



**World Vegetable Center**

**ENGRAIS  
A BASE DES  
EXCRÉMENTS DE  
LA MOUCHE  
SOLDAT NOIRE**



## **Guide pratique de formation pour la production maraîchère**

**DIRIGÉ PAR WORLDVEG DANS LE CADRE DU PROJET BSF FOR BIO CIRCULAR ECONOMY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY  
(BBEST)**

**Auteurs**

**Paul Alhassan Zaato, Jessica Kukua Baidoo, Judith Firmine Honfoga, Eric Legba, Laurence Dossou, Lukas Pawera, Ba Malick Niango, Ousmane Traore**



# **Norway**

## ADRESSE DE CORRESPONDANCE

World Vegetable Center, West and Central Africa (WCA) – Coastal & Humid Region, Centre Mondial des Cultures Maraîchères (CM2), Campus IITA-Bénin, 08 BP 0932 Tri postal, Cotonou, Bénin,

**Tél :** +229- 99-72- 67-67 ; 6418-1313 poste 402,

**Internet:** <https://avrdc.org/> ,

**Mail:** [info-wcach@worldveg.org](mailto:info-wcach@worldveg.org)

## REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par l'Agence Norvégienne de Coopération au Développement (Norad), Norvège, numéro de subvention QZA-21/0195, à travers l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) en tant que principal investigateur du projet : DÉVELOPPEMENT DE LA CHAÎNE DE VALEUR DES ALIMENTS POUR POULETS, POISSONS ET PORCS ET DES ENGRAIS ORGANIQUES A L'AIDE DU TRAITEMENT DES BIO DÉCHETS URBAINS BASE SUR L'UTILISATION DE LA MOUCHE SOLDAT NOIRE (MSN) EN RDC, AU GHANA, AU MALI ET AU NIGER. La conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données, ainsi que la décision de publication ont toutes été réalisées indépendamment du bailleur de fonds.



# RÉSUMÉ

Ce guide de formation est conçu pour fournir aux producteurs maraîchers des connaissances pratiques sur l'utilisation de l'engrais à base des déjections des Mouches Soldats Noires (MSN), en mettant l'accent sur son rôle dans l'économie circulaire et la durabilité environnementale. Le centre mondial des cultures maraichères est partenaire du projet « MSN pour l'économie circulaire et la durabilité environnementale » et cela sert de base à ce guide de formation. Le projet met l'accent sur le potentiel des excréments des mouches soldats noires en tant qu'engrais naturel et riche en nutriments. Cette initiative s'aligne sur des objectifs de promotion des économies circulaires en recyclant les déchets organiques en intrants agricoles, en réduisant l'impact environnemental et en favorisant des pratiques agricoles durables. Le manuel est divisé en cinq modules clés. Le module 1 offre aux participants une compréhension complète de la mouche soldat noire et de son cycle de vie, en soulignant l'importance de ses excréments en agriculture durable. Les agriculteurs acquièrent un aperçu des avantages environnementaux et de l'impact global sur la santé et le rendement des cultures. Le module 2 guide les agriculteurs dans la mise en place et le suivi des pépinières en utilisant le compost à base des déjections des mouches soldats noires. Il couvre des aspects essentiels tels que le choix des semences, les techniques de germination et les conditions optimales pour la croissance des plantules, mettant en valeur le rôle du compost MSN dans le développement des plantules vigoureuses et saines. Le module 3 présente la préparation du champ pour recevoir les plantules. Ce module aborde les techniques de préparation du sol et les pratiques de transplantation améliorées par l'intégration du compost MSN. Les agriculteurs apprennent à travers ce module à optimiser la structure du sol, la rétention d'humidité et la disponibilité des nutriments, ce qui contribue à une meilleure croissance et développement des cultures. Le module 4 explore les pratiques de gestion intégrée des excréments des mouches soldats noires. Les producteurs acquièrent des connaissances sur la gestion des ravageurs et des maladies, ainsi que sur la réduction des intrants synthétiques, favorisant ainsi un écosystème équilibré et durable dans le cadre agricole. Enfin le module 5, met l'accent sur l'importance de la documentation des opérations culturales et de la sécurité dans la manipulation du compost MSN. Ce module instruit les producteurs sur la collecte des données, sur l'application du compost à base des déjections des mouches soldats noires. De plus, il aborde quelques précautions à prendre pour garantir une utilisation responsable et sûre de cet fertilisant organique. En combinant responsabilité environnementale et amélioration de la productivité des cultures, ce manuel contribue à la mission plus large de création de systèmes agricoles durables et résilients.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES FIGURES ET LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>4</b>
<b>ACCRONYMS AND ABBREVIATIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>CONTEXTE .....</b>	<b>6</b>
<b>MODULE 1: Introduction .....</b>	<b>8</b>
<b>MODULE 2: Mise en place et suivi d'une pépinière .....</b>	<b>15</b>
<b>MODULE 3: Préparation du terrain et transplantation des semis .....</b>	<b>20</b>
<b>MODULE 4: PRATIQUES DE GESTION INTÉGRÉE .....</b>	<b>23</b>
<b>MODULE 5: Tenue de registres et précautions de sécurité .....</b>	<b>44</b>



# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Cycle de vie de la mouche soldat noire MSN .....	10
<b>Figure 2:</b> Processus de production du compost MSN .....	11
<b>Figure 3:</b> Tomate cultivée avec le compost MSN .....	25
<b>Figure 4:</b> Gombo cultivé avec l'engrais MSN .....	26
<b>Figure 5:</b> Aubergine africaine (Gboma) cultivée avec le compost MSN .....	27
<b>Figure 6:</b> Irrigation par inondation .....	38
<b>Figure 7:</b> Irrigation par aspersion .....	38
<b>Figure 8:</b> Technologie de Zero Energy cool chambré (ZECC) .....	43
<b>Figure 9:</b> Calendrier de planification des cultures solanacées .....	47
<b>Figure 10:</b> Calendrier de planification des cultures pour les légumes solanacés .....	47

# LISTE DES TABLEAUX

<b>TABLEAU 1:</b> Écartement de transplantation pour certaines cultures maraîchères .....	21
<b>TABLEAU 2:</b> Liste des principales maladies et ravageurs de divers légumes et leurs modes de lutte .....	35
<b>TABLEAU 3:</b> Différentes étapes de maturation des tomates .....	40
<b>TABLEAU 4 :</b> Expérience de perte de poids et de durée de conservation des légumes au ZECC .....	42



# ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

<b>MSN</b>	Mouche Soldat Noire
<b>IPM</b>	Integrated Pest Management
<b>NORAD</b>	Norwegian Agency for International Development
<b>WorldVeg</b>	World Vegetable Center
<b>NPK</b>	Nitrogen, Phosphorus, Potassium
<b>ZECC</b>	Zero Energy Cooling Chamber
<b>IITA</b>	International Institute of Tropical Agriculture



# CONTEXTE

La production maraîchère est une composante fondamentale de l'agriculture, fournissant des aliments riches et nutritifs à l'homme. Pour répondre à la demande croissante de légumes, les agriculteurs sont confrontés à de nombreux défis, notamment le maintien de la fertilité des sols, la lutte contre les ravageurs et maladies et l'adoption des pratiques agricoles durables. Les méthodes traditionnelles d'amélioration de la fertilité des sols reposent souvent sur des engrais synthétiques, qui peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement. Ces dernières années, on a constaté un intérêt croissant pour des approches plus durables et respectueuses de l'environnement en matière de production maraîchère. Une solution prometteuse consiste à utiliser l'engrais à base de déjections des mouches soldats noires (MSN) qui est un fertilisant organique riche en nutriments produit par le compostage des déchets organiques par les larves de mouches soldats noires. Le compost MSN offre une source naturelle et durable de nutriments essentiels et de micro-organismes bénéfiques qui améliorent la fertilité du sol et la santé globale des cultures. Les engrais synthétiques conventionnels entraînent une dégradation des sols, des déséquilibres en nutriments et une pollution de l'environnement. Les cultures maraîchères nécessitent souvent des profils nutritionnels spécifiques pour une croissance et un rendement optimal. Répondre à ces besoins en éléments nutritifs tout en maintenant la santé du sol à long terme constitue un défi de taille. Le compost MSN offre une solution viable pour relever les défis de la fertilité des sols dans la production maraîchère. Il est riche en nutriments essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium, et contient une diversité de micro-organismes bénéfiques au sol. Le compost MSN permet d'améliorer la disponibilité des nutriments, la structure du sol conduisant à des rendements plus élevés et à une meilleure qualité des cultures. L'objectif de ce manuel de formation est de doter les producteurs maraîchers et les praticiens agricoles des connaissances et des compétences pratiques requises pour utiliser efficacement l'engrais MSN dans la production maraîchère. Il constitue une ressource complète pour comprendre les avantages de l'utilisation des déchets des mouches soldats noires et fournit des conseils sur son application.

## Comment ce manuel est-il organisé ?

Le manuel est organisé en cinq modules, chaque module abordant les aspects critiques de l'utilisation du compost MSN dans la production maraîchère. Ces sections comprennent :

**MODULE 1 :** Introduction

**MODULE 2 :** Mise en place et suivi des pépinières

**MODULE 3 :** Préparation du champ et repiquage des plantules

**MODULE 4 :** Pratiques de gestion intégrées

**MODULE 5 :** Tenue de registres et précautions de sécurité

## Comment utiliser le manuel ?

Ce guide de formation est une ressource pratique pour les maraîchers et praticiens agricoles. Pour tirer le meilleur parti de ce manuel, commencez par comprendre les bases et progressez vers des sujets plus avancés. Au fur et à mesure que vous appliquez les connaissances et les techniques apprises dans ce manuel, adaptez-les à votre contexte maraîcher spécifique pour obtenir les meilleurs résultats. En suivant les lignes directrices et les meilleures pratiques décrites dans ce guide, vous pouvez améliorer vos méthodes de production de légumes, améliorer la fertilité des sols, réduire votre dépendance aux engrais synthétiques et contribuer à une agriculture plus durable et plus respectueuse de l'environnement grâce à l'utilisation du compost MSN.

### Durée estimée :

Ce manuel a été conçu pour les formations de 1 à 2 jours en moyenne

**MODULE 1 :** 2 heures

**MODULE 2 :** 2 heures

**MODULE 3 :** 3 heures

**MODULE 4 :** 2 heures

**MODULE 5 :** 1 heures



# MODULE 1: INTRODUCTION

## GOAL :

Informer de manière exhaustive les participants sur le rôle multiforme des mouches soldats noires dans l'agriculture durable.

## Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre la mouche soldat noire et ses rôles
- Sensibiliser les agriculteurs aux avantages du compost à base des déjections des mouches soldats noires

### La Mouche Soldat Noire et son adéquation à l'agriculture durable

La mouche soldat noire est un acteur clé de l'agriculture durable, réputée pour ses capacités efficaces de digestion des déchets organiques. Son cycle de vie comprend des étapes distinctes : œuf, larve, pupa et adulte, le stade larvaire étant clé pour la décomposition des déchets organiques. Les larves de mouches soldats noires consomment de grandes quantités de matière organique, la convertissant rapidement en excréments riches en nutriments, un engrais organique regorgeant de microbes bénéfiques et de nutriments essentiels. Ces excréments améliorent la fertilité et la structure des sols augmentant le rendement des cultures. L'adaptabilité des excréments des mouches soldats noires dans divers contextes agricoles justifie leur utilisation en agriculture durable.

## Discussions interactives

**La première étape :** Demandez aux agriculteurs s'ils ont entendu parler des mouches soldats noires. Comment et quand en ont-ils entendu parler ?

**Deuxième étape :** Demandez-leur s'ils sont conscients de la possibilité d'utiliser des mouches soldats noires pour produire des engrais ?

**Troisième étape :** Lancez une discussion sur les avantages de l'engrais à base des déjections des mouches soldats noires

**Quatrième étape :** Ouvrez une discussion sur les différents groupes de légumes pouvant être fertilisés avec l'engrais à base des déjections des mouches soldats noires.

## Messages clé



- La mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) est une espèce de mouche commune très répandue. Contrairement à de nombreuses autres espèces de mouches, les mouches soldats noires ne sont pas considérées comme nuisibles et ne présentent aucun risque pour la santé des humains et du bétail.

- La description de la mouche soldat noire notamment sa taxonomie et son apparence sont présentées dans la figure ci-dessous :

### Taxonomie

**Règne:** Animale  
**Embranchement:** Arthropodes  
**Classe:** Insecte  
**Ordre:** Diptères  
**Famille:** Stratiomyidae  
**Genre:** Hermetia  
**Espèce :** Illucens

### Description

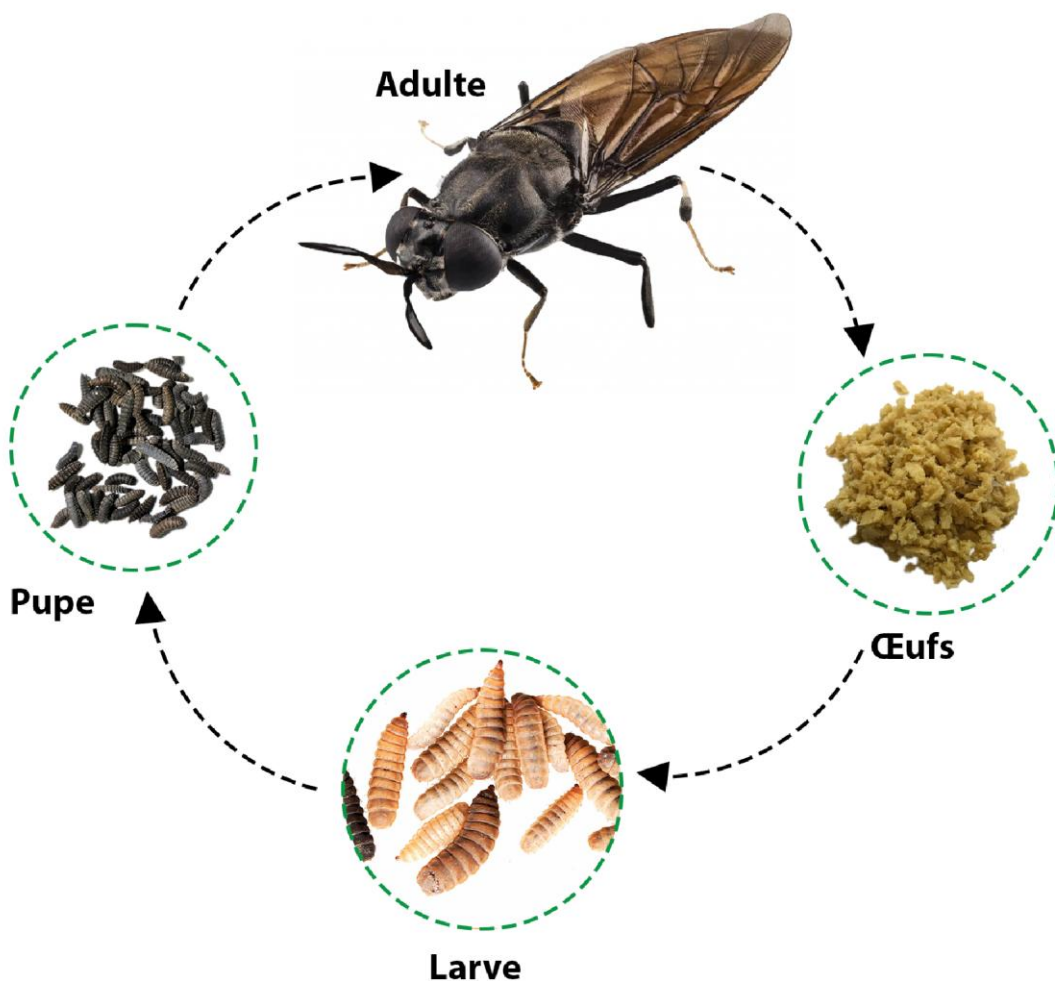
**Couleur:** noire à bleu, bandes blanches moyennes  
**Adulte:** apparence de guêpe  
**Adulte:** petit/étroit Yeux largement séparés, antenne marron foncé/bleue Larges segments basaux poilus noirs  
**Adulte:** 2 cm de longueur, capsule céphalique plus longue  
**Larves:** labrum et mandibulaire bien développés  
**Larves:** poils et poils brun terre/jaune doré



## Cycle de vie



- La mouche soldat noire (MSN) passe par quatre étapes distinctes dans son cycle de vie, qui dure environ 45 jours.
- Stade de l'œuf : dure quatre jours, pendant lesquels les œufs éclosent et les larves émergent.
- Stade larvaire : dure deux semaines, pendant lesquelles les larves se nourrissent de matières organiques, telles que des déchets en décomposition. Les larves perdent leur exosquelette (la mue) cinq fois au cours de cette étape
- Stade nymphal : dure jusqu'à deux semaines, pendant lesquelles les larves arrêtent de se nourrir et forment une nymphe, qui est une enveloppe protectrice qu'elles utilisent pour achever leur métamorphose.
- Stade adulte : dure environ 5 à 8 jours, pendant lesquels le MSN adulte s'accouplera, pondra des œufs, puis mourra.



**Figure 1:** Cycle de vie de la mouche soldat noire

## Habitudes alimentaires



Les larves de mouches soldats noires sont généralement détritivores et coprivores, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent de matière organique morte en décomposition (les déchets de cuisine, le fumier, les récoltes résidus, déchets d'abattoirs, etc.)

## Rôle écologique et applications agricoles



- **La gestion des déchets** : les larves sont très efficaces pour convertir les déchets organiques en ressources précieuses, comme le compost.
- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre** : réduire la quantité de déchets qui finissent dans les décharges d'ordures, où ils produiraient du méthane.
- **Produire des aliments pour animaux** : les larves de mouches soldats noires sont une source de nourriture très nutritive pour les animaux (volailles, poissons, porcs, etc.)
- **Agriculture circulaire durable** : les larves peuvent être élevées de manière durable, en utilisant les déchets organiques comme substrat et en produisant un minimum de déchets dans le processus, ce qui en fait un excellent candidat pour une agriculture durable.



# Egg stage

# Bio-conversion process



# Frass compost

**Figure 2 :** *Processus de production du compost MSN*



## Engrais à base des excréments de mouche soldat noire



- L'engrais est produit en donnant des déchets organiques aux larves de la mouche soldat noire, qui digèrent les déchets et les transforment en engrais par leurs excréments.
- Excréments : mélange principalement de larves de mouches soldats noires, de résidus de substrat et d'exosquelettes excrétés.
- Déchets larves de mouches soldats noires récoltés après 9 à 23 jours de compostage, selon le type de déchet utilisé.
- Un millier de kilogrammes de substrat alimentaire et végétal dans le processus de traitement des larves de mouches soldats noires peut produire 25 % (250 kg) de compost.
- Les déjections sèches des larves de mouches soldats noires sont produites principalement sous forme d'excréments brun foncé avec une texture granuleuse et ont une teneur en eau plus faible, tandis que celles humides sont denses, de couleur grise et ont une teneur élevée en humidité.
- Le compostage rapide des déchets organiques par les larves de mouches soldats noires produit des excréments compactés avec une teneur élevée en matière organique, macronutriments (NPK) et micronutriments qui sont facilement disponibles pour un usage agricole.
- Les excréments des mouches soldats noires peuvent être classés comme engrais composé NPK avec 3,4 % de N, 2,9 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 3,5 % de K<sub>2</sub>O en moyenne.
- Les excréments des larves de mouches soldats noires contiennent de riches microbes bénéfiques, tels que des bactéries nitrifiantes et fixatrices d'azote qui rendent l'azote disponible pour l'absorption par les plantes.
- La présence de chitine dans les excréments des larves de mouches soldats noires aide à favoriser le développement des plantes et à déclencher leurs défenses contre les ravageurs et les maladies.



## Avantages du compost MSN



### Disponibilité des nutriments

- Macronutriments : Azote, Phosphore, Potassium
- Micronutriments : Zinc et Cuivre
- Microbe bénéfique riche : nitrifiant et fixateur d'azote



### Potentiel de lutte contre les ravageurs et les maladies

- Chitine : présente des fonctions suppressives de maladies dans le sol, telles que les champignons parasites des plantes et les nématodes.
- Capacité à supprimer les maladies des plantes grâce à la présence de composés bioactifs, de certains micro-organismes et de composés riches en chitine
- Chitine : rend les nutriments minéraux inaccessibles aux agents pathogènes
- Déjections des larves de mouches soldats noires : empêche Rhizoctonia, Fusarium et Pythium d'attaquer les cultures



### Potentiel de rendement

- Augmenter les rendements, la productivité des cultures et les revenus agricoles.
- Augmentation du rendement grâce à l'amélioration des sols, à l'enrichissement en éléments nutritifs, à l'amélioration de la fertilité des sols et à l'amélioration de la croissance et du développement des plantes.



## Diversité de légumes qui peuvent être fertilisés avec le compost MSN

- Légumes feuilles : Amarante, roselle, corète potagère, feuilles de citrouille, etc.
- Légumes racines : carottes, betteraves, radis, etc.
- Légumes fruits : tomates, poivron, gombo, aubergine, etc.



# MÉTHODOLOGIE

## Matériels et Methodes

- Ateliers et séminaires
- Démonstrations sur le terrain
- Séances pratiques
- Questions et réponses
- Ressources en ligne

## Materials Required

- Matériel d'écriture
- Aides visuelles
- Exemple de bsf
- Échantillon de matériel de compostage
- Vidéos de démonstration
- Documents pédagogiques

## Référence

Gebremikael M. T., van Niklas W., Hosseini P. S., De Neve S. (2022). The impacts of Black Soldier Fly frass on nitrogen availability, microbial activities, C sequestration, and plant growth. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.795950>

Gärttling, D., Schulz, H. Compilation of Black Soldier Fly Frass Analyses. *J Soil Sci Plant Nutr* 22, 937–943 (2022). <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00703-w>

Arabzadeh G, Delisle-Houde M, Tweddell RJ, Deschamps M-H, Dorais M, Lebeuf Y, Derome N, Vandenberg G. Diet Composition Influences Growth Performance, Bioconversion of Black Soldier Fly Larvae: Agronomic Value and In Vitro Biofungicidal Activity of Derived Frass. *Agronomy*. 2022; 12(8):1765. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081765>

Elissen, H. J. H., R. van der Weide and L. Gollenbeek, 2023. Effects of black soldier fly frass on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 996.

Wang, Y.-S.; Shelomi, M. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods* 2017, 6, 91. <https://doi.org/10.3390/foods6100091>

M. Beyers, C. Coudron, R. Ravi, E. Meers, S. Bruun, Black soldier fly larvae as an alternative feed source and agro-waste disposal route – A life cycle perspective, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 192, 2023, 106917, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106917>.

Basri NEA, Azman NA, Ahmad IK, Suja F, Jalil NAA, Amrul NF. Potential Applications of Frass Derived from Black Soldier Fly Larvae Treatment of Food Waste: A Review. *Foods*. 2022 Sep 1;11(17):2664. doi: 10.3390/foods11172664. PMID: 36076850; PMCID: PMC9455751



# MODULE 2: Mise en place et suivi d'une pépinière

## Objectifs d'apprentissage :

- Les participants comprendront l'application du compost MSN
- Les participants apprendront des techniques efficaces de gestion d'une pépinière

### Milieu de culture

L'application du compost MSN améliore la vigueur des plants, le développement des racines et la santé globale des plants. Le compost MSN constitue un milieu de culture approprié pour promouvoir l'agriculture hors-sol, car il peut remplacer le terreau commercial utilisé dans les cultures en pot. L'utilisation de 80 % de terreau commercial et de 20 % d'excréments MSN comme support de culture améliore la croissance des plantes. Par exemple, pour des cultures telles que la laitue frisée, le basilic et la tomate, la survie des plantes en pot a augmenté de jusqu'à 20 % par rapport à la production de plantes en pot utilisant du terreau commercial.

## Discussions interactives

**La première étape :** Ouvrez une discussion sur ce qu'est une pépinière

**Deuxième étape :** Discutez de l'importance de la mise en place et suivi d'une pépinière

**Troisième étape :** Permettre aux participants de donner leur avis sur certains problèmes rencontrés dans la mise en place et suivi des pépinières

**Quatrième étape :** Discutez des différents types de méthodes la mise en place des pépinières

**Cinquième étape :** Discutez avec les participants de la manière de préparer un substrat avec l'engrais MSN pour les pépinières.

## Messages clé



- La pépinière maraîchère est un lieu où l'on produit des jeunes plants de légumes jusqu'à ce qu'ils soient prêts pour le repiquage.
- Cultiver des plants sains en pépinière est une étape importante pour la réussite de toute production maraîchère.
- Une mauvaise gestion de la pépinière réduira le nombre et la qualité des plantules et favorisera l'émergence de plusieurs maladies après transplantation.

## Importances de l'établissement d'une pépinière



- Élimine le problème de compactage du sol qui affecte les semis.
- Permet un contrôle des mauvaises herbes.
- Protège les semis contre les ravageurs et les maladies.
- Permet de produire des plants sains et exempts de maladies.
- Très pratique pour trier les plantules non vigoureuses.
- Utilisation plus optimale des semences.
- Des rendements plus élevés.

## Note au formateur : le formateur doit insister sur les points suivants



- Des facteurs clés tels que la qualité des semences, l'emplacement de la pépinière, l'accessibilité à l'eau et la nature du substrat doivent être pris en compte lors de la mise en place d'une pépinière.
- La pépinière doit être facilement accessible, bien exposée au soleil mais protégée contre la chaleur intense et les dégâts des animaux.
- Choisir des variétés de semences à haut rendement, tolérantes à la chaleur, résistantes aux maladies et adaptées à la conservation post récolte.
- Les semences certifiées doivent être achetées auprès de fournisseurs agréés.

## Problèmes observés dans les pépinières traditionnelles



- Incidence plus élevée des ravageurs et des maladies fongiques (fonte des semis, etc.)
- Mauvaise germination due à une mauvaise gestion de l'humidité dans les planches
- Manque de sensibilisation sur les pratiques améliorées de gestion d'une pépinière (planches surélevées, traitement des semences avant semis, etc.)
- Surdosage des fertilisants dans la pépinière.
- Non uniformisation des plantules.



# Méthodes d'établissement du lit de semence



## Alvéoles de semis

- Les graines semées dans des pots/conteneurs, des plateaux etc...
- Taux d'établissement de 100%
- Préviens les blessures aux racines et les chocs de transplantation sur les semis.



## Boîte de semis

- Pratique pour transporter des semis vers des champs éloignés
- Utiliser des trémies à semences en bois de 10 à 12 cm de profondeur et disponibles localement, avec des trous de drainage



## Planches

- Graines semées en bandes pour la production de grandes quantités de plantules.
- Largement pratiqué en production maraîchère

## Stérilisation / Solarisation du sol

### Première méthode (chauffage de la planche)

- Humidifiez le sol à environ 60% d'humidité
- Étalez uniformément du paillis sec sur la planche et versez de l'eau bouillie pure sur le paillis.
- Laissez le sol refroidir pendant environ 5 à 7 jours avant de semer



### Deuxième méthode (solarisation du sol)

- Appliquer de l'eau pour humidifier la planche
- Couvrir le sol avec des sachets plastiques transparents pendant 3 à 4 semaines
- Après 3 à 4 semaines, retirez les sachets plastiques et labourez le sol
- Environ 2 à 3 jours plus tard, nivelez le sol et semez les graines





## Préparation du terrain et semis

- ▶ Substrat constitué du compost MSN et de sable.
- ▶ Incorporer dans le sol, le compost MSN à raison de 2 kg/m<sup>2</sup>.
- ▶ Réaliser des lignes de semis espacées de 5 cm et de 0,5 cm de profondeur.
- ▶ Semez finement les graines dans les lignes de semis.
- ▶ Couvrir légèrement les graines dans les rangées en utilisant le compost MSN.
- ▶ Pailler la pépinière avec des tapis d'ombrage localement disponibles jusqu'à ce que les semis émergent

## Suivi de la pépinière

**Arrosage :** arrosez quotidiennement la pépinière pendant la saison chaude et sèche à l'aide d'un arroseur fin. Pendant la saison fraîche, l'arrosage peut être effectué une fois tous les deux jours. Évitez les arrosages excessifs

**Surveiller :** surveillez régulièrement les maladies et les ravageurs et réagissez en conséquence. La mort des plantules ou une mauvaise croissance peuvent être dues à une infection fongique. Les plantules peuvent développer une lésion nécrotique brune et enfoncée près du collet de la plante en raison d'une infection fongique.

**Fongicides :** les semences peuvent être traitées avec des fongicides à large spectre pour réduire les pertes dues à la fonte des semis.

**Ravageur :** les insectes (aleurodes, thrips et pucerons) peuvent transmettre des virus aux jeunes plants. Si les aleurodes posent problème dans la pépinière, les plants peuvent être recouverts d'un filet de 60 mailles ou plus fin pour éviter toute infestation d'insectes.

**Éclaircir :** les plantes excédentaires. Cela se fait généralement dans les 2 à 3 jours suivant l'apparition de la première vraie feuille. Les plants excédentaires peuvent être transplantés dans des plateaux ou des conteneurs individuels pour être repiqués plus tard au champ.

## Session pratique

Méthodes	Matériels
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Les participants appliquent le compost MSN aux plants et apprennent les techniques appropriées pour incorporer l'engrais dans le sol.</li><li>✓ Les participants créent collectivement une pépinière</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Semences (graines),</li><li>✓ Engrais MSN</li><li>✓ Bacs ou pots de plantation</li><li>✓ Sol</li><li>✓ Toile d'ombrage</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Répartir les participants en sous-groupes pour discuter et partager leurs observations.</li><li>✓ Animer une discussion sur les avantages et les défis liés à l'utilisation du compost MSN pour les semis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Tableau à feuilles mobiles</li><li>✓ Marqueurs</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Démonstrations sur les techniques appropriées de transplantation.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Eau</li><li>✓ Outils de transplantation</li><li>✓ Substrat de plantation.</li><li>✓ Plantules</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Terminez par une séance de questions-réponses où les participants peuvent poser des questions et discuter des défis auxquels ils peuvent être confrontés dans la gestion de la pépinière.</li><li>✓ Animer un exercice de dépannage en groupe.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Tableau blanc</li><li>✓ Marqueurs</li></ul>

## Référence

Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N. K., Fiaboe, K. K. M., Nakimbugwe, D., Khamis, F. M., ... Tanga, C. M. (2020). Exploring Black Soldier Fly Frass as Novel Fertilizer for Improved Growth, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Maize Under Field Conditions. *Frontiers in Plant Science*, 11. doi:10.3389/fpls.2020.574592

Elissen, H. J. H., R. van der Weide and L. Gollenbeek, 2023. Effects of black soldier fly frass on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 996. [https://avrdc.org/download/publications/manuals/veg-nursery-tomato-seedling-mgmt\\_guide\\_web\\_s.pdf](https://avrdc.org/download/publications/manuals/veg-nursery-tomato-seedling-mgmt_guide_web_s.pdf)



# MODULE 3: PRÉPARATION DU TERRAIN ET REPIQUAGE DES PLANTULES

## Objectifs d'apprentissage :

- Les participants vont acquérir des connaissances sur les techniques de préparation des champs
- Les participants vont acquérir des connaissances pratiques sur le repiquage des plantules

## Discussions Interactives

**La première étape :** comment les agriculteurs préparent-ils leurs champs pour la production de légumes ?

**Deuxième étape :** lancer une discussion sur la façon dont les plantules sont transplantées.

**Troisième étape :** demandez aux agriculteurs de mentionner les différents défis rencontrés lors du repiquage et comment ces défis sont gérés.

**Quatrième étape :** présentez aux participants une séance pratique sur le repiquage des plantules

## Messages clés : Préparation du terrain

- Préparez des billons ou des planches sur lesquels les plantules peuvent être repiquées.
- Incorporer le compost MSN dans le sol avant le repiquage améliore la qualité du sol et fournit des nutriments aux plantes.
- L'incorporation du compost doit se faire selon les étapes suivantes :
  - ▶ Labourer le sol à une profondeur d'environ 30 centimètres ;
  - ▶ Disposer le schéma de plantation en fonction de l'écartement de chaque culture ;
  - ▶ Incorporer 7 à 10 t/ha du compost MSN dans le sol.





# Messages clé : Transplantation

## Durcissement

- Durcir les plants avant le repiquage pendant une semaine
- Réduisez légèrement les arrosages, réduisez l'ombre et exposez les plants à un fort soleil.
- Arrosez abondamment les plants 12 à 14 heures avant de les repiquer au champ.

## Note au formateur

Les bonnes plantules doivent être :

- Vigoureuses et robustes
- Saines
- Ne pas de symptôme de ravageur ou de maladie
- Ne pas de boutons floraux ni de fleurs

## Processus de Repiquage

- Repiquer les plantules en fin d'après-midi lorsque les températures sont basses ou qu'il fait plus frais, pour éviter une transpiration excessive.
- Assurez-vous que le sol soit humide avant le repiquage et appliquez de l'eau sur le champ peu de temps après le repiquage.
- Faites un trou juste assez grand pour contenir la plantule avec la motte de terre.
- Utilisez des écartements de repiquage appropriée pour chaque culture.
- Placer une plantule dans chaque trou de plantation au sein des parcelles.
- Enterrez fermement les racines des plantules dans le sol, mais pas plus de la moitié de la hauteur du plant.
- Appuyez légèrement pour maintenir la plante droite et fermement en position.

**Table 1:** *Ecartement de repiquage pour certaines cultures maraîchères*

SPÉCULATION	QUANTITÉ DE GRAINES (G/HA)	DISTANCE ENTRE LIGNE (CM)	DISTANCE ENTRE PLANTS (CM)	NOMBRE DE JOURS JUSQU'À LA GERMINATION (JOURS)	NOMBRE DE JOURS AVANT LE REPIQUAGE
TOMATE	100 - 150	60	40	3 - 5	28 - 35 JOURS (4-5 SEMAINES)
POIVRE	100 - 150	60	45	8 - 12	28 - 35 JOURS (4-5 SEMAINES)
CHOU	200 - 250g	60	45	3 - 5	30 - 30 JOURS (4-5 SEMAINES)
OIGNON	5 - 7kg	20	10	7 - 10	42 - 56 JOURS (6-8 SEMAINES)

# Session pratique

MÉTHODES	MÉTHODES
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Les participants visitent un champ où la préparation du terrain a été effectuée efficacement.</li><li>✓ Discutez des caractéristiques physiques du sol, de sa disposition et des considérations relatives aux différentes cultures.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Transport vers le champ voisin</li><li>✓ Terre et sol</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Former les participants sur la bonne incorporation des matières organiques, comme le compost MSN dans le sol.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Compost MSN</li><li>✓ Outils de mesure</li><li>✓ Pelle</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Démonstrations sur les techniques appropriées de repiquage,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Eau</li><li>✓ Outils de repiquage</li><li>✓ Milieu de plantation.</li><li>✓ Plantules</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Terminez par une séance de questions-réponses où les participants peuvent poser des questions et demander des éclaircissements sur la préparation du terrain.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Forum ouvert</li></ul>

# MODULE 4: PRATIQUES DE GESTION INTÉGRÉE

## Objectifs d'apprentissage :

- Les participants apprendront les différentes pratiques de gestion intégrée de la production maraîchère.
- Ils connaîtront le rôle du compost MSN dans un système de gestion intégré des cultures maraîchères

### Stratégies de gestion intégrée en agriculture

Les pratiques de gestion intégrée des cultures maraîchères impliquent une approche holistique qui intègre diverses stratégies pour optimiser la santé et le rendement des cultures. Cette méthode complète intègre la gestion des ravageurs et des maladies, la gestion des éléments nutritifs, des pratiques d'irrigation efficaces, l'utilisation d'engrais appropriés et une gestion efficace après la récolte. Un ajout notable à ces pratiques est l'utilisation d'engrais à base de déchets des mouches soldats noires. Lorsqu'il est intégré à ces pratiques de gestion agricole globales, cet engrais joue un rôle essentiel dans le soutien de la santé et de la productivité globales des cultures tout en promouvant une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

## Contenu

Ce module est divisé en quatre sujets :

- ◆ Fertilisation écologique des légumes à l'aide de déjections des mouches soldats noires
- ◆ Gestion intégrée des ravageurs et des maladies
- ◆ Irrigation des légumes





## Sujet 4.1: Fertilisation écologique avec le compost MSN

WorldVeg a mené des expériences sur le terrain au Ghana et au Bénin pour comprendre la capacité fertilisante du compost MSN pour des légumes tels que la tomate (au Ghana), le gombo et Gboma (au Bénin). Les résultats de la recherche indiquent qu'une combinaison du compost MSN (5 t/ha) et d'engrais inorganique à un taux de 100 kg/ha de NPK ou du compost MSN seul à 10 t/ha étaient les traitements les plus performants qui ont eu un impact significatif sur les performances agronomiques, le rendement, la qualité des fruits de la tomate et appropriés au sol du Ghana. Les résultats obtenus au Bénin indiquent que le compost MSN présente un grand potentiel en tant qu'engrais organique pour le gombo et l'aubergine africaine (Gboma), en particulier lorsqu'il est appliqué à raison de 10 t/ha. Les deux traitements les plus performants pour la plupart des paramètres étudiés étaient 10 t/ha de MSN + 100 kg/ha NPK + 50 kg/ha d'urée + 50 kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et MSN à 10 t/ha pour le gombo. Alors que pour gboma, les deux traitements les plus performants étaient le MSN à 10 t/ha et le taux recommandé par la recherche comme contrôle positif (10 t/ha de fumier de poulet + 100 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée + 50 kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La littérature indique que l'application combinée de compost MSN et de NPK à un taux de 2 t/ha a entraîné une augmentation des rendements de légumes tels les tomates, les choux frisés et les haricots verts de respectivement 4,5 ; 2,4 et 5,4 fois par rapport au traitement témoin.

### Objectifs d'apprentissage :

- Les participants apprendront les taux d'application et les méthodes d'application du compost MSN comme fertilisants des légumes.
- Ils comprendront le moment et la fréquence d'application du compost MSN

### Discussions interactives

- **Première étape :** demandez aux participants de mentionner les types d'engrais utilisés dans leurs champs pour la production des légumes
- **Deuxième étape :** laissez-les discuter entre eux des méthodes traditionnelles d'application des engrais.

### Messages clés : taux de demande

#### Tomate :

- Pour une bonne gestion des sols pauvres en éléments nutritifs et pour de meilleurs résultats dans la production de tomates, appliquez le compost MSN à dose de 5 t/ha et du NPK à raison de 100 kg/ha.
- Les agriculteurs peuvent également appliquer le compost MSN seul à raison de 10 t/ha pour la production de tomates.
- Pour une application par microdosage, appliquez 50g de compost MSN avec 3g de NPK sur chaque plant de tomate ; Pour l'option d'engrais MSN unique, les agriculteurs peuvent appliquer 100 g de compost MSN par plante.
- L'engrais peut être appliqué en application basale une semaine après le repiquage.
- La fumure d'entretien peut être appliquée quatre à six semaines après l'application basale.



**Compost MSN (5t/ha)  
et pratique paysanne  
(100kg/ha de NPK)**



**Compost conventionnel  
(5t/ha) + compost MSN  
(5t/ha)**



**Compost MSN tout seul  
(10t/ha)**



**Compost conventionnel  
à la dose de 10t/ha**



**Pratique paysanne  
(100kg/ha NPK) + compost  
conventionnel (5t/ha)**



**Pratique paysanne  
(NPK/SO<sub>4</sub> à 200kg/ha)**



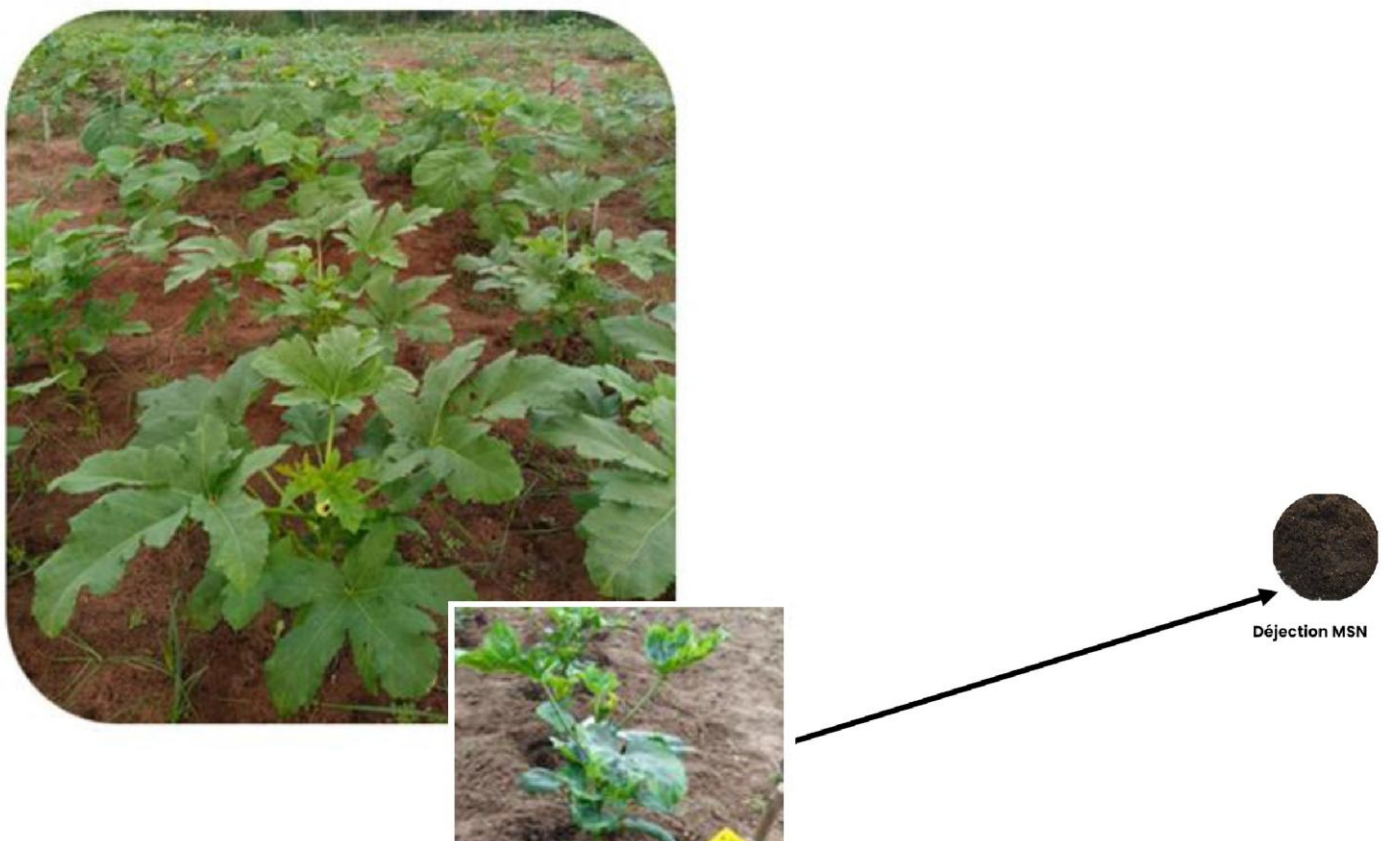
**Figure 3:** Tomates cultivées avec le compost MSN seul ou en combinaison d'autres fertilisants comparées aux pratique paysannes



## Messages clés : dose d'application recommandée

### Gombo

- Pour de meilleurs résultats dans la production de gombo, appliquez 10 t/ha de compost MSN + 100 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée + 50 kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Les agriculteurs peuvent appliquer uniquement, le compost MSN à raison de 10 t/ha pour le gombo.
- Fractionner les apports pour fournir des nutriments aux plantes à différents stades de croissance.
- Pour le gombo, appliquer la première application d'engrais au stade de croissance tandis que les deuxièmes et troisièmes applications seront effectuées au stade de fructification.



**Figure 4:** *Gombo cultivé avec le compost MSN*

## **Messages clés :** dose d'application recommandée

### **Aubergine africaine (gboma)**

- Pour de meilleurs résultats dans la production du Gboma, appliquez du compost MSN à raison de 10 t/ha ou le taux recommandé par la recherche comme contrôle positif (10 t/ha de fiente de poulet + 100 kg/ha NPK + 50 kg/ha d'urée + 50 kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- La fumure de fond se fait avant le repiquage/semis
- La fumure d'entretien est effectuée 4 après le repiquage, soit la deuxième application.



**Figure 5 :** *Aubergine africaine (Gboma) cultivée avec le compost MSN*

## **Messages clés :** dose d'application recommandée

### **Légumes racines**

- Pour les légumes racines (carotte, betterave, etc.), appliquer le compost MSN à la dose de 7,5 et 15g/kg de terre.
- Cela démontre l'efficacité des applications sur le sol, favorisant l'émergence et la croissance robustes des plantes.



## Messages clés : Méthodes d'application

### Enrobage des graines

#### Description

Enrober les graines d'une fine couche du compost MSN avant le semis

#### Application

Cette méthode est particulièrement utile pour favoriser la croissance précoce des plants. Les nutriments contenus dans le compost MSN fournissent un apport nutritif aux semences en germination et aux plantules.

### Incorporation au sol

#### Description

Mélangez le compost MSN dans le sol avant le repiquage ou pendant la préparation du sol

#### Application

Cette méthode est efficace pour assurer une répartition plus uniforme des nutriments dans toute la zone racinaire. Cela se fait souvent lors de la préparation du terrain ou avant le repiquage.

### Ajout de matière organique

#### Description

Mélangez le compost MSN avec d'autres matières organiques (fientes de volaille bien décomposé) pour créer un mélange riche en nutriments.

#### Application

Incorporez ce mélange au sol ou épandez le sous les plantules

## Session pratique

MÉTHODES	MATÉRIAUX
<ul style="list-style-type: none"><li>☑ Guider les participants pour les différentes méthodes d'application du compost MSN</li><li>☑ Engagez les participants dans des exercices pratiques où ils calculent les doses d'application d'engrais pour des scénarios de cultures et de sols donnés.</li><li>☑ Examiner et discuter des résultats en groupe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>☑ Compost MSN</li><li>☑ Pelles</li><li>☑ Exemple de scénario</li></ul>

#### Référence

Anyega A. O., Korir N. K., Beesigamukama D. et al. (2021). Black soldier fly-composted organic fertilizer enhances growth, yield, and nutrient quality of three key vegetable crops in Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Plant Science*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.680312>

## Sujet 4.2: : Gestion intégrée des ravageurs et des maladies

L'utilisation de pesticides en Afrique a connu une augmentation substantielle de près de 64% entre 1990 et 2019, conduisant à une multiplication par 10 de la consommation de pesticides en Afrique de l'Ouest. Cette pratique entraîne souvent une utilisation inappropriée des doses et fréquences de pesticides. Certains cas impliquant jusqu'à 30 apports de pesticides en une campagne de production des cultures telles que : chou, poivron et aubergine africaine. Au Kenya, l'application de pesticides par hectare dans les cultures maraîchères a augmenté de 47 % par saison entre 2005 et 2008. Au Bénin, les agriculteurs pulvérisent au maximum huit à seize fois plus de pesticides de synthèse au cours de chaque saison de production de tomates, tandis que pour le poivron, ils pulvériser jusqu'à quarante-huit fois pendant six mois de production de poivre. Au Burkina Faso, les agriculteurs ont pulvérisé des insecticides jusqu'à 35 à 95 fois sur les oignons, les tomates, les poivrons et les aubergines. WorldVeg a développé des packages de gestion intégrée des ravageurs et des maladies pour certains des ravageurs et maladies des cultures maraîchères. WorldVeg promeut des stratégies de lutte intégrée qui impliquent un meilleur assainissement des champs, l'élimination et la destruction rapide des pousses et des fruits des plantes infestées tout au long de la saison, l'utilisation de pièges collantes pour attirer et tuer les insectes adultes. En suivant la stratégie IPM, les agriculteurs seront en mesure de réduire leur utilisation de pesticides de 65 à 75%. Des études ont également montré que les excréments d'insectes associés à des engrais inorganiques produisaient les meilleurs résultats en matière de résistance des cultures et des agents pathogènes /maladies avec une dose efficace typique de 10 à 40% du volume total d'engrais administré.

### Objectifs d'apprentissage :

- Améliorer la compréhension des participants sur la lutte intégrée contre les ravageurs et les maladies.
- Développer des compétences pratiques en matière d'identification et de surveillance des ravageurs et des maladies.

### Discussions interactives

- **Première étape** : Demander aux agriculteurs de mentionner certains ravageurs et maladies observés dans leur champ.
- **Deuxième étape** : Assister les participants dans le processus d'identification des ravageurs et des maladies.
- **Troisième étape** : Discuter avec les participants des différentes pratiques de gestion des ravageurs et des maladies.



## Messages clés

### Note au formateur

- Les légumes telles que : tomate, gombo, carottes et aubergines sont sensibles à un large éventail de ravageurs et de maladies.
- Les ravageurs et les maladies peuvent avoir des impacts importants sur les cultures maraîchères, entraînant diverses formes de dommages.
- Voici cinq impacts généraux des dommages :

## Impacts généraux des dommages

### Réduction du rendement

- Les ravageurs et les maladies ciblent souvent directement les structures reproductrices des plantes (fleurs, fruits et graines).
- Les dégâts infligés à ces structures peuvent entraîner une réduction substantielle du rendement des cultures.

### Dégradation de la qualité de la récolte

- Les ravageurs et les infections peuvent avoir un impact négatif sur la qualité des légumes récoltés affectant ainsi la valeur marchande et l'acceptabilité des produits.
- Les insectes broyeurs peuvent causer des dégâts esthétiques, tandis que les maladies peuvent entraîner une décoloration, une pourriture ou d'autres changements indésirables.

### Retard de croissance et de vigueur

- Une alimentation continue par des ravageurs ou la présence de maladies peuvent entraîner un retard de croissance et une vigueur réduite des plantes.
- Les plantes infectées présentent souvent des symptômes tels qu'un jaunissement, un flétrissement ou une déformation.

### Transmission d'agents pathogènes

- Certains ravageurs agissent comme vecteurs, transmettant des agents pathogènes qui provoquent des maladies.
- Les insectes comme les pucerons et les aleurodes peuvent transporter et propager des virus entre les plantes.

## Messages clés : Principaux ravageurs et maladies du gombo, tomate et aubergine africaine



### **Phthorimaea absoluta**

#### **Impact**

Crée des mines sur les feuilles.  
Les larves créent des trous sur les fruits.



### **Helicoverpa armigera**

#### **Impact**

Défoliation des feuilles.  
Trous dans les fruits, aptitude réduite au marché.



### **Mouches blanches**

#### **Impact**

Diminution de la vigueur des plantes.  
Transmission de maladies et sécrétion de miellat.  
Développement de fumagine.



### **Ver des fruits**

#### **Impact**

Dégâts des fruits.  
Valeur marchande réduite.



### **Jassides**

#### **Impact**

Jaunissement des feuilles.  
Enroulement des feuilles.  
Transmission d'agents pathogènes.  
Vigueur des plantes réduite.





### **Maladie TYLC**

#### **Impact**

Enroulage des feuilles.  
Jaunissement des  
feuilles.  
Rabougrissement des  
feuilles.



### **Virus de la veine jaune du gombo**

#### **Impact**

Jaunissement des  
nervures. Déformation  
des feuilles et  
diminution de la  
vigueur des plantes.



### **Anthracnose**

#### **Impact**

Pourriture des fruits.  
Lésions sombres et  
enfoncées. Pertes post  
récolte.



### **Flétrissement bactérien**

#### **Impact**

Présence des stries  
brunes ou noires dans  
leurs tissus vasculaires.  
Flétrissement de la  
plante. Rendement  
réduit.



### **Brûlure phomopsienne**

#### **Impact**

Défoliation prématurée.  
Qualité réduite des  
fruits et perte de  
rendement



### **Mildiou**

#### **Impact**

Photosynthèse réduite.  
Retard de croissance  
Perte de valeur  
marchande



### **Fusariose**

#### **Impact**

Flétrissement sévère,  
Jaunissement des  
feuilles  
Perte du rendement



### **Nématodes**

#### **Impact**

Formation de petites  
structures racinaires  
gonflées (galles).  
Plantes rabougries.



### **Virus de l'enroulement des feuilles du gombo**

#### **Impact**

Retard de croissance  
des plantes.  
Perte du rendement et  
qualité marchande.



### **Alternariose**

#### **Impact**

Réduction de la  
Photosynthèse.  
Perte du rendement et  
qualité marchande.



# **Messages clés : Composante de base de la stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs et les maladies**

## **Prophylaxie sanitaires**

- Utiliser les variétés résistantes adaptées aux conditions locales.
- Éliminer les plantes infestées.
- Nettoyer le matériel de culture.
- Éviter les excès d'eau dans le sol et le feuillage.
- Arroser tôt le matin.
- Éliminer les mauvaises herbes.
- Éliminer les premières plantes ou organes atteints.
- Paillage.

## **Surveillance**

- L'inspection visuelle, les pièges et d'autres méthodes et outils de surveillance sont utilisés pour identifier les ravageurs et suivre les niveaux d'infestation.

## **Contrôle mécanique**

- Lutte physique ou mécanique.
- Eriger des barrières contre les insectes.
- Faire un bon travail du sol pour perturber la reproduction.

## **Contrôle biologique**

- Soyez conscient des organismes bénéfiques tels que les insectes prédateurs et parasitoïdes qui se nourrissent et se développent sur les ravageurs cibles et les pesticides biologiques dérivés de micro-organismes.
- Cela permet un contrôle avec un impact minimal ou nul sur l'environnement.
- Utilisation d'extraits de plantes (neem, hyptis, eucalyptus) ; produits à base de cuivre, soufre, biopesticides issus de micro-organismes.

## **Utilisation responsable des pesticides**

- Les pesticides chimiques sélectifs et systémiques sont soigneusement ciblés (pour permettre la préservation des organismes utiles) sur des étapes spécifiques du cycle de vie des ravageurs et utilisés uniquement si nécessaire pour protéger ou sauver une culture.

## **Système de culture**

- Adopter une rotation des cultures pour éviter la culture continue d'espèces de la même famille et l'accumulation de maladies transmises par le sol (légumes feuilles – tomates – légumineuses à grains qui peuvent améliorer la matière organique du sol).
- Tuteurage de tomate pour éviter les maladies.





## SESSION PRATIQUE

Méthodes	Matériels
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Organiser une séance pratique au cours de laquelle les participants apprennent à identifier les ravageurs et les maladies courants.</li> <li>✓ Insister sur l'importance d'une identification précise pour une gestion efficace.</li> <li>✓ Former les participants aux méthodes systématiques de dépistage et de suivi.</li> <li>✓ Discuter de la manière d'établir des zones de surveillance, d'enregistrer les observations et d'utiliser des seuils d'intervention.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Échantillons de ravageurs et de maladies courants</li> <li>✓ Carnet de notes de terrain</li> <li>✓ Guide des ravageurs et des maladies</li> <li>✓ Loupe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Présenter aux participants les variétés résistantes à des ravageurs ou à des maladies spécifiques.</li> <li>✓ Discuter des avantages de l'intégration de l'utilisation des variétés résistantes dans les pratiques agricoles.</li> <li>✓ Discuter et démontrer les bonnes pratiques agricoles pouvant aider à prévenir les problèmes de ravageurs et de maladies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Graphiques/schémas sur le contrôle culturel</li> <li>✓ Variétés résistantes aux maladies</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Engager les participants dans une activité de groupe où ils élaborent des plans de gestion des ravageurs et des maladies pour des cultures spécifiques.</li> <li>✓ Encourager la discussion sur l'intégration de plusieurs méthodes de lutte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tableau à feuilles mobiles</li> <li>✓ Marqueurs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Créer un scénario de terrain simulé avec des plantes en pot infestées de faux ravageurs et maladies.</li> <li>✓ Les participants travaillent en équipe pour évaluer la situation et mettre en œuvre une stratégie de gestion intégrée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plantes en pot</li> <li>✓ Ravageurs et maladies moquées</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Terminer la formation par une séance de questions-réponses où les participants peuvent poser des questions et discuter des défis réels auxquels ils peuvent être confrontés en matière de gestion des ravageurs et des maladies.</li> <li>✓ Animer un exercice de dépannage en groupe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Forum ouvert</li> </ul>

## Référence

Srinivasan, R., Tamò, M. and Subramanian, S. (2022). The case for integrated pest management in Africa: transition from a pesticide-based approach. *Current Opinion in Insect Science*, 54:100970. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100970>

Elissen, H. J. H., R. van der Weide and L. Gollenbeek, 2023. Effects of black soldier fly frass on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 996.

Food and Agriculture Organization (FAO): FAOSTAT Production – Crops and Livestock products. (Accessed 2nd December, 2023) <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>

## Sujet 4.3: Irrigation

La méthode d'irrigation utilisée dépend de la structure (aspersion ou goutte à goutte) disponible. En règle générale, appliquez de l'eau deux à trois fois par semaine et arrosez abondamment à chaque fois, par opposition à un arrosage bref et peu profond chaque jour. L'arrosage tôt le matin donne aux cultures le temps d'absorber l'humidité avant qu'elle ne s'évapore sous la chaleur de la journée. L'irrigation des légumes fruits nécessite un examen attentif des besoins en eau des espèces qui varient selon le stade de croissance, le type de sol et les conditions météorologiques. L'élaboration d'un plan d'irrigation est importante pour la résilience des exploitations agricoles

### Objectifs d'apprentissage :

- Éduquer les participants sur les différentes méthodes et mécanismes d'irrigation
- Les participants apprendront les procédures d'irrigation des légumes

### MESSAGES CLÉ

#### Choisir le bon système d'irrigation

- Trois types de systèmes d'irrigation sont couramment utilisés pour la production de légumes-fruits : irrigation par aspersion, irrigation goutte à goutte et irrigation par inondation.
- L'irrigation goutte à goutte est la méthode d'application d'eau la plus efficace dans la production de légumes fruits, car elle conserve l'eau en la dirigeant vers la zone racinaire des plantes là où elle est nécessaire.
- Les petits exploitants agricoles sont pour la plupart familiers avec le système d'inondation en raison du manque de ressources d'irrigation adéquates.

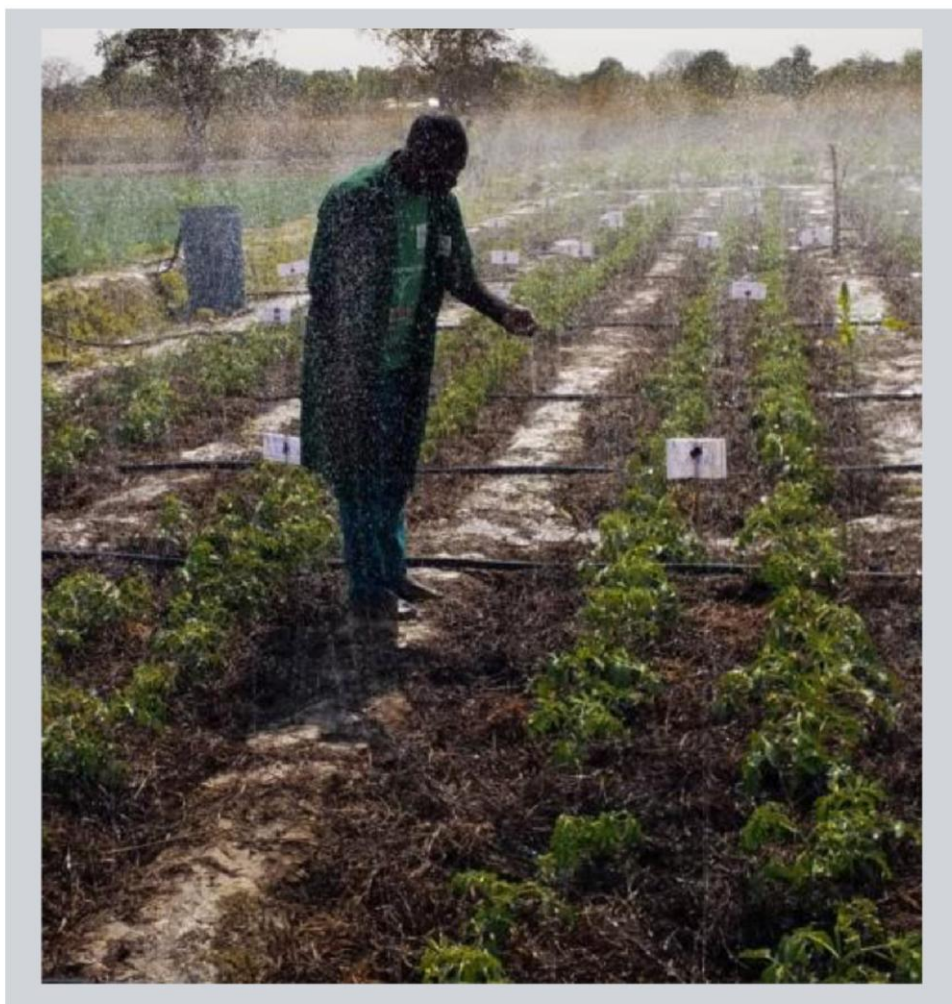
#### Irrigation des légumes-racines

- Les légumes racines (carottes, patates douces, pomme de terre, etc.) nécessitent des irrigations fréquentes pour une qualité optimale.
- Les légumes racines possèdent des racines peu profondes et bénéficient d'une irrigation fréquente tout au long de la saison de croissance.
- L'irrigation par aspersion et le système goutte à goutte peuvent être utilisés pour cultiver des légumes racines.
- Cependant, l'irrigation goutte à goutte est la méthode d'application d'eau la plus efficace pour les légumes racines et peut aider à réduire les mauvaises herbes, champignons et maladies.





**Figure 6:** *Irrigation par inondation*



**Figure 7:** *Irrigation par aspersion*

## Sujet 4.4: Récolte des légumes et gestion post-récolte

WorldVeg a mené des essais sur le terrain au Ghana et au Bénin pour connaître le potentiel du compost de MSN pour améliorer les rendements des tomates, du gombo et des aubergines. Les résultats ont indiqué que :

- Le compost MSN (5 t/ha) + l'engrais NPK (100 kg/ha) ont donné un rendement en fruits de 16,87 t/ha contre 200 kg/ha avec un engrais conventionnel.
- Le compost MSN seul à la dose de 10t/ha ont donné 14,9 t/ha contre 16,05 t/ha pour l'engrais conventionnel (NPK)
- Le compost MSN à 10 t/ha ont donné un rendement de 5,53 t/ha de feuilles de Gboma contre 3,48 t/ha pour l'engrais conventionnel.
- Le compost MSN à 5 t/ha ont donné 12 t/ha de rendement en fruits de gombo par rapport à l'engrais conventionnel.

### Objectifs d'apprentissage :

- Les participants apprendront différentes périodes et méthodes de récolte des légumes.
- Les participants comprendront diverses manipulations post-récoltes pour les cultures maraîchères.

### Discussions interactives

**Première étape :** demander aux agriculteurs de partager la façon dont ils récoltent leurs légumes.

**Deuxième étape :** discuter des différentes méthodes de récolte avec les participants.

**Troisième étape :** laisser-les partager sur les différents défis post-récolte auxquels ils sont confrontés.

**Quatrième étape :** partager avec eux des techniques post-récolte efficaces.

### Note au formateur

- La récolte doit être effectuée correctement et avec soin pour minimiser les dommages aux produits.
- La récolte doit être effectuée au bon moment et avec le bon outil.
- La récolte doit être effectuée lorsque la température est basse, car une température plus élevée entraîne une respiration plus rapide et une détérioration des légumes.
- Les légumes récoltés tôt le matin sont entièrement frais et turgescents en raison de la rosée à ce moment-là.



- La récolte le soir est préférable pour les marchés éloignés en raison de l'accumulation plus élevée de glucides et de la moindre quantité d'humidité.
- Les légumes doivent être récoltés au bon stade de maturité. Les légumes récoltés immatures ou trop mûrs sont généralement de mauvaise qualité.

## Messages clés : Récolte

### Tomate

- Peut-être récolté à différentes étapes, en fonction du temps nécessaire à la commercialisation du fruit.
- Pour le transport longue distance, récolter les fruits au stade de la casse (10% de la surface est jaune tan, rose ou rouge).
- Pour le marché local, récoltez les fruits à des stades de maturation ultérieurs.
- Un mauvais soin des fruits après la récolte entraînera une mauvaise qualité des fruits.
- Évitez d'endommager les fruits et ne mélangez pas des fruits endommagés et non endommagés.
- Récoltez pendant les périodes fraîches, comme en fin d'après-midi ou tôt le matin.
- Les tomates sont normalement emballées dans des caisses en bois et en plastique, mais les caisses en plastique sont préférables.

**Table 3 : Différentes étapes de maturation des tomates**

Classe	Description
<b>Vert</b>	Entièrement vert clair à vert foncé, mais mature
<b>Briseur</b>	Première apparition de couleur externe rose, rouge ou jaune tanné ; pas plus de 10%
<b>Tournant</b>	Plus de 10% mais pas plus de 30% de rouge, de rose ou de jaune tanné
<b>Rose</b>	Plus de 30% mais pas plus de 60% de rosé ou de rouge
<b>Rouge clair</b>	Plus de 60% mais pas plus de 90% de rouge
<b>Rouge</b>	Plus de 90% de rouge ; maturité souhaitable à la table



## Aubergine africaine



- La plupart des communautés consomment des fruits non mûrs, vert clair, jaunâtres ou verts.
- La récolte est effectuée à plusieurs reprises à intervalles d'environ deux semaines et dure 2 à 3 mois.
- Pour extraire les graines en vue d'une utilisation dans des essais ultérieurs ou dans des pépinières de sélection, récoltez lorsque le fruit est devenu rouge.

## Poivrons



- Les poivrons peuvent être récoltés lorsque les fruits deviennent verts, rouges ou jaunes pour les piments doux et piquants (piment).
- Dans le cadre de la production commerciale, le piment reste dans le champ jusqu'à maturité tardive pour être séché et broyé en poudre destinée à la préparation de différents types de sauces.
- La récolte a généralement lieu toutes les 1 à 2 semaines une fois la récolte commencée et peut durer 2 à 3 mois.

## Gombo



- La récolte est faite 45 à 55 jours après le semis.
- Les gousses mûrissent très rapidement, la sélection de gousses de taille maximale mais encore tendres est le point à considérer.
- Un nombre total de 15 à 18 récoltes peuvent être effectuées
- 10-15 t/ha.

## Légumes à feuilles traditionnels



- La récolte doit commencer quatre semaines après le semis ou trois semaines après le repiquage
- Se poursuit toutes les deux semaines pour une récolte continue.
- Une seule récolte par arrachage est également possible.

## Onions



- Prête à être récoltée trois à quatre mois après la transplantation.
- La chute du collet est l'indication de la maturité.
- Le meilleur moment pour récolter l'oignon est lorsque 60 à 70% des fanes sont tombées.



## Qu'est-ce que le ZECC ?

Zero energy cool chamber (ZECC), développée à l'origine en Inde, est une petite chambre faite de briques et de sable où les agriculteurs peuvent stocker les produits fraîchement récoltés avant de les transporter au marché. ZECC fonctionne sur les principes de refroidissement par évaporation qui peuvent être utilisés pour fournir un environnement frais. La durée de conservation des légumes ainsi que leur qualité peuvent être augmentées en les conservant dans un environnement frais. Cela réduit le taux de détérioration, laisse plus de temps pour commercialiser la récolte et permet à des produits de meilleure qualité d'atteindre les consommateurs.

## Messages clés : Gestion post-récolte

### Pré-refroidissement

- Un refroidissement immédiat après la récolte est important pour conserver la qualité du produit, car la détérioration double à chaque augmentation de température de 10°C.
- Le pré-refroidissement élimine la chaleur du produit.
- Méthodes de pré-refroidissement : refroidissement de la pièce, hydro-refroidissement (utilisation de l'eau) et refroidissement par évaporation (chambre de refroidissement à énergie zéro).
- La chambre de refroidissement à énergie zéro (ZECC) peut réduire la température de 10 à 15°C mais maintient une humidité élevée. Ce sont des conditions parfaites pour stocker les produits. Les commerçants peuvent également utiliser les ZECC pour stocker les produits sur les marchés afin que les produits ne se détériorent pas sous le soleil toute la journée.

Légume	Perte de poids (%)		Durée de conservation (jours)	
	ZECC	Ambient	ZECC	Ambient
Poivre vert	2 - 3	14 - 18	7	3
Morelle africaine	1 - 4	4 - 12	3	1
Tomate	1 - 7	5 - 23	12 - 15	7 - 9
Aubergine	1	6	4	2
Concombre	3	10	4	2
Chou-fleur	18	44	9	7

**Tableau 4 :** Expérience de perte de poids et de durée de conservation des légumes au ZECC





**Figure 8 :** *Chambre de refroidissement à énergie zéro (ZECC)*

### **Lavage et nettoyage**

- Implique l'élimination de la poussière du sol, des débris adhérents, des insectes et des résidus chimiques pour le rendre attrayant et également pour conserver la qualité.
- Le chlore est généralement ajouté à l'eau douce pour servir de désinfectant lors du lavage des produits.
- Pour le nettoyage des légumes fruits, un chiffon propre et humide est souvent utilisé.
- Il est nécessaire de tailler, couper ou enlever les feuilles et autres parties végétatives des légumes après la récolte.

### **Tri et nettoyage**

- Le tri est effectué à la main pour éliminer les fruits impropres à la commercialisation ou au stockage en raison de dommages causés par des insectes, maladies ou blessures mécaniques.
- Les produits triés peuvent ensuite être classés selon la taille, couleur et forme.



# MODULE 5 : tenue de registres et précautions de sécurité

## Objectifs d'apprentissage :

- Les participants doivent être capables d'établir et de tenir un registre des différentes opérations agricoles.
- S'assurer que les participants connaissent bien les protocoles de sécurité et les précautions associées à la manipulation du compost MSN

## Discussions interactives

**Première étape :** demander aux agriculteurs s'ils tiennent des registres agricoles

**Deuxième étape :** laisser aux agriculteurs d'expliquer comment procéder

**Troisième étape :** Discuter des mesures de sécurité à utiliser lors de l'utilisation du compost MSN.

## Message clé : tenue de registre

**Objectif :** enregistrer et suivre tous les intrants utilisés dans la production maraîchère, y compris les semences, les engrais, les pesticides et les régulateurs de croissance.

### Détails à enregistrer

**Date d'application :** documenter les dates auxquelles les pépinières sont installées, les engrais sont appliqués et les pesticides sont pulvérisés.

**Quantité d'intrants :** préciser le type, la marque et la quantité de semences, d'engrais et de pesticides utilisés pour chaque culture.

**Taux d'application :** enregistrer les doses auxquels les engrais et les pesticides sont appliqués par unité de surface.

## Registres de plantation et de récolte

**Objectif :** documenter les activités de semis, repiquage et de récolte pour suivre le développement et le rendement des cultures.

### Détails à enregistrer :

**Date de plantation :** noter les dates auxquelles les semences sont semées.

**Dates de récolte :** enregistrer les dates de chaque récolte pour différentes cultures.

**Rendement par récolte :** documenter la quantité de légumes récoltés lors de chaque récolte.

# Registres de surveillance des ravageurs et des maladies

**Objectif :** Tenir des registres détaillés des observations de ravageurs et de maladies pour faciliter la détection et l'intervention précoces.

## Détails à enregistrer

**Types de ravageurs et de maladies :** Identifier et enregistrer les ravageurs et les maladies spécifiques affectant les cultures.

**Gravité et localisation :** Noter la gravité des infestations et leur localisation dans le champ.

**Mesures de contrôle :** Documenter les mesures prises pour lutter contre les problèmes de ravageurs et de maladies, y compris le type et le calendrier des interventions.

## Précautions de sécurité concernant les engrais



### ÉQUIPEMENT DE PROTECTION

Porter un équipement de protection approprié tel que des gants, des manches longues et un masque pour éviter tout contact direct avec les excréments.



### HYGIÈNE

Se laver soigneusement les mains après avoir manipulé le compost BSF pour minimiser le risque de contamination potentielle.



### CONTRÔLE DE LA POUSSIÈRE

Le compost BSF peuvent générer de la poussière lors de la manipulation. Utiliser des mesures telles que l'humidification du compost ou le port d'un masque pour minimiser l'inhalation de particules de poussière.



### STOCKAGE

Conserver le compost BSF dans un endroit sec et bien ventilé pour éviter la croissance de moisissures.  
Conserver le compost dans des contenants scellés pour éviter les déversements et la contamination.



### ÉVITER LES CONTAMINATIONS

Prévenir la contamination croisée en utilisant un équipement dédié à la manipulation et à l'application du compost BSF.  
Nettoyer soigneusement les outils après utilisation.



### CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

Être conscient de toutes les réglementations locales concernant l'utilisation du compost BSF comme engrais.



Week / Month	July	August			September		October		
Week 1	Field survey	Select site for nursery			Nursery Establishment	Seed bed preparation (1cm*10-20cm)	Transplantation	Wet field and Seedlings	
	Solarization of beds					Convey seedlings to field			
	Fertilization and Sowing 40-75g of seed per acre (70000 seeds)					Transplant (Morning/Evening) 60cm*40cm			
	Site selection					Apply Fungicides	Pest management		
Week 2	Fenc selected area	Purchase inputs	Seeds	Improved seeds from accredited dealers	Land preparation	Collection of BSF frass	Refill dead seedlings on field		
			Insecticides	From certified dealers. Check expiring date			Integrated pest and disease management		
			Fungicides						
			Pesticides						
			Foliar Fertilizers						
Fertilizers/BSF frass fertilizer			Land preparation	Plough field	Basal application	NPK (100kg/Ha)+BSF 50/ha			
The BSF fertilizer can be from self production or sourced						one handful of BSF frass per plant			
Week 3								Bury Fertilizer /5cm from plant	
Week 4			Land Clearing			Bed preparation	Harrow field	CONTROL WEED, INSECTS, PEST AND DISEASES	
	Create ridges Construct beds across the contour Soils should be well drained and f								

**Figure 9 :** Calendrier de planification des cultures solanacées

Dec		Jan/Feb	
Top Dressing	Apply Urea	1st Harvest	75-85 days after transplanting
	10t/ha BSF fertilizer		harvest at breaker stage (for long distance)
			Harvest at complete ripe stage for local market
Earting-Up	Earth-Up to support crop	Sorting and Grading	Sort into sizes
	Re-shape bed to incorporate fertilizer		Separate quality from non quality
		2nd Harvest	harvest at breaker stage (for long distance)
			Harvest at complete ripe stage for local market
		Sorting and Grading	Yield range from 15-40ton/Ha
			Sort into sizes
			Separate quality from non quality
Staking of plants	Use sticks to support plants	3rd Harvest	harvest at breaker stage (for long distance)
	It prevents fruits from touching ground		Harvest at complete ripe stage for local market
	It prevents end rot, Scalding and insect		Yield range from 15-49Ton/Ha
	Promotes healthy and quality fruits		
		Post Harvest Handling	Avoid fruit injury/do not mix with damaged fruits
			Harvest during cool periods
			Harvest late afternoon or early morning
			Pack tomatoes in wooden or plastic crates

**Figure 10 :** Calendrier de planification des cultures pour les légumes solanacés

