'agriculture mécanisée à grande échelle. Les défis qui entravent l'adoption de l'AC chez les petits agriculteurs comprennent la grande diversité des cultures et des approches agricoles qui rendent la normalisation des technologies de l'AC pratiquement impossible. Les méthodes et les matériels de vulgarisation trop rigides entravent encore davantage la propagation des technologies de l'AC lorsqu'elles favorisent une approche d'une seule dimension pour couvrir tous.

Ce Manuel du Facilitateur de l'Agriculture Conservation vise à relever ces défis en renforçant l'adaptation et la diversité dans tous les aspects de sa production et de sa dissémination. Les matériels présentés ici sont de nature agronomique, mais assez simples pour être compris par les agriculteurs possédant peu d'éducation formelle. En les reproduisant uniquement sous forme électronique, sans droit d'auteur, nous espérons qu'ils seront partagés largement, adaptés et améliorés par chaque personnel de terrain du projet qui les utilise.

## **Comment utiliser ces matériels de formation pour l'Agriculture de Conservation**

Ces matériels de formation sont organisés dans des modules conçus pour faciliter les discussions avec des groupes de 10-25 agriculteurs. Les modules de base suggérés incluent:

1. Analyse de la situation: Pourquoi l'AC?
2. Travail minimal du sol avec les trous de plantation,
3. Importance de la Couverture du Sol,
4. Plantation avec Précision,
5. Cultures de couverture
6. Gestion de mauvaises herbes dans l'Agriculture de Conservation,
7. Gestion des résidus de récoltes.

Ces modules de base peuvent constituer le curriculum pour la formation des fermiers dans la 1<sup>ère</sup> année du projet d'AC. Vous pouvez cependant décider que, selon votre contexte, un ou plusieurs de ces modules ne soient pas pertinents. Alternativement, vous pouvez décider qu'un autre sujet soit ajouté pour créer un programme de formation constant lors de la 1<sup>ère</sup> année. Au cours de la 2<sup>ème</sup> année et au-delà, d'autres sujets devraient être ajoutés pour aider les agriculteurs à aller au-delà de ces concepts de base. Des modules pour des sujets supplémentaires (par exemple, AC avec attraction animale, Agroforesterie, stockage post-récolte, etc.) sont en cours d'élaboration et seront publiés sur le site Web de l'ACT <http://caguide.act-africa.org/>.

Les différents modules sont conçus pour être enseignés, suivis de plusieurs semaines au cours desquelles les participants vont rentrer chez eux et mettre en pratique ce qu'ils ont appris. ***L'alternance de la formation et de la mise en pratique au cours du cycle végétatif, est un moyen***

***beaucoup plus efficace d'enseigner aux agriculteurs que de tenir un long atelier au début de la saison.*** Pour en savoir plus sur la constitution de cycles de formation efficaces, voir ***Annexe A***.

Chaque module comprend 3 outils de formation:

1. ***Manuel du Facilitateur***- Ce document guidera les facilitateurs lors qu'ils dirigent des groupes d'agriculteurs. Ils ont été créés au format MS Word et ***ne*** sont pas protégés par le droit d'auteur. Nous vous encourageons donc à l'adapter, à les personnaliser et à les traduire en fonction de votre contexte de formation particulier.
2. ***Affiche*** - Les affiches sont conçues pour aider les agriculteurs à visualiser les concepts présentés dans chaque cours. Ils sont créés dans plusieurs formats. Les fichiers en PDF sont conçus pour être imprimés sur un grand format (taille A1) par une imprimerie professionnelle. En tant que tels, ils sont plus difficiles pour la plupart des utilisateurs à éditer sans logiciel de conception. Nous serons heureux de faire ces modifications pour vous si vous nous envoyez un message email expliquant les changements que vous souhaitez. Les versions MS Word des affiches peuvent être plus faciles à modifier, mais elles se traduiront par des images de mauvaise qualité si elles sont imprimées sur des supports plus larges qu'A4.
3. ***Livret des Agriculteurs*** - Pour chaque leçon, nous avons préparé un livret destiné à être imprimé et distribué aux agriculteurs participants. Les leçons de base ont été combinées dans une grande brochure pour faciliter l'utilisation. Les livrets des Agriculteurs sont également au format MS Word, et nous vous encourageons à les adapter, à les personnaliser et à les traduire en fonction de votre contexte de formation particulier. Les images peuvent être remplacées par celles qui sont locales et qui ont plus de pertinence. Les exercices pratiques et les questions de discussion devront peut-être être aussi adaptés aux cultures et systèmes agricoles locaux. N'hésitez pas à mettre le logo de votre organisation sur la couverture pour promouvoir votre propre «marque». Bien que ce livret ne soit pas protégé par le droit d'auteur, nous vous demandons de garder la dernière non modifiée afin que d'autres qui pourraient être intéressés à utiliser nos matériels sauront d'où ils sont venus.

### **Pourquoi utiliser une approche de poser des questions lors de la formation?**

L'utilisateur de ce Manuel peut être surpris de constater qu'il comprend plus de questions que de faits!! Cette approche réside dans la conviction que le meilleur apprentissage vient lorsque les facilitateurs et les participants se rejoignent dans un véritable dialogue. Les facilitateurs peuvent apporter des connaissances sur le contexte scientifique, mais les agriculteurs connaissent mieux la réalité de leur communauté et système agricole. Le système d'enseignement, où un enseignant parle et les étudiants reçoivent passivement des informations, est remplacé par un dialogue dans lequel toutes les parties discutent la réalité de leur vie, et travaillent ensemble pour identifier les solutions et les plans d'action.

Cette approche, qui sort du travail de l'éducateur Brésilien, Paulo Freire, repose sur des questions critiques «ouvertes», pour lesquelles il existe de nombreuses réponses possibles, plutôt que des «questions fermées», qu'un enseignant pourrait utiliser pour mener un étudiant à une réponse prédéterminée. Pour cette raison, il est crucial que le Facilitateur permette au groupe des agriculteurs de prendre le temps de présenter leurs idées et de ne leur compléter que si le groupe n'a pas suffisamment d'expérience ou de connaissance au problème abordé. Les affiches et les livrets des agriculteurs peuvent aider ces discussions en illustrant le problème en question, mais ils devraient également être utilisés en posant des questions, permettant aux participants de discuter et de découvrir eux-mêmes ce que les affiches et livrets représentent plutôt que d'avoir le Facilitateur expliquer ce qu'ils veulent dire.

En fin de compte, le processus de poser des questions devrait amener les participants à élaborer un plan d'action. Après avoir mis leur plan en pratique, ils devraient revenir et discuter de ce qu'ils ont appris de leurs expériences. Ce cycle de réflexion suivi d'une action, suivi d'une réflexion accrue, devrait être répété tout au long de la période de formation et résultera non seulement dans un apprentissage approfondi, mais aussi par la prise en charge par les agriculteurs des solutions qu'ils ont contribué à développer. Pour en savoir plus sur les approches de formation Freirienne, consultez les ressources à l'*Annexe C*.

### **Quelques conseils à l'approche de poser des questions lors de la formation:**

1. Afin de permettre à tous les participants de contribuer à la discussion, les groupes ne devraient jamais dépasser 25 à 30 agriculteurs. Une taille de groupe idéale est 15-20.
2. Ces leçons DOIVENT être enseignées dans la langue maternelle / langue locale. Passez du temps à rechercher et à préparer une terminologie que le villageois le plus simple comprendra. N'utilisez PAS les termes techniques que vous avez appris dans une autre langue.
3. Préparez-vous à fond pour poser les questions critiques dans votre plan, mais préparez-vous aussi aux membres de groupe qui vous poseront des questions conduisant dans d'autres directions! S'ils soulèvent des questions inattendues, mais liées, qui contribuent au processus d'apprentissage, laissez la discussion aller dans ce sens. Si, d'autre part, un participant soulève un problème qui distrait le sujet en question, ramenez délicatement la discussion sur la bonne voie.
4. Préparez-vous à fond en lisant les ressources en la matière et en discutant avec vos collègues et mentors, mais soyez prêts à dire «Je ne sais pas» lorsque les participants soulèvent des questions au-delà de votre expertise. Ils vous respecteront davantage si vous leur dites que vous reviendrez avec une réponse, que si vous essayez de faire quelque chose de hasard!

Adapté des matériels de formation développés par:

- Canadian Foodgrains Bank
- Africa Conservation Tillage Network
- Avec le soutien du Ministère Affaires mondiales Canada

#### **African Conservation Tillage Network**

PO Box 14733, Westlands  
Nairobi 00800 Kenya

Phone +254 204 451 391  
[www.act-africa.org](http://www.act-africa.org)



# **Évaluation de la Situation: Pourquoi l'Agriculture de Conservation?**

## **Manuel du Facilitateur**

### **Résultats d'Apprentissage - Les participants auront à:**

1. Analyser leur situation actuelle et les facteurs contribuant à l'infertilité du sol / faible production végétale / insécurité alimentaire,
2. Comprendre ce qu'est l'Agriculture de Conservation et son potentiel pour résoudre les contraintes qu'ils ont identifiées,
3. Décidez s'il faut essayer l'Agriculture de Conservation dans leurs champs.

**Les prérequis:** Aucun. Ce cours est utilisé pour motiver les groupes à commencer à essayer l'Agriculture de Conservation. Il est souvent présenté à un groupe plus vaste dans la communauté, afin que les individus puissent décider s'ils veulent adhérer au projet et recevoir une formation complémentaire.

**Calendrier de ce cours:** Ce cours devrait avoir lieu 3 à 4 mois avant la plantation afin que les participants aient assez de temps pour assister aux autres cours et se préparer avant que les pluies ne commencent.

### **Les références:**

Agriculture de Conservation; Un manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique.  
2005. <http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

### **Matériels Requis:**

1. Tableau déroulant ou papier grand format,
2. Marqueurs magiques,
3. Affiches de "Alors (Ainsi)-Maintenant" et de l'"Agriculture de Conservation",
4. Une personne âgée respectée dans la communauté qui a accepté de partager sur la façon dont la situation a changé au cours de leur vie,
5. Un agriculteur qui a réussi avec l'AC dans la même communauté ou une communauté aussi proche que possible.

### **Préparation:**

1. Si possible, prévoyez de tenir cette formation au champ sous l'AC de l'un des agriculteurs accompagnés, ou bien assez proche pour faciliter la visite pendant la formation.
2. Préparez votre témoignage sur la façon dont votre communauté a changé.
3. Expliquez à la personne âgée respectée quelles questions vous aurez à lui poser au cours de la leçon.
4. Examinez toutes les questions de discussion et soyez prêt à guider la discussion de manière appropriée.

## Activités d'apprentissage (Temps total requis = 2 à 2½ heures)

### I. Introduction (30 minutes)

#### A. Montrer l’Affiche: “Analyse de la Situation”

1. Demandez-les de décrire ce qu'ils voient sur la photo en haut,
2. Demandez-les de décrire ce qu'ils voient sur la photo en bas.

#### B. Questions de discussion:

1. Quelle est la différence entre les deux images? Pourquoi?
2. Lequel des deux endroits préféreriez-vous cultiver? Pourquoi?
3. Quel endroit possède des sols fertiles? Comment pouvez-vous le dire?
4. Pourquoi le sol sur l'image du bas s'est-il dégradé?



### II. Leur témoignage (30 minutes)

#### A. Demandez à une personne âgée qui vivait longtemps dans le village de partager son expérience sur sa communauté.

##### 1. Demandez les questions d'interview suivantes pour les aider à expliquer comment la situation a changé au cours de leur vie:

- a) Quelle était la situation dans votre champ et dans votre environnement lorsque vous étiez très jeunes?
- b) Quels changements avez-vous observé?

#### B. Questions de discussion (pour l'ensemble du groupe à répondre):

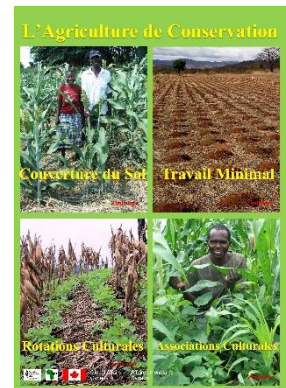
1. Qu'est-ce que vous avez entendu ? (Écrire sur un flip-chart) – le passé contre le présent),
2. Qu'est-ce qui a causé les changements qu'ils ont décrit?
3. Que se passera-t-il si ces changements continuent?
4. Que faites-vous actuellement pour éviter ces problèmes?
5. Voulez-vous apprendre d'autres façons d'éviter que cela continue dans votre communauté ? C'est une question-clé, alors assurez-vous qu'ils sont intéressés avant de passer à autre chose. Ne vous précipitez pas.

### III. Qu'est-ce que c'est l'AC: (30 minutes)

#### A. Montrer l'affiche sur l'Agriculture de Conservation

#### B. Questions de discussion:

1. Que voyez-vous dans ce champ, qui est différent de ce qui caractérise la plupart d'autres champs dans la communauté?
2. Connaissez-vous quelqu'un de la communauté qui utilise ces méthodes ?



#### C. Décrivez les Principes de l'Agriculture de Conservation (voir l'affiche pour illustration)

1. Couverture permanente du sol (avec paillis (matériaux secs) et / ou plantes vivantes),
2. Travail Minimal,
3. Rotation des cultures et / ou association.

#### D. Inviter les agricultures pratiquant l'AC à expliquer leur expérience avec l'AC

### IV. Pourquoi utiliser l'AC ? (30 minutes)

#### A. Questions de discussion:

1. Quels bénéfices attendez-vous qu'un agriculteur obtienne de cultiver de cette façon? **Permettez-leur de donner leurs idées premièrement, mais assurez-vous qu'ils discutent des avantages potentiels suivants:**
  - a) Moins de problème avec l'humidité (infiltration d'eau élevée et l'évaporation moins élevée)
  - b) Moins d'érosion de sols
  - c) Rendements élevés
2. Ces avantages contribuent-ils à résoudre les problèmes que nous avons énumérés sur le flip-chart?
3. Comment?
4. Quels sont les défis possibles dans l'adoption de l'AC?

### V. Discussion concluante (10 minutes)

1. Résumez ce qu'ils ont discuté.
2. Demandez s'ils ont des problèmes non répondus.
3. Demandez-leur s'ils souhaitent essayer l'AC dans leurs champs. **Ce ci est une question-clé car ils décident de rejoindre le projet ! Donnez-leur assez de temps pour discuter et décider.**
4. S'ils disent "oui", décidez un moment et un lieu de retour pour une formation pratique.

## Labour Minimal avec les trous de Plantation - Manuel du Facilitateur

### Résultats d'Apprentissage - Les Participants auront à:

- 1) Apprécier les avantages du labour minimal
- 2) Comprendre l'importance des écartements des plantes et décider de l'écartement qu'ils utiliseront dans leurs parcelles sous l'AC
- 3) Acquérir les compétences et les techniques nécessaires pour creuser des trous de plantation dans le cadre de l'AC avec une houe

**Calendrier de ce cours:** Cette leçon devrait avoir lieu 2 à 3 mois avant la plantation afin que les participants aient le temps de préparer leurs terres avant que les pluies ne commencent.

**Prérequis:** Afin de profiter pleinement de cette formation, les participants devraient déjà avoir participé aux leçons suivantes:

1. Analyse de la situation: Pourquoi l'AC?
2. Agriculture sur les courbes de niveau - *Si la plupart de terrains de la région sont en pente, les lignes de plantation doivent suivre les courbes de niveau plutôt que suivant les lignes droites. Les participants devraient recevoir une formation sur l'agriculture avec les courbes de niveau dans le cadre de leur formation AC.*

### Les références:

Agriculture de Conservation ; Un manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique. 2005.<http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

### Matériels Requis:

1. 2 affiches: "Alors-Maintenant" et "Labour Minimal" (Trous et houes mécanisées),
2. Trois épis de maïs: petite, moyenne et grande (fraîches ou sèches),
3. Une poignée de semences de maïs,
4. Houes (au moins 1 pour chaque deux participants),
5. Ruban de mesurage ou règle,
6. Machette ou couteau pointu pour couper des bâtons de mesure,
7. 2 bâtons, d'au moins 1 mètre de longueur pour chaque participant devant couper pour mesurer l'écartement des plantes,
8. 4 piquets en bois plus lourds pour le maintien de la corde de plantation,
9. Cordes de plantation (assez pour 2 longueurs de la parcelle de démonstration).

### Préparation:

1. Recherchez les recommandations du service de vulgarisation local pour les écartements des plantes pour toutes les cultures qui seront plantées dans des parcelles de l'AC (voir l'annexe B pour quelques exemples),
2. Pratiquez toutes les démonstrations,
3. Révissez toutes les questions de discussion et préparez-vous pour guider une discussion de manière appropriée.



**Activités d'apprentissage** (Temps total requis = 3 à 4 heures).

## **I. Labour Minimal - Introduction (1 heure)**

### **A. A. Montrer l'affiche de la formation sur l'analyse de la situation - Questions de discussion:**

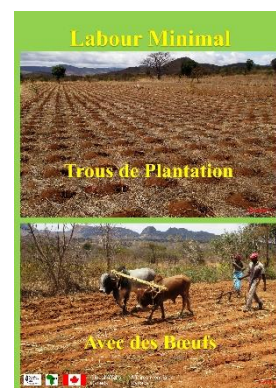
1. Que souvenez-vous de notre discussion du passé et du présent la dernière fois
2. Autrefois (se référer à l'image ci-dessus), les agriculteurs labouraient-ils des terres avant la plantation?
3. Pourquoi les gens labourent ou creusent-ils leurs champs aujourd'hui?



### **B. Expliquer que le but de cette leçon est d'apprendre la façon de cultiver sans toutefois faire le labour**

### **C. Montrer l'Affiche de Labour Minimal – Questions de discussion:**

1. Que voyez-vous sur l'image ci-dessus, qui est différent de ce que la plupart des agriculteurs pratiquent aujourd'hui ?
2. Comment les mauvaises herbes sont-elles contrôlées?
3. Aura-t-on besoin de plus de travail ou de moins de travail comparé au labour normal des champs entiers dans cette méthode ?
4. Qu'arrivera-t-il aux cultures plantées de cette façon s'il y a une période sèche après la plantation? *Référez-vous au dessin dans le livret du paysan et expliquez la profondeur appropriée pour les trous de plantation.*
5. Que voyez-vous sur la photo d'en bas? *Expliquez que l'AC peut également être faite avec des bœufs, mais au cours de cette première année, nous commencerons par des trous creusés à la main.*



## **II. Discussion et Démonstration sur la Densité de Plantation (1 heure)**

**A. Questions de discussion** (La discussion suivante est conçue pour un système agricole où le maïs est la principale culture. Si une culture différente est plus importante dans votre région, repensez plutôt à cette discussion pour aborder les techniques de plantation pour cette culture):

1. Placez 2-3 graines de maïs en groupes à 30 cm de distance sur le sol où le groupe peut voir.

- a) À quoi ressembleront les plantes si nous plantons dans des trous qui sont ainsi rapprochés?
  - b) Comment ressembleront les épis? *Montrez-le petit épis de maïs pour les aider à visualiser comment ils ressembleront*
2. **Placez 2-3 graines de maïs dans des groupes** à 100 cm de distance sur le sol où le groupe peut voir.
    - a) Comment ressembleront les plantes si nous plantons dans des trous qui sont ainsi très éloignés?
    - b) Comment ressembleront les épis? Montrez-les le large épis de maïs pour les aider à visualiser comment ils ressembleront.
    - c) Comment ces plantes produiront-elles par are ou par hectare?
  3. Montrez-les tous les trois épis: grand, moyen et petit.
    - a) Lequel de ces épis provient d'un champ qui a été planté à un bon écartement?
    - b) Quel champ produira le plus par are ou par hectare? (*Réponse: le champ avec les épis moyens. Il peut avoir moins de maïs par plante, mais il produira plus de grains par hectare parce qu'il y a plus de plantes*).
  4. **Démontrez un écartement maximal des plantes selon les recommandations locales de vulgarisation.** Mesurez l'écartement recommandé et placez 2 à 3 graines de maïs à chaque trou de plantation où le groupe peut voir. Expliquez que, alors que c'est un écartement recommandé, les agriculteurs devraient ajuster leurs densités de plantes selon leurs conditions locales.
    - a) Quels sont les facteurs pouvant aussi influencer les écartements de plantation? *Permettez aux participants de répondre, mais assurez-vous qu'ils mentionnent la fertilité du sol, les pluies anticipées, les associations des cultures, etc.*
  5. Quels écartements de maïs devrions-nous utiliser dans nos champs d'AC cette saison?
    - a) **Aidez-les à discuter et à ajuster les écartements de plantation « recommandés »** pour s'adapter à ce qu'ils estiment être le mieux dans leur situation. Certains estiment qu'ils ont besoin des écartements différents que d'autres. C'est bon tant qu'ils partagent leurs raisons de le faire.
    - b) **Chaque participant a coupé 2 bâtons de mesure**, 1 avec l'écartement entre les lignes rangs qu'ils ont choisi et 1 avec l'écartement sur la ligne
    - c) **Résumez leur discussion** pour eux. Félicitez-les pour leur sagesse !

### III. Démonstration: Préparation des Trous de Plantation (1 heure)

#### A. Creusement du trou: Travaillez avec les participants. *Ne vous mettez pas à superviser!*

1. Si les mauvaises herbes ont poussé dans les champs, commencez par dégager avec de la machette ou une houe très peu profonde. Laissez tous les résidus des herbes sur le champ sauf s'il y'a des graines qui pourraient poser des problèmes après la plantation.
2. Étirez la corde de plantation le long d'un côté du champ.
3. Creusez des trous de plantation le long de cette corde à l'aide d'une manche de mesurage à l'intérieur de la rangée, préparée lors de la discussion sur la densité de plantation (ci-dessus). Les trous devraient avoir 15 cm de profondeur si les

agriculteurs utilisent du compost ou du fumier, ou la moitié de ces profondeurs s'ils utilisent des engrais.

4. Déplacez la corde de plantation en utilisant la manche de mesurage entre les lignes (rangs) préparé ci-dessus.
5. Creusez la deuxième rangée en utilisant des trous de plantation de première rangée comme indicateur.
6. Après avoir creusé les trous de plantation pour la moitié du champ, démontrez des méthodes plus efficaces pour la plantation sur les lignes, telles que celles de l'Addendum A, à la fin de cette leçon.

#### **IV. Discussion concluante (30 minutes)**

##### **A. Questions de discussion:**

1. Quels sont les avantages que vous voyez avec cette méthode?
2. Quels sont les inconvénients que vous voyez avec cette méthode?
3. Quelles sont les étapes supplémentaires avant la plantation de la culture?
4. Demandez-les s'ils ont des questions non répondues.
5. Encouragez-les à préparer leurs propres champs avec un labour minimal à la maison avant la prochaine saison de formation.
  - a) Aidez-les à définir un objectif pour une superficie de champ appropriée (devrait être d'au moins 20 m x 20 m, mais pas plus de 40 m x 40 m où ils peuvent avoir de difficulté à trouver suffisamment de paillis).
  - b) Soulignez l'importance de préparer un champ à côté de la même taille, en utilisant des méthodes conventionnelles, de sorte qu'ils aient un champ témoin pour comparer avec le champ AC.
  - c) Demander aux volontaires d'accueillir la prochaine séance de formation.
  - d) Indiquez que vous les visiterez pour les encourager et pour répondre à toute question qui pourrait survenir.

#### **V. Addendum: Méthodes de Labour efficaces pour la plantation linéaire à la main** *(ces méthodes ont été tirées d'agriculteurs innovants. Encouragez vos agriculteurs à trouver d'autres moyens de labour efficaces de planter tout en maintenant un espacement constant).*

##### **A. 2 personnes, 2 cordes**

1. Creusez les trous de plantation en première rangée comme indiqué dans le plan de cours ci-dessus.
2. Demandez à 2 personnes de placer 2 cordes de plantation pour les deux rangées suivantes (rangées 2 et 3).
3. Demandez aux mêmes 2 personnes de creuser des bassins pour les rangées 2 et 3, en commençant par les extrémités opposées du champ.

4. Quand ils finissent leur rangée, ils déplacent les 2 cordes pour marquer les rangées 4 et 5
5. Continuez à creuser 2 lignes à la fois.

**B. 1 personne, 2 cordes**

1. Étirez les cordes pour la rangée 1 et la rangée 2,
2. Creusez les trous de plantation dans la rangée 1 en utilisant le bâton de mesurage comme indiqué dans le plan de cours ci-dessus,
3. Déplacez l'extrémité proche de la corde dans la rangée 1 à la rangée 3. (La corde va maintenant s'asseoir à un angle diagonal d'une extrémité de la rangée 1 à l'extrémité opposée de la rangée 3),
4. Creuser des trous de plantation pour la rangée 2 suivant la 2ème corde. (Vous traverserez la corde diagonale à mi-hauteur de la rangée),
5. Déplacez l'autre extrémité de la 1ère corde à la rangée 3 de sorte qu'elle soit maintenant droite, et la fin de la 2ème corde au début de la rangée 4 (elle se tiendra maintenant en diagonale). Creusez la rangée 3 et continuez à creuser des trous des lignes supplémentaires, en déplaçant les deux cordes de la même manière à chaque extrémité du champ.

## **Importance de la Couverture du Sol - Manuel du Facilitateur Agricole**

### **Résultats d'Apprentissage - Les participants auront à:**

- 1) Comprendre l'importance de la couverture du sol dans la conservation de l'eau et du sol,
- 2) Identifier les bonnes sources locales de paillis,
- 3) Comprendre les défis de la couverture du sol et identifier les moyens de réduire ces risques.

**Calendrier de ce cours:** Ce cours devrait se dérouler 4 à 6 semaines avant la plantation afin que les participants aient le temps de collecter les paillis avant la pluie. Ce cours est souvent enseigné avec la leçon sur la plantation avec précision.

**Prérequis:** Afin de profiter pleinement de cette classe, les participants devraient déjà avoir participé aux cours suivants:

1. Analyse de la situation: Pourquoi l'AC?
2. Travail minimal de champs avec les trous de Plantation.

### **Les références:**

Agriculture de Conservation ; Un Manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique.  
2005. <http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.  
Série d'information n° 3: Gestion des Résidus de Cultures et Cultures de Couverture.  
<http://www.act-africa.org/libmain.php?com=5&com2=20&com3=64&com4=>

### **Les Matériels Requis:**

1. Terrain agricole près du site de formation (de préférence avec une pente suffisante pour que l'eau se déverse). Si la terre n'est pas disponible, la démonstration peut se faire en coupant un bidon de 20 litres en demi-longueur et en remplissant chaque moitié avec du sol,
2. Mètre Ruban (mesurage),
3. 6 piquets en bois,
4. Matériel de paillage suffisant pour couvrir un terrain de 1 m x 1 m et 2-3 cm d'épaisseur,
5. Arrosoir de 8-10 litres avec tête d'arrosage,
6. 16 litres d'eau,
7. Affiche: "Combien est Assez de Couverture du Sol".

### **Préparation:**

1. Pratiquez la démonstration de paillage pour vous assurer de pouvoir produire de bons résultats,
2. Examinez toutes les questions de discussion et préparez-les à la discussion de manière appropriée.

## Activités d'Apprentissage (2 ½ à 3 heures)

### I. Créer une expérience: effet du paillis sur l'érosion des sols et la rétention de l'humidité

#### A. Faire une expérience (30 minutes)

1. Mesurez deux parcelles de 1 m x 1 m et marquez avec des manches en bois (ou remplissez 2 récipients découpés de 20 litres avec du sol),
2. Étendre le paillis sur un champ,
3. Remplissez l'arrosoir avec 8 litres d'eau et saupoudrer sur la parcelle non polluée en tenant le bidon le plus haut possible de sorte qu'il affecte le sol,
  - a) Notez toute eau de ruissellement et le sol de la parcelle.
4. Remplissez l'eau d'arrosage avec 8 litres d'eau et saupoudrer sur le champ couvert de paillis tenant l'arrosoir aussi haut que possible de la même manière,
  - a) Observez toute eau et sol coulant du champ,
  - b) Soulevez le paillis pour examiner le sol en dessous.

#### B. Questions de Discussion (30 minutes)

1. Qu'est-ce que vous avez vu dans chaque champ?
2. Quelles différences vous attendez-vous à voir dans les 2 champs si vous revenez dans 2 jours ? Pourquoi? ***Remplacer le paillis et laisser les champs se sécher.***

**II. Suivi** (Cette activité devrait prendre des heures supplémentaires ou jusqu'à 1 jour après l'arrosage des deux champs. Si ce cours est en cours le même jour que la leçon sur la plantation avec précision, vous pouvez faciliter cette leçon maintenant, puis revenir compléter ce cours à la fin de l'après-midi).

#### A. Observations sur le terrain (30 à 45 minutes)

1. Enlevez le paillis au champ.
2. Demandez aux participants de sentir des différences dans la température du sol dans les deux champs.
3. Tourner le sol au centre de chaque champ avec une pelle.
4. Donner à chaque participant une poignée de sol de chaque champ.

5. Questions de discussion:

- Quels changements voyez-vous puisque nous avons arrosé les 2 champs?
- Quelles différences voyez-vous entre les 2 champs ? Pourquoi?
- Dans quel sol préférez-vous planter une culture?
- Si nous avons planté des semences dans chaque champ aujourd'hui, quelle différence attendez-vous en 1 semaine?

**B. Discussion (1 heure)**

- Quels sont les avantages de garder le sol couvert?  
*(Permettez aux participants de répondre, mais assurez-vous qu'ils mentionnent la rétention de l'humidité, et la réduction de l'érosion terrestre).*
- Quel est l'espace dont nous avons besoin pour obtenir ces avantages? *Se référer à l'affiche et / ou à la brochure et souligner les points suivants:*
  - 30% de couverture est le minimum que nous devons maintenir tout au long de l'année pour maintenir la fertilité du sol,
  - Cette couverture peut être obtenue du paillis séché *et/ou* des plantes vivantes,
  - La couverture de 30% ne supprimera pas la croissance des herbes nuisibles. Cela nécessite 100% d'espace couvert.
- Quel est le bon matériel de paillage disponible dans votre communauté?
- Pendant quel mois devez-vous rassembler du paillis agricole?
- Vous avez vu les avantages des sols couverts de paillis. Malheureusement, la plupart des bonnes choses ont également des inconvénients. Quels désavantages vous attendez-vous à rencontrer avec l'utilisation du paillis agricole? *(Le Facilitateur doit s'assurer que les participants sont conscients des défis liés à la lutte contre les mauvaises herbes, l'excès d'humidité, le travail pour collecter le paillis, la concurrence avec l'alimentation du bétail, l'augmentation potentielle des ravageurs comme les rongeurs, les limaces, les termites, etc.*
- Quelles mesures pouvez-vous prendre pour minimiser ces inconvénients?  
*(Attendez que les participants proposent leurs solutions aux problèmes ci-dessus, mais n'oubliez pas de discuter des stratégies de lutte contre les mauvaises herbes et de la concurrence pour l'alimentation du bétail).*
- Quel est un objectif raisonnable pour la couverture du sol dans votre exploitation agricole? 30%? 60%? 100%?
- Terminez la classe en visitant les champs voisins et en discutant de la quantité de couverture du sol présente dans chacun d'eux.



## **Planter avec précision - Manuel du facilitateur**

### **Résultats d'apprentissage - Les participants seront capables de:**

- 1) Comprendre l'importance des écartements précis et de la fertilité,
- 2) Acquérir les compétences pour la trouaison avec l'AC,
- 3) Apprécier l'importance de la préparation précoce du terrain et de la plantation à temps opportun.

**Calendrier de ce cours:** Ce cours devrait se dérouler 3 à 4 semaines avant la plantation afin que les participants soient prêts à planter dès que les pluies ne commencent. Cette leçon est souvent enseignée avec la leçon sur l'importance de la couverture du sol.

**Prérequis:** Afin de maximiser le profit de cette leçon, les participants devraient déjà avoir participé aux cours suivants:

1. Analyse de la situation: pourquoi l' AC?
2. Labour Minimal avec trous de Plantation,
3. Importance de la couverture du sol.

### **Les références:**

Agriculture de Conservation ; Un Manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique. 2005. <http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

Micro Doses, Mega Benefits <http://www.icrisat.org/what-we-do/publications/digital-publications/icrisat-publications-2008/icrisat-ebook-2008-microdoses.pdf>.

### **Matériels Requis:**

1. Un champ de l'AC déjà préparée avec des trous de plantation,
2. Le fumier, le compost et / ou l'engrais (de préférence DAP = 18-46-0) selon les pratiques locales les plus courantes,
3. Résultats des tests de sols pour savoir si les sols locaux sont acides (voir l'annexe D),
4. Chaux ou cendres de bois si les sols locaux sont acides,
5. Unités de mesure (bouteilles d'eau de ½ litre pour le fumier et le compost, bouchons pour engrais et cendres de limon / bois),
6. Houes et machettes pour couvrir les semences et la coupe du paillis,
7. Graines de maïs (ou graines d'autres cultures si le maïs n'est pas courant),
8. Affiche "Plantation avec précision"

### **Préparation:**

1. Pratiquez les démonstrations
2. Réviser toutes les questions de discussion et préparez-les à la discussion de manière appropriée



## Activités d'Apprentissage (Temps total requis = 2 heures)

### I. Introduction (30 minutes)

#### A. Montrez l'affiche sur "Plantation avec Précision" - Questions de Discussion:

1. Que voyez-vous dans l'image ci-dessus?
2. Que voyez-vous dans la photo du bas?
3. Expliquez que, dans l'image supérieure, les graines ont été disséminées et plantées. Dans l'image inférieure, les trous ont été creusés, et 2 à 3 graines ont été placées précisément dans chaque trou de plantation.
4. Quel domaine pensez-vous qu'il produira une meilleure récolte de maïs? Pourquoi?
5. Pourquoi est-il important de planter avec précision? (Attendez que les participants proposent leurs idées, mais assurez-vous qu'ils discutent de la façon dont la plantation peu profonde peut provoquer un séchage de la semence alors que la plantation trop profonde rend difficile la levée de la plante. Rappelez-les également la leçon sur la population végétale et l'importance de l'espacement approprié des plantes).



#### B. Expliquez que le but de ce cours est d'apprendre à planter avec précision

### II. Démonstration: (60 minutes)

#### A. Démonstration: Plantation avec précision dans le cadre de l'AC (*cette démonstration devrait avoir lieu dans le domaine d'un agriculteur qui a creusé des trous de plantation après la leçon précédente*).

1. **Examiner les trous de plantation et discuter de la profondeur optimale:** 15 cm (longueur de la main) s'ils utilisent du fumier ou du compost, et 10 cm (la largeur d'une main) si ils utilisent l'engrais.
2. **Démontrer le placement du compost / du fumier ou de l'engrais** (1 bouteille d'eau de demi-litre avec 1/3 de la coupe supérieure) ou de l'engrais (1 bouchon de bouteille amincissante) et des cendres de bois (1 bouchon de bouteille amincissante) au fond du trou, couvrir avec 2 à 3 cm de sol.
3. **Démontrer le placement des semences** (2 à 3 graines / bassin) et couvrir avec un sol de 3 cm pour les cultures à grandes graines, comme le maïs et les haricots, et 1 à 2 cm pour les petites cultures semées comme le sorgho et le millet.

#### B. Discussion sur le terrain:

1. Pourquoi couvrons-nous l'engrais / fumier / compost avant le placement de la semence?
2. Dans quelles conditions voulons-nous couvrir la graine placée à plus de 3 cm de sol ? (*Réponse: Si nous prévoyons un temps sec*)

3. Quelles autres suggestions avez-vous pour la plantation avec précision?
4. Demandez à chaque participant de planter plusieurs trous, mais expliquez que le propriétaire du terrain attendra jusqu'à ce que les pluies tombent pour planter le reste,
5. Finissez par le paillage sur les trous de plantation qui ont été plantés.

### **III. Discussion: La Préparation précoce permet la Plantation non tardive (30 minutes)**

#### **A. Questions de discussion:**

1. Quand vous attendez-vous à ce que les pluies commencent cette saison ?
2. Si les pluies tombent comme prévu, quel est le meilleur moment pour planter votre culture? (*Attendez que les participants proposent leurs idées, mais assurez-vous qu'ils discutent des inconvénients de la plantation trop tôt ou trop tard*).
3. Qu'est-ce qui pourrait vous empêcher de planter au meilleur moment ?
4. Que pouvons-nous faire pour surmonter ces défis? (*Attendez que les participants proposent leurs idées, mais assurez-vous qu'ils mentionnent la collecte du matériel et le creusement des trous de plantation au début de la saison sèche. Dans les régions où les précipitations sont très incertaines, il est mieux d'étendre/espacer les dates de plantation pour réduire les risques*).
5. Rapports: Résumez leur discussion pour eux. Félicitez-les sur leur sagesse!
6. Encouragez-les à continuer à préparer leurs Champs de l'AC et à rassembler le paillis tôt afin qu'ils soient prêts avant les premières pluies. Mentionnez que vous les visiterez pour les encourager et voir comment ils procèdent.

## Cultures de couverture - Manuel du facilitateur

### Résultats d'apprentissage - Les participants seront capables de:

- 1) Comprendre l'importance des plantes vivantes et de la matière organique dans le maintien de la fertilité des sols,
- 2) Réaliser les avantages de la croissance du matériel de paillis sur l'emplacement dans les champs par rapport à son approvisionnement de l'extérieur,
- 3) Décidez quelles cultures de couverture à planter dans leurs champs avec la saison à venir.

**Calendrier de ce cours:** Ce cours devrait avoir lieu 4 à 6 semaines avant la plantation afin que les participants aient le temps d'obtenir des semences et de se préparer à la plantation avant le début des pluies.

**Prérequis:** Afin de maximiser le profit de cette leçon, les participants devraient déjà avoir participé aux cours suivants:

1. Analyse de la situation: pourquoi l'AC?
2. Importance de la couverture du sol

### Les références:

Agriculture de Conservation; Manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique. 2005.  
<http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

Bunch, Roland. 2012. Restaurer le sol. Banque Canadienne de Graines Alimentaires, Winnipeg.  
<http://foodgrainsbank.ca/uploads/Restoring%20the%20Soil.pdf>

### Matériels Requis:

1. Plantes légumineuses avec des nodules (si disponibles),
2. 2 affiches: "Alors - Maintenant" et "Lablab"
3. Semences résultant du fumier vert/cultures de couverture.

### Préparation:

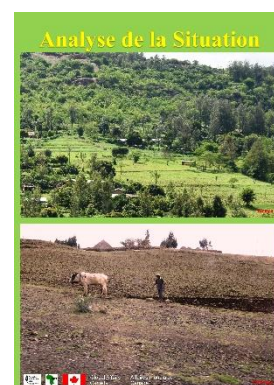
1. Pratiquez les Démonstrations,
2. Examinez toutes les questions de discussion et préparez-les à la discussion de manière appropriée.
3. Si un champ qui a été planté avec culture de couverture est disponible, arranger de tenir cette leçon assez près pour visiter ce champ.

### Activités d'Apprentissage (Temps total requis = 2 à 2½ heures)

#### I. Introduction (30 minutes)

**A. Questions de Discussion:** (*Utilisez l’Affiche “Analyse de la Situation” pour faciliter cette discussion*).

1. Souvenez-vous du moment où nous avons discuté de la situation du passé et celle actuelle ?



2. Quels sont quelques indicateurs de la fertilité du sol ? (*Attendez que les participants donnent leurs réponses, mais assurez-vous qu'ils mentionnent la couleur, le contenu des matières organiques, rétention d'eau et la bonne croissance des plantes*).
  3. Au moment de vos arrière-grand-mères, lorsqu'un terrain a cessé de produire bien, qu'est-ce qu'ils ont fait pour rétablir la fertilité du sol ?
  4. Pendant la période de repos ou de jachère, qu'est-ce qui s'est passé, les sols sont de nouveau fertiles? (*Attendez que les participants proposent leurs idées, mais assurez-vous de discuter de la façon dont, lorsque les champs sont envahis des arbustes, des arbres et des matériaux végétaux en décomposition, ça reconstruit/rétablit la fertilité et la productivité du sol*).
  5. Pourquoi ne pouvons-nous pas utiliser la jachère pour restaurer nos sols à la fertilité aujourd'hui? (*Permettez aux participants de partager, mais assurez-vous qu'ils mentionnent la croissance démographique, l'érodesse de terres, etc.*)
  6. Quelles plantes connaissez-vous qui contribuent à rétablir la fertilité du sol?
- B. Expliquez que l'objectif de ce cours est de trouver des moyens de restaurer la fertilité des sols à l'aide des plantes.**

## II. Demonstrations: (45 minutes)

**A. Discussion: Utilisez l’Affiche “Cultures de Couverture: Lablab”** (*Si un champ travaillé à l’aide de la couverture du sol est disponible, dirigez le groupe pour visiter ce champ pour comprendre cette discussion au lieu d’utiliser l’affiche.*)

- a) Expliquez que la culture de couverture a été plantée avec la culture principale, mais qu'elle est restée faible jusqu'à ce que la culture principale atteigne la maturité.
- b) Examiner le paillis en dessous de la culture de couverture.



1. Qu'est-ce que vous avez vu? (*Permettez aux participants de faire des observations, mais assurez-vous qu'ils discutent des feuilles couvrant le sol, l'humidité du sol et le manque d'herbes nuisibles*).
2. Quels avantages obtenons-nous en ayant des plantes comme celle-ci sur nos sols ?
3. Vous souvenez-vous quand nous avons discuté de l'importance de la couverture du sol ?
4. Ce que nous avons décidé était la couverture minimale du sol que nous devons maintenir tout au long de l'année ?
5. Pourquoi ?
6. Comment les cultures de couverture peuvent-elles nous aider à maintenir cette couverture du sol?

**B. Démonstration 2: Nodules des légumineuses** (*si aucune bonne plante n'est disponible, utilisez l'affiche "Cultures de Couverture"*)

1. Détaillez soigneusement une plante avec une pelle et lavez doucement les racines.
2. Montrez les nodules de rhizobium.

**C. Questions de Discussion**

1. Avez-vous déjà vu des nodules comme ça?
2. Sur quelles plantes ?
3. Que font ces nodules pour la plante ?
4. Quels seront ces nodules pour une culture qui est plantée dans la saison prochaine?  
*S'ils ne connaissent pas les nodules légumineux, expliquez que ces nodules produisent des engrais gratuits, à la fois pour cette plante et pour la culture qui sera plantée après. Lablab peut produire l'équivalent jusqu'à 1 ½ sacs d'engrais par hectare.*

**III. Planification d'Action et Discussion (45 minutes)**

**A. Décrivez 2 à 3 systèmes de culture de couverture que vous pensez avoir un potentiel élevé pour leur système agricole.** Utilisez votre expérience, et les systèmes de l'Annexe E à l'annexe 2 à 3 qui sont les plus susceptibles de réaliser un succès:

1. *Si leurs principales cultures sont le maïs, le millet ou le sorgho à maturation précoce:* Les meilleures cultures de couverture sont des légumineuses à croissance lente et à maturation tardive qui couvrent le sol et continuent à produire après la récolte principale:
  - a) Lablab,
  - b) Pois cajan,
  - c) Le niébé à maturation tardive
  - d) D'autres? Demandez-les s'ils connaissent d'autres plantes locales qui pourraient servir de cultures de couverture.
2. *Si leurs principales cultures sont le manioc, le millet ou le sorgho à maturation tardive:* Les meilleures cultures de couverture sont des légumineuses à croissance rapide et à maturation précoce qui couvrent rapidement le sol:
  - a) Le niébé à maturation précoce,
  - b) Haricots communs,
  - c) Arachides,
  - d) Jackbean (parfois plantés après les légumineuses à maturation précoce),
  - e) D'autres ? Demandez-les s'ils connaissent d'autres plantes locales qui pourraient servir de cultures de couverture.

**B. Discussion et planification d'action:**

1. Lequel de ces systèmes de culture de couverture pensez-vous serait le plus bénéfique dans votre système agricole ? Pourquoi?
2. Quelles mesures faut-il prendre pour tester ces systèmes au cours de la saison à venir ? Aidez-les à écrire leur plan d'action, y compris:
  - a) Où obtiendront-ils des semences?
  - b) Quel sera le moment de la plantation et l'écartement de plantation par rapport à la culture principale?
  - c) Comment vont-ils protéger les cultures contre les ravageurs, y compris le pâturage?

**IV. Discussion finale (15 minutes)****A. Questions de discussion:**

1. Demandez-les s'ils ont des problèmes sans réponse,
2. Proposez/promettez-les de retourner pour une formation complémentaire s'ils le souhaitent.

## **Gestion des mauvaises herbes - Manuel du Facilitateur Agricole**

### **Résultats d'Apprentissage - Les participants auront à:**

- 1) Comprendre les défis et les méthodes multiples de lutte contre les mauvaises herbes dans le cadre de l'AC,
- 2) Apprendre à utiliser les méthodes mécaniques de désherbage tout en minimisant les perturbations du sol,
- 3) Apprécier l'importance du contrôle des mauvaises herbes d'avant et d'après récolte.

**Calendrier de ce cours:** Ce cours devrait prendre place peu après la plantation possible afin que les participants puissent commencer à éliminer les mauvaises herbes tôt.

**Conditions Pré-requisites:** Afin de maximiser le profit de cette leçon, les participants devraient déjà avoir participé à toutes les leçons initiales de l'AC (Analyse de la situation, Travail minimum du sol, Importance de la couverture du sol, Plantation avec précision et de cultures de couverture du sol).

### **Les références:**

Agriculture de Conservation; Manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique. 2005.  
<http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

Série d'information n° 8: Gestion des herbes nuisibles dans les systèmes de labour de conservatif. 2013.ACT. [http://www.act-africa.org/lib.php?com=5&com2=20&com3=64&com4=41&res\\_id=79](http://www.act-africa.org/lib.php?com=5&com2=20&com3=64&com4=41&res_id=79).

### **Matériels Requis:**

1. Échantillons d'herbes fraîches: Alertez les participants pour apporter des échantillons des mauvaises herbes nuisibles de leurs champs. En outre, collectez 2 à 3 mauvaises herbes que vous connaissez sont un problème dans les champs locaux.
2. Tableau déroulant ou papier grand format,
3. Marqueurs,
4. Affiche "La Gestion des Mauvaises Herbes en AC"
5. Houes (une pour chaque participant),
6. Exemple d'herbicide (si disponible dans les magasins locaux d'approvisionnement Agrovétérinaire).

### **Préparation:**

1. Vérifiez que l'agriculteur hôte a un champ avec une croissance appropriée des mauvaises herbes pour la démonstration,
2. Alertez les participants à apporter des échantillons frais de leurs mauvaises herbes les plus gênantes. Si cela n'est pas possible, le facilitateur doit collecter et apporter 2 à 3 échantillons d'herbes fraîches.
3. Réviser toutes les questions de discussion et préparez-les à la discussion de manière appropriée.



## Activités d'Apprentissage (Temps total requis = 2,5 à 3 heures)

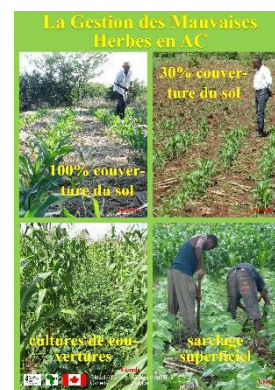
### I. Introduction (45 minutes)

#### A. Échantillons des mauvaises herbes

1. Demandez aux participants de présenter les échantillons des mauvaises herbes qu'ils ont apportés, leurs noms et leur incidence sur les plantes cultivées.
2. Sur un flip chart, écrivez les noms de ces herbes (dans leur langue locale).
3. Quelles autres espèces de mauvaises herbes (nuisibles) sont particulièrement néfastes dans vos cultures?
4. Quelles méthodes utilisez-vous pour contrôler les herbes nuisibles telles que celles-ci? Typiquement, combien de fois sarcliez-vous pour contrôler ces mauvaises herbes?

#### B. Montrer l'Affiche "La Gestion des Mauvaises Herbes en AC" - Questions de Discussion:

1. Comment la **minimisation du travail** affecte votre habilité dans le contrôle de ces mauvaises herbes ?
2. Comment la **couverture du sol** affecte-t-elle votre habilité dans le contrôle de ces mauvaises herbes ? (Permettez aux participants de donner leurs idées. Utilisez l'affiche pour illustrer cela, tandis que le paillis lourd va réprimer la croissance des mauvaises herbes, le paillis léger ne le fera pas et rendrait même difficile leur contrôle avec une houe).
3. Comment les **cultures intercalaires et la rotation des cultures** affectent-elles votre capacité à contrôler ces mauvaises herbes ? (S'ils ont de la difficulté à répondre, expliquez que les cultures intercalaires recouvrent le sol plus complètement et suppriment les mauvaises herbes en leur donnant plus de plantes pour concurrencer. La rotation des cultures supprime les mauvaises herbes en rompant leur cycle de vie).
4. Comment les **cultures de couverture** affectent-elles votre capacité à contrôler ces mauvaises herbes/nuisibles ? (Utilisez l'affiche pour illustrer comment les cultures de couverture peuvent supprimer la croissance des mauvaises herbes, surtout après la récolte de la culture principale).
5. Expliquez que le **sarclage superficiel** est souvent nécessaire dans l'AC. Réferez-vous aux dessins dans le livret du fermier et discutez de la façon dont le hachage superficiel minimise la perturbation du sol et utilise des mauvaises herbes pour créer une couverture de sol.
6. Connaissez-vous quelqu'un dans votre communauté qui utilise des **herbicides** ? Expliquez que ce sont des produits chimiques qui peuvent rompre la vie des mauvaises herbes, mais soulignez qu'ils doivent être utilisés avec soin afin de protéger la santé humaine et l'environnement.





7. *Expliquez que, au cours des premières années d'utilisation de l'AC, le contrôle des mauvaises herbes peut être un défi majeur. La suppression du travail du sol en soi peut entraîner une augmentation de la croissance des mauvaises herbes. Cependant, les méthodes de l'AC comme le paillage, les cultures intercalaires, les cultures de couverture et le désherbage peu profond se combinent pour supprimer les mauvaises herbes.*

## **II. Démonstration: Désherbage des mauvaises herbes dans le cadre de l'AC (1 heure)**

### **A. Visite de Terrain**

1. Visitez un champ de l'un des agriculteurs (hôte).
2. Expliquez que, même si une couverture suffisante du sol peut complètement rompre la croissance des mauvaises herbes, il faudra souvent tirer de la main, de la houe ou utiliser des herbicides pour contrôler les mauvaises herbes nuisibles.
3. Démontrez le sarclage superficiel, minimiser les perturbations du sol et remettre les mauvaises herbes sur la surface du sol en tant que paillis. *(Si le champ de l'AC de l'agriculteur est tellement couvert de paillis qu'on ne peut pas sarcler, utilisez un champ conventionnel voisin pour cette démonstration).*
4. Invitez les participants à continuer à sarcler tout en minimisant les perturbations du sol: en tirant à la main et le sarclage peu profond. Travaillez avec les participants. *Travaillez avec eux. Ne supervisez pas !!!*

## **III. Discussion finale (30 minutes)**

### **A. Questions de discussion:**

1. Quelles mauvaises herbes penses-tu être les plus difficiles à gérer sous l'AC ? (Astuce: les mauvaises herbes vivaces ont tendance à être les plus difficiles à contrôler).
2. Combien de temps après la plantation un agriculteur devrait-il commencer le désherbage? *(Permettez aux participants de donner leurs idées. Les réponses peuvent varier de 2 à 4 semaines. Assurez-vous de discuter du fait que le moment idéal varie en fonction de la culture, du nombre et des espèces de mauvaises herbes et de la quantité de terres cultivées par un agriculteur à la mauvaise herbe).*
3. Avez-vous déjà utilisé vos champs après la récolte?
4. Comment le désherbage des herbes nuisibles après récolte peut-il réduire leur croissance dans vos champs au cours de la saison suivante?
5. Résumez leur discussion pour eux. *Félicitez-les pour leur sagesse!*
6. Demandez-leur s'ils ont des questions sans réponse.
7. Encouragez-les à commencer le désherbage aussitôt qu'ils rentrent chez eux.

## Gestion des résidus de cultures - Manuel du Facilitateur agricole

### Résultats d'Apprentissage - Les participants auront à:

1. Revoir l'importance de garder les sols couverts,
2. Comprendre comment gérer les résidus de cultures pour répondre aux besoins du bétail et du sol,
3. Élaborer un plan d'action pour maintenir un minimum de 30% de couverture du sol pendant toute la saison sèche.

**Calendrier:** Ce cours devrait se dérouler 4 à 6 semaines avant le début de la récolte afin que les participants soient prêts avant le début de la saison de récolte occupée.

**Prérequis:** Afin de profiter maximiser le profit de cette classe, les participants devraient déjà avoir participé aux cours suivants: *Importance de la Couverture du Sol*

### Les références:

Agriculture de Conservation; Manuel pour les Agriculteurs et les Vulgarisateurs en Afrique.

<http://www.fao.org/ag/ca/AfricaTrainingManual.html>.

Série d'information n° 3: Gestion des résidus de cultures et cultures de couverture.

<http://www.act-africa.org/libmain.php?com=5&com2=20&com3=64&com4=>

Retenue de résidus et paillis en CF:

[http://conservationagriculture.org/uploads/pdf/RESIDUE\\_RETENTION\\_VERSUS\\_MULCHING\\_-\\_7.2012.pdf](http://conservationagriculture.org/uploads/pdf/RESIDUE_RETENTION_VERSUS_MULCHING_-_7.2012.pdf).

### Matériels requis:

1. 2 à 3 épis de maïs (éponge) au stade encore vert et 2 à 3 épis de maïs ayant atteint la maturité,
2. Couteau aiguisé,
3. Champ de maïs près de la maturité (étape de la couche noire - voir description ci-dessous),
4. Affiche: "Quel niveau est-elle suffisante la couverture de sol ?"
5. Affiche: "Donnez à l'élevage le meilleur, donnez au sol le reste".

### Préparation:

1. Pratiquez les démonstrations pour vous assurer que vous savez ce que vous allez faire !
2. Réviser toutes les questions de discussion et préparez-les à la discussion de manière appropriée.

### Activités d'Apprentissage: (Temps total requis = 2 1/2 heures)

#### I. Examiner l'importance de la couverture du sol (20 minutes)

**A. Décrivez l'expérience qu'ils ont faite avec du sol paillé et non pollué pendant la leçon sur l'« Importance de la couverture du sol»:**

1. Un champ était paillé, l'autre avait un sol nu.
2. Les deux ont été arrosés, puis laissés au soleil pendant un ou deux jours.

## B. Questions de discussion

1. Que souvenez-vous d'avoir appris de cette expérience?
2. Quel champ a créé un meilleur environnement pour que les plantes grandissent ?
3. Avez-vous connu les avantages de la couverture du sol dans vos champs pendant la saison passée?

## II. A quel niveau la couverture du sol est-elle suffisante? (30 minutes)

### A. Expliquez un minimum de 30% de l'objectif de couverture du sol en utilisant des brochures d'affiches et / ou d'agriculteurs

1. Pour avoir la fertilité du sol, nous devons maintenir au moins 30% de couverture même pendant la saison sèche
2. Cette couverture peut être fournie par la matière sèche/ ou les plantes vertes
3. C'est suffisant pour garder les sols frais et minimiser l'érosion du vent et de l'eau
4. Il ne suffit pas de contrôler les herbes nuisibles (pour ce faire, vous avez besoin de près de 100% de couverture du sol).



## B. Questions de discussion:

1. Quel est l'objectif raisonnable pour la couverture du sol dans votre exploitation agricole? 30% ? 60% ? 100% ?
2. Quelles mesures prendriez-vous pour maintenir la couverture du sol pendant toute la saison sèche?

## III. Démonstration: Gestion des résidus de maïs (30 minutes) *Si le maïs n'est pas une culture importante dans votre région, remplacer la section suivante par une démonstration différente de la gestion des résidus pour la culture prédominante.*

**A. Question de Discussion:** Quelle partie de la plante la plus importante pour l'alimentation du bétail? *Si répondre leur est difficile, aidez-les à comprendre que c'est la partie supérieure, avec des feuilles vertes.*

**B. Brisez une foliole de maïs à l'étape de maturation et couper plusieurs grains dans le sens de la longueur avec un couteau aiguisé.** La pointe intérieure des grains (le plus proche de l'ébauche) doit être laiteuse, tandis que le bord extérieur est plus sec et plus dur. Expliquez que ces noyaux sont toujours remplis par la plante. Au cours des prochaines semaines, la zone laiteuse sera plus petite jusqu'à ce que le noyau entier soit dur. À ce stade, la plante a fini de remplir le noyau.

**C. Cassez une autre foliole de maïs qui est mûre, et montrez-les la couche noire à la pointe de chaque noyau.** Cette couche noire se forme lorsque la partie laiteuse du noyau est partie, et la plante a fini de remplir ce grain.

*D. Expliquez que si les sommets des plantes de maïs sont coupés, séchés et stockés au stade de la couche noire, ils auront une valeur d'alimentation beaucoup plus élevée pour le bétail que le levier de maïs séché après avoir séché complètement les feuilles. Les fonds des plantes ont très peu de valeur d'alimentation, et devraient être laissés sur le terrain.*

**E. Visitez un champ de maïs** à proximité (ou utilisez l'affiche) pour illustrer comment procéder.

#### **IV. Comment pouvons-nous maintenir la couverture du sol durant la saison sèche? (1 h)**

**A. Expliquez le slogan: “Donner le meilleur au bétail, donner le reste au sol”** (créer votre propre slogan dans votre langue locale)

1. Nous devons nous assurer que les bétails sont bien nourris,
2. Nous avons besoin de maintenir un **minimum** de 30% du sol couvert.

**B. Question de Discussion: Quelles stratégies utiliserions-nous pour atteindre nos objectifs?**

1. Permettre au groupe de s'exprimer suffisamment, mais les aider à être réalistes et à réfléchir aux détails. Par exemple:
  - a) *S'ils ont planté des cultures de couverture*, discutez de la façon dont ils doivent les gérer afin de maintenir la couverture du sol
  - b) *S'ils mentionnent la collecte du paillis*, demandez-les quel matériel de paillage est disponible? Au cours desquels mois devraient-ils rassembler du paillis pour l'agriculture?
  - c) *S'ils mentionnent la collecte et le stockage des fourrages*, discutez du matériel disponible et de la meilleure façon de les stocker
  - d) *S'ils mentionnent la production du fourrage pour le bétail*, discutez des options et de la disponibilité des semences
  - e) *S'ils mentionnent la clôture*, aidez-les à identifier les clôtures les plus efficaces, Auront-ils besoin de l'aide matérielle pour construire des clôtures?
  - f) *S'ils mentionnent le pâturage contrôlé des résidus de cultures*, les aider à discuter de la façon d'éviter le surpâturage (pâturage excessif)
  - g) *S'ils mentionnent l'application des règlements administratifs*, les aider à déterminer quels fonctionnaires locaux seront les plus réceptifs à leurs préoccupations
  - h) Etc.



### **C. Plan d'action**













1. Aidez le groupe à décider de ces stratégies sur lesquelles ils travailleront avec la prochaine saison sèche.
2. Demandez au rapporteur du groupe d'enregistrer ce qui suit:
  - a) Leurs objectifs de couverture du sol pour la saison sèche à venir,
  - b) Les stratégies qu'ils ont identifiées pour atteindre ces objectifs, y compris un calendrier pour le moment où ils vont les compléter.
3. Expliquez que vous serez en visite pour les aider à atteindre ces objectifs. S'ils souhaitent une formation complémentaire (par exemple sur les clôtures, le stockage des fourrages, etc.), précisez une date pour revenir et respectez-la.

## Annexe A - Élaboration d'un Programme de Formation Efficace et d'un Calendrier de Suivi

Comme indiqué dans l'introduction, les adultes apprennent mieux lorsqu'ils participent à un cycle de sessions de formation suivies d'applications pratiques. Cette pratique, telle qu'elle est, permet à l'apprenant de maîtriser et d'adapter une idée avant de passer à quelque chose de nouveau. Dans un programme d'études de l'Agriculture de (AC), cela signifie que nous devrions diffuser le processus de formation tout au long du cycle de culture plutôt que de tenir une longue session de formation avant que les pluies ne commencent à tomber.













La première étape dans la conception de ce programme est de tracer le cycle de cultures. Une fois que vous avez identifié le moment approprié pour la préparation du terrain, la plantation, le sarclage, etc., vous pouvez placer chaque leçon à sa place (habituellement une semaine ou deux avant qu'ils n'aient besoin de mettre la leçon en pratique).

Chaque module fournit le calendrier suggéré pour chaque leçon, mais vous devrez ajuster ce timing en fonction de vos cultures locales. Un programme de formation typique de l'année 1 pourrait ressembler à ceci :

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct
<b>Calendrier de formation de l'an 1 de l'AC</b>												
<b>Opérations/travaux de terrain</b>	Planter les cultures secondaires		Prép du terrain	Prép du terrain	Planter les cultures principales	Sarclage	Sarclage		Récolte	Récolte		Prép de terrain secondaire
<b>Ateliers de formation</b>												
Analyse de la Situation / Introduction à l'AC		X										
Travail Minimum avec les trous de plantation			X									
Importance de la Couverture du sol			X									
Planter avec Précision				X								
Cultures de couverture				X								
Gestion des mauvaises herbes dans l'AC					X							
Gestion des résidus de récolte								X				
<b>Visite de suivi</b>			X		X	X			X		X	

Notez que dans le présent calendrier, les visites de suivi sont également prévues tout au long de l'année. Il n'est pas nécessaire de visiter chaque agriculteur chaque mois. Cependant, chaque participant devrait être visité par un Agent de Vulgarisation, un Agent de Terrain ou un Agriculteur Responsable à des moments critiques où ils mettent en œuvre la formation dans leurs fermes. Ces visites aident à encourager les participants et à clarifier les leçons non-comprises. Ils offrent également au personnel de terrain une occasion d'apprendre des expériences et des connaissances des agriculteurs.

Les projets pluriannuels devraient planifier un programme pluriannuel dans lequel les agriculteurs apprennent progressivement plus chaque année (tout comme un programme scolaire où chaque année se construit l'année précédente). Le personnel du projet et les participants des agriculteurs devraient travailler ensemble pour identifier ces sujets. Un programme d'entraînement de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années pourrait ressembler à ceci:

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct
												
<b>Opérations/travaux de terrain</b>	Planter les cultures secondaires		Prép du terrain	Prép du terrain	Planter les cultures principales	Sarclage	Sarclage		Récolte	Récolte		Prép de terrain secondaire
<b>Participants de la 2<sup>ème</sup> année</b>												
Rappel sur l'AC		X										
Travail Minimum avec les animaux en traction			X									
Gestion du fumier	X											
Utilisation des Herbicides					X							
Stockage des graines									X			
Libres pour autres activités												
<b>Visites de suivi</b>		X		X		X				X		

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct
<b>Participants de la 3<sup>ème</sup> année</b>												
Rappel sur l'AC		X										
Pose de clôtures			X									
Gestion des insectes					X							
Marketing								X				
Libres pour autres activités												
Libres pour autres activités												
<b>Visites de suivi</b>				X			X		X			
<b>Remise des certificats</b>											X	

Notez que dans les années ultérieures, le temps de formation devrait être laissé ouvert pour les sujets imprévus qui apparaissent et qui intéressent les participants. Le matériel de formation pour de nombreux sujets se trouve à l'adresse suivante: <http://caguide.act-africa.org/additional-training-modules/>. Au fur et à mesure que vous développez votre propre matériel de formation, n'hésitez pas à les ajouter à ce même site pour les autres.



## Annexe B - Recommandations pour l'espacement des plantes

L'espacement des plantes est essentiel à l'augmentation de la production végétale, en particulier pour les cultures comme le maïs qui ne se propage pas ou n'émet pas de pousses secondaires productives. L'espacement idéal des plantes dépend de nombreux facteurs, y compris les précipitations, la capacité de maintien de l'humidité du sol, la fertilité du sol, les variétés de cultures, les cultures intercalaires, etc. Les agriculteurs devraient être encouragés à expérimenter avec différents espacements de plantes et à apprendre les uns des autres. Quelques documentations générales pour les pays du continent africain incluent:

### Les recommandations sur l'Espacement des Plantes de Maïs

Pays	Conditions	Entre rangs (cm)	Dans les rangs (cm)	Plantes par station	Plantes par hectare
<b>Ethiopie<sup>1</sup></b>	Variétés à maturité précoce	75	25	1	53.000
	Variétés saisonnières	75	30	1	44.444
<b>Kenya<sup>2</sup></b>	Milieus plus productifs	75	25	1	53.000
	Milieus moyennement productifs	75	30	1	44.000
	Milieus avec productions marginales	90	30	1	37.000
<b>Tanzanie<sup>3</sup></b>	Variétés à maturité précoce	75	40	2	66.666
	Variétés saisonnières	75	60	2	44.444
<b>Rwanda<sup>4</sup></b>		70	30	1	47.619
<b>CIMMYT<sup>5</sup></b>	>1000 mm de précipitations/saison	75	25	1	53.300
<b>(Pays d'Afrique du Sud)</b>	600-1000 mm/saison	75	30	1	44.444
	< 600mm de précipitations/saison)	75	38	1	36.000
<b>Malawi<sup>5</sup></b>	600-1400mm de précipitation	75	25	1	53.333
	500-800 mm de précipitation	75	60	2	44.444
<b>Zambie<sup>5</sup></b>	500-800mm de précipitation	90	60	3	44.444
	600-1200mm de précipitation	90	25	1	55.555
<b>Mozambique<sup>5</sup></b>		90	50	2	44.444
<b>Zimbabwe<sup>5</sup></b>	500-800 mm de précipitation, trous de plantation	90	50	2	44.444
	600-1200mm de précipitation, autres méthodes	90 90	25 30	1 1	44.444 36.000

1. Debele., T. 1996. *Determination of varietal combination and plant density for maize/haricot bean intercropping at Bako – western Ethiopia.*
2. National Farmers Information Service: <http://www.nafis.go.ke/agriculture/maize/establishment-of-maize/>.
3. National Maize Research Programme recommendations as reported in Kaliba, et al. 1998. (CIMMYT)
4. Ministry of Agriculture and Animal Resources. 2009. *Farmer's Diary.*
5. Thierfelder, C. Personal Communication

**Recommandations sur l'Espacement des Plantes pour autres Cultures**

<b>Coton<sup>5</sup></b>		90	60	2-3	36.000- 55.555
<b>Tournesol</b>		90	25	1	40.000- 60.000

D'autres cultures qui se propagent (comme les haricots et la courge) ou la production de pousses multiples (comme le riz ou le millet) peuvent compenser les variations d'espacement des plantes. Ainsi, la réalisation d'une densité de plantation optimale est beaucoup moins importante pour maximiser les rendements.

## Annexe C – Matériels/Ressources Additionnels

- **Agriculture de Conservation**

African Conservation Tillage Network: <http://www.act-africa.org/>.

Conservation Agriculture (FAO): <http://www.fao.org/ag/ca/>.

Conservation Agriculture Global Research and Resources (Cornell University):

<http://conservationagriculture.mannlib.cornell.edu/>.

Conservation Agriculture (Wageningen University):

<http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Plant-Production-Systems-Group/Conservation-Agriculture.htm>

Conservation Farming Unit (Zambia) <http://conservationagriculture.org/conservation-farming-information>.

C2Africa (CIRAD): <http://ca2africa.cirad.fr/>.

Farming God's Way: <http://farming-gods-way.org/home.htm>.

Foundations for Farming: <http://www.foundationsforfarming.org/>.

The Conservation Agriculture Academy: <http://www.ca-academy.net/index.html>.

- **Engrais Verts/cultures de Couverture**

Lablab.org: <http://www.lablablab.org/html/origin-distribution.html>.

N2Africa: <http://www.n2africa.org/>.

Tropical Forages: An Interactive Selection Tool:

<http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Overview.htm>.

- **Approches de Formations par Questionnaires**

Freire, P. 1970. *Pedagogy of the oppressed*. New York: The Continuum Publishing Corporation.

The Freire Institute: <http://www.freire.org/paulo-freire/concepts-used-by-paulo-freire>

Global Learning Partners: <http://www.globallearningpartners.com/resources>

- **Méthodes de vulgarisation**

The Farmer's Field and Business School Toolkit. <http://www.care.org/work/world-hunger/farmers-field-and-business-school-toolkit>

Farmer-to-Farmer Extension: Issues in Planning and Implementation:

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/15810717/Technical%20Notes/MEAS%20TN%20Farmer%20to%20Farmer%20-%20Simpson%20et%20al%20-%20May%202015.pdf>.

- **Gestion des pestes**

Africa Soil Health Consortium: <http://africasoilhealth.cabi.org/materials/>.

InfoNet Biovision Farmer Communication Programme: <http://www.infonet-biovision.org/>.

## **Annexe D - Ressources en test de sol**

Le test des sols pour l'état de fertilité devrait être une partie de routine de chaque programme de l'AC. Les tests de sols permettent d'identifier les problèmes de fertilité (par exemple, les problèmes de pH) qui peuvent limiter la production. Cette information devrait informer votre Documentations sur l'application de fumier / compost, d'engrais et de chaux ou de cendres de bois. Pour les documentations sur la façon de prendre un échantillon de sol approprié, consultez le Échantillonnage agricole de l'analyse des sols.

Manuel: [http://www.algreatlakes.com/forms/agr\\_soil.pdf](http://www.algreatlakes.com/forms/agr_soil.pdf)

Le test du sol peut mesurer objectivement les changements dans les sols au fil du temps. Toutefois, afin de documenter l'impact de l'autorité de certification, il est important d'échantillonner les mêmes champs, à la même période de l'année, sur plusieurs années. Une approche supplémentaire peut être d'échantillonner des paires de champs, un qui a été géré sous l'AC et un champ similaire qui est resté sous la culture conventionnelle.

Assurez-vous que le laboratoire qui analyse vos tests de sols pour le carbone du sol ou la matière organique du sol en plus des tests de nutriments standard. D'autres mesures de la qualité des sols comprennent la densité apparente, l'activité biologique, etc. Ces mesures nécessitent généralement des équipements spécialisés et / ou des procédures de manutention.

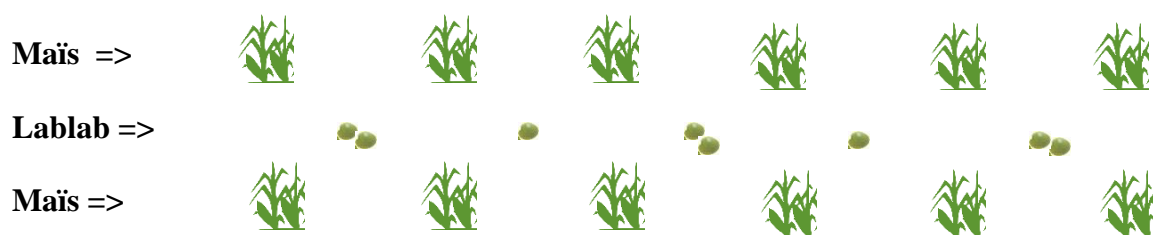
Si vous avez du mal à trouver un laboratoire de test de sols fiables dans votre pays, les Services de nutrition des cultures (<http://www.croplinks.com/soil-analysis>) basés à Nairobi Kenya peuvent importer et analyser des échantillons de sol provenant d'autres pays. Leur analyse basique du sol (CNSA031) coûte environ 25 \$ US par échantillon et leur test de vie des sols (CNSA040), environ 28 \$ par échantillon, mesure l'activité biologique des sols, un bon indicateur de la fertilité du sol.

## Annexe E – Meilleurs Engrais Verts/Espèces de Cultures de Couverture

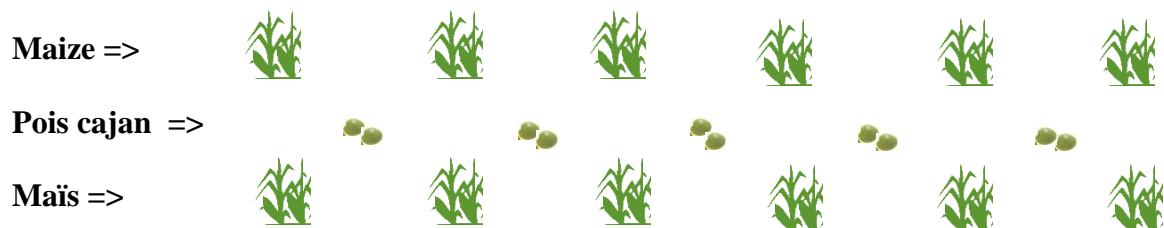
Cultures de couverture à associer à des cultures de semi-courte saison (Maïs, Millet & Sorgho précoces)

	<b>Lablab</b>	<b>Pois cajan</b>	<b>Niébé</b>	<b>Velvet Bean</b>
<b>Nom Scientifique</b>	<i>Lablab purpureus</i>	<i>Cajanus cajan</i>	<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Mucuna pruriens</i>
<b>Calendrier de plantation</b>	0-2 semaines après Maïs	Avec Maïs	Avec Maïs	4 semaines après Maïs
<b>Taux de plantation (semences/m<sup>2</sup>)</b>	3-4	4-5 (grande var) 8-10 (courte varieties)	5-6 (Varietes hautes) 10-20 (varietes naines)	2-3
<b>Taux de plantation (kg per ha)</b>	6-9	4-6 (varieties hautes) 10-14 (varieties naines)	8-12 (varieties hautes) 20-30 (varieties naines)	14-20
<b>Semences comestible</b>	Oui	Oui	Oui	Non
<b>Feuilles comestibles</b>	Oui	Non	Oui	Non
<b>Alimentation de bétail</b>	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Altitude</b>	<1800 m	<1800 m	< 1500 m	< 1500 m
<b>Tolérance de la sécheresse</b>	Haute	Très haute	Haute	moyenne
<b>(Besoin de la) Fertilité</b>	Moyenne	Basse	Moyenne	Moyenne
<b>Autres utilisations</b>		Bois de feu		
<b>Notes:</b>	Plantez des variétés à maturation précoce dans de courtes pluies. Les variétés à maturation tardive maintiennent une meilleure couverture par de longues saisons sèches. Can Ratoon. .	Les variétés à maturation tardive maintiennent une meilleure couverture par de longues saisons sèches. Les variétés se transforment rapidement en pollinisation. Peut repousser .		Les variétés diffèrent largement dans la couleur des semences, mais la croissance des plantes ne varie pas beaucoup.

**Plantation intercalaire:** Si le maïs est dans des stations de plantation avec 2 graines par station, planter le lablab à un taux légèrement inférieur: 1-2 graines par station, entre le maïs.



Pois cajan doit être planté à une densité plus élevée, donc augmentez votre taux à 2 graines par station.



Ajustez ces écartements de semis en fonction du taux de plantation de cultures de couverture désiré, comme indiqué dans le tableau ci-dessus.