

LES PRATIQUES AGROECOLOGIQUES

3^e étape: Application de compléments

Amélioration et équilibre de la nutrition de la plante par l'application de fertilisants, amendements du sol et irrigation



2^e étape: Gestion de la matière organique du sol

Amélioration du taux de matière organique du sol par l'application de matière organique



1^{ère} étape: Conservation du sol et de l'eau

Stabilisation et protection du sol et récupération et conservation de l'eau



Table des matières

Avertissement	2
I. Contexte et justification	3
II. Comment animer la session de formation	3
III. Le rôle et les tâches du formateur/animateur	4
IV. Organisation du module	4
1. Généralité sur les pratiques agroécologiques.	5
2. Les pratiques en matière de gestion de la fertilité des sols	5
3. Les pratiques en matière de gestion de l'eau	12
4. Les pratiques en matière de production végétale	14
5. Les pratiques en matière de production animale	16
6. Les pratiques en matière gestion du paysage	17
7. Les pratiques en matière de lutte contre les nuisibles des cultures	19
8. La production et l'utilisation des bio-intrants.....	34
9. La question de la semence	47
10. Comment réduire la pénibilité du travail par du matériel adapté ?	61
V. Les outils nécessaires à l'animation du module.....	64
VI. Durée de la session de formation	65
VII. Fiches techniques.....	65
Documents consultés	66

Avertissement

Ce document pédagogique a été conçu par BIOPROTECT dans le cadre du projet AVACLIM au profit des formateurs et encadreurs agricoles.

AVACLIM, Agroécologie, une voie d'adaptation au changement climatique dans les zones sèches, vise à créer les conditions nécessaires au déploiement de l'agroécologie en zone aride.

Ce document a pour but d'accompagner les communautés de pratiques dans une meilleure compréhension de l'agroécologie. Le présent document poursuit les objectifs suivants :

- Informer et former les populations sur les pratiques agroécologiques
- Permettre une meilleure compréhension de l'agroécologie et surtout de ses pratiques

Ce support a été réalisé avec l'appui financier des bailleurs de fonds du projet AVACLIM, à savoir le GEF et le FFEM

Son contenu n'engage en rien le projet AVACLIM et ne reflète que la vision de ses auteurs.

I. Contexte et justification

Les systèmes conventionnels de production agricoles, à forte intensité d'intrants externes et de ressources sont à l'origine de dégâts considérables pour la planète. L'agriculture doit de nos jours pouvoir non seulement nourrir une population de plus en croissante et qui vit de plus en plus dans les villes, réduire la pauvreté et les inégalités sociales tout en préservant l'environnement.

Dans le contexte actuel de changement climatique, la diffusion de pratiques agricoles et d'élevage fondées sur l'agroécologie permet de renforcer la résilience des populations face aux variabilités climatiques et à ses catastrophes.

L'agroécologie est de plus en plus considérée comme une alternative viable et efficace face aux défis actuels et futurs, d'une agriculture durable, climato-compatible, et pouvant renforcer la résilience des populations face aux changements climatiques (de Schutter, 2010). La diffusion des pratiques agroécologiques permet donc de réduire la vulnérabilité des systèmes agricoles aux aléas climatiques et ainsi renforcer la résilience des petits producteurs et des systèmes agricoles face aux chocs et catastrophes.

C'est ainsi que l'Association pour la Recherche et la Formation en Agroécologie (ARFA) et ses partenaires travaillent au quotidien auprès des communautés locales afin de contribuer à l'amélioration de leurs revenus en augmentant leur résilience et leurs moyens d'existence face aux changements climatiques par la promotion des filières agro-pastorales selon l'approche agroécologique.

Pour ce faire, il s'avère ainsi nécessaire de concevoir des outils didactiques, des modules appropriés de formation prenant la forme de livret et dont les contenus sont adaptés à l'apprentissage des adultes.

C'est l'objet du présent module qui porte sur les pratiques agroécologiques.

II. Comment animer la session de formation

La mise en œuvre d'une session de formation comprend des étapes clés. L'une de ces étapes est l'animation. Pour bien animer une session il faut suivre les consignes suivantes :

- Placez-vous à un endroit où votre auditoire peut voir clairement la boîte à image ;
- Saluez votre auditoire dans sa langue ;
- Montrez les dessins et non le texte lorsque vous parlez ;
- A l'aide d'une question ouverte, introduisez le sujet ;
- Faites participer votre auditoire posez des questions et encouragez la discussion ;
- Acceptez toutes les réponses et triez les bonnes en renforçant positivement ;
- Récapitulez les réponses retenues ;
- Développez le sujet en élargissant le thème ;
- Posez des questions de contrôle pour évaluer ce que votre auditoire a retenu ;
- Faites abstraction du texte et n'y revenir qu'à la conclusion ;
- Synthétisez l'essentiel de ce qui doit être retenu ;
- Ne soyez pas très technique, parlez un langage que votre auditoire comprend ;
- Remerciez votre auditoire et donnez-lui rendez-vous à une date précise.

III. Le rôle et les tâches du formateur/animateur

Pour la conduite pédagogique d'une session, il est indispensable pour le formateur/animateur de comprendre qu'il est un facilitateur et non un professeur ou un enseignant. Dans ce rôle de facilitateur, il a quatre rôles essentiels à jouer qui sont :

- ✓ Un rôle de présentateur : il introduit chaque élément de la formation avec des explications claires et s'assure que chaque participant a compris la substance de l'élément à travers les explications de ses concepts et notion de base et de son objectif.
- ✓ Un rôle de modérateur : l'animateur doit à travers ses questions, la distribution de la parole, les synthèses qu'il effectue ou qu'il demande aux apprenants d'effectuer, amener les participants à ce forger des avis et des positions réalistes selon leur contexte.
- ✓ Un rôle de motivateur : il doit intéresser chaque participant à la formation, motiver les plus timides en leur donnant la parole, tout en prenant soin d'éviter les réponses suggestives qui ne traduisent pas la réalité de la compréhension de l'apprenant.
- ✓ Un rôle d'observateur : il assiste aux débats entre participants sans y prendre part. Il ne doit pas porter de jugements sur les différentes opinions. Il doit cependant encourager la participation et une logique raisonnable dans la réflexion.

Les tâches du formateur sont essentiellement :

- La préparation et la mise en scène à travers l'introduction des différents éléments ;
- Le suivi des travaux de groupes pour recadrer si nécessaire la réflexion ;
- La modération des présentations lors des plénières.

En plus des tâches et rôles ci-dessus cités, le formateur doit observer les comportements suivants :

Avant la formation :

- Préparer chaque session (fiches de travail, fiches d'évaluation, liste de présence, image servant de support pour l'animation de la formation, papier, feutre, scotch...);
- Respecter les apprenants et les heures de travail.

Pendant la formation :

- Faire une bonne introduction en présentant clairement l'objet et les objectifs de la formation, le déroulement, le nombre de session ;
- Faire preuve de dynamisme en motivant les participants, en s'assurant de la bonne conduite des travaux de groupe et individuels ;
- Faire preuve d'accessibilité/disponibilité pendant la formation et tenir compte des questions et remarques des participants ;
- Faire les synthèses en tirant les leçons par thèmes avec et selon les participants ;
- Avoir une attitude à soutenir et aider les participants à mieux comprendre, à mieux exprimer leurs idées ;
- Adopter un langage du corps et une gestuelle qui aident les participants à comprendre les différentes explications ;
- Initier des jeux pédagogiques afin de détendre les participants et les motiver à mieux suivre la formation.

Après la formation et dans la mesure du possible :

- Suivre les participants pour s'assurer qu'ils ont bien compris et appliquent ce qui a été enseigné ;
- Aider ceux qui ont des difficultés à mieux appliquer les enseignements

IV. Organisation du module

1. Généralité sur les pratiques agroécologiques.

L'agroécologie combine des réponses d'ordre technique qui permettent à l'Homme de concilier productivité avec faible pression sur l'environnement et gestion durable des ressources naturelles. Elle prend en compte les interactions entre **le sol, l'eau, la plante, l'animal et le paysage** dans un objectif d'intégration de l'activité dans le milieu et repose sur un certain nombre de pratiques dans la gestion de ces éléments. Les pratiques agroécologiques ont donc pour but d'assurer l'équilibre de cet interaction entre les différents éléments de la nature

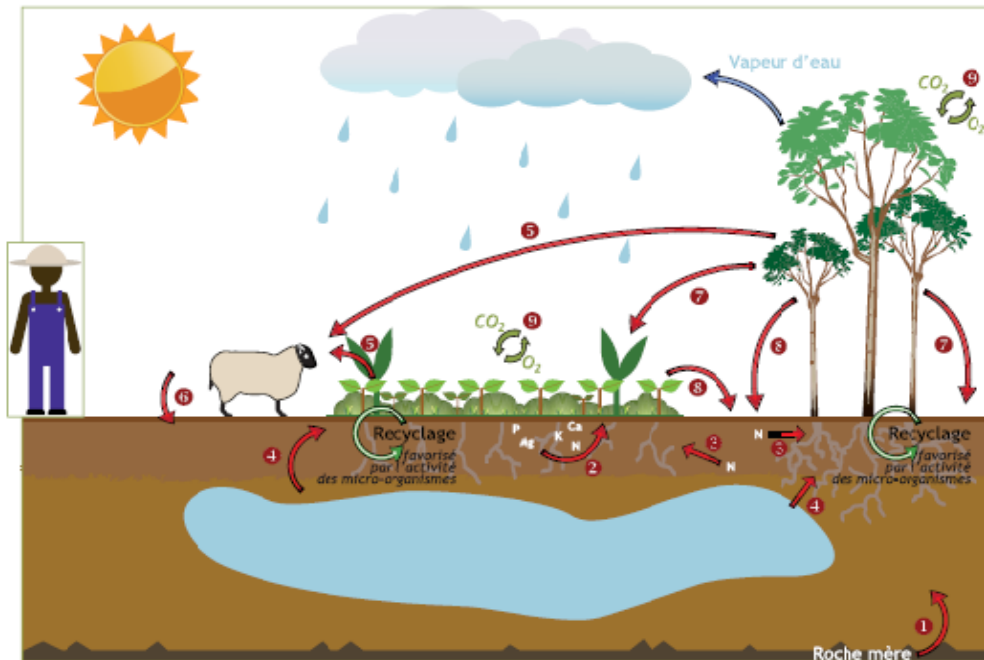


Image 1 : Interaction entre les éléments de la nature

2. Les pratiques en matière de gestion de la fertilité des sols

Le sol représente la couche terrestre supérieure issue de la transformation de la roche mère. Il évolue sous l'action des facteurs du milieu (climat et végétation) et de l'Homme qui le façonne au fil du temps. Le sol assure différentes fonctions : fonction alimentaire (il contient les éléments nécessaires au développement des cultures) ; fonction de support (fondement sur lequel l'Homme développe ses activités) et fonction environnementale (stockage de l'eau, support du paysage...). Gérer durablement les sols en agroécologie, revient à permettre au sol d'assurer les différentes fonctions qui lui sont dévolues. A cet effet, il faut :

- ▶ un travail du sol respectueux, qui améliore sa structure et permet le développement naturel de la microfaune et de la microflore dans les différentes strates.
- ▶ une gestion de la fertilité du sol fondée en priorité sur les éléments organiques, dont les apports sont essentiels pour conserver et améliorer la structure, l'aération, la rétention de l'eau et l'adsorption des éléments nutritifs.
- ▶ une couverture végétale permanente du sol pour un maintien à long terme de la fertilité des sols cultivés.

La figure ci-dessous compare les pratiques agroécologiques à un ensemble de pratiques agricoles inadaptées

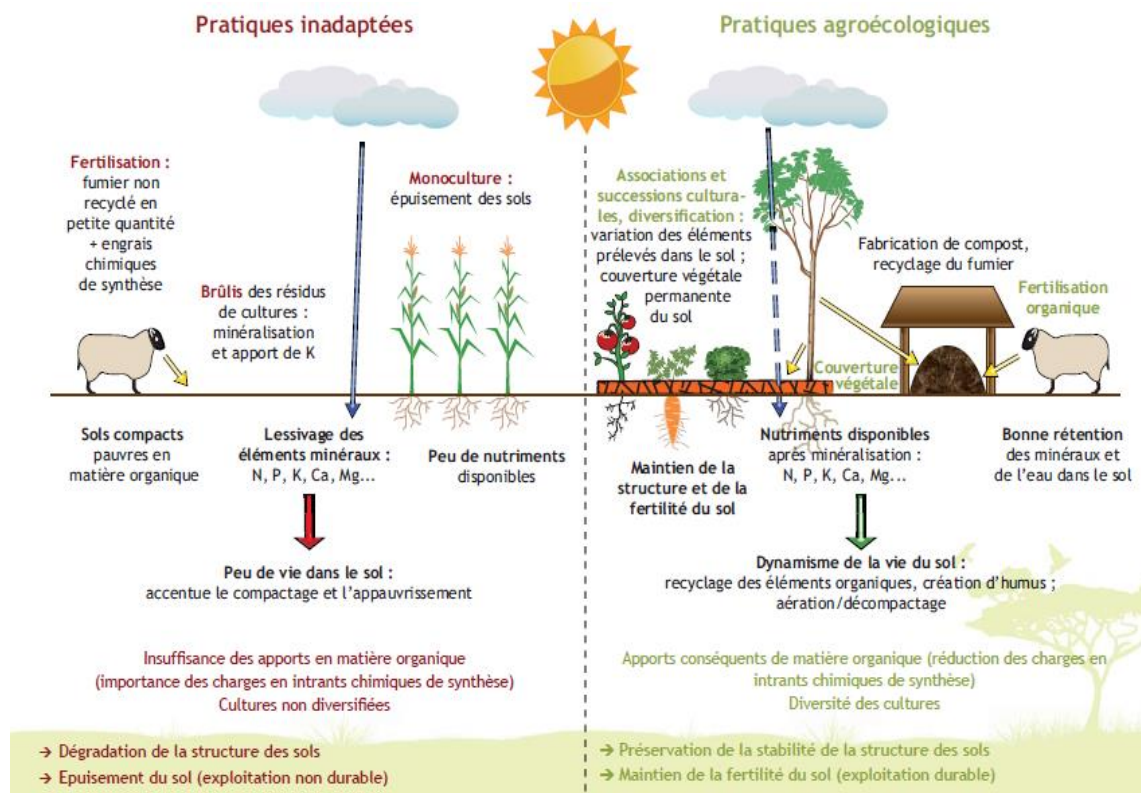


Image 2 : Conséquences des différentes pratiques agricoles sur le sol

a. La fertilisation qu'est-ce que c'est ?

Fertiliser ≠ Forcer

Fertiliser : c'est stimuler et entretenir la fertilité du champ constitué par le sol, les micro-organismes et les plantes. C'est apporter au sol un regain de vie et construire sa fertilité par des travaux adéquats.

Forcer par contre, c'est augmenter la productivité et les rendements des plantes seules sans tenir compte du sol (apport abusif des engrais chimiques en agriculture conventionnelle). La fertilisation est un ensemble de pratiques complexes qui permettent une augmentation progressive de la fertilité, propre à l'entretenir à un niveau optimal en tout temps sur les champs cultivés.

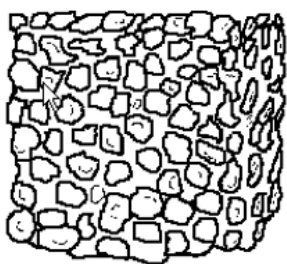
La plante est un être vivant dont la terre est la nourrice. **Forcer**, c'est nourrir le bébé au biberon. **Fertiliser**, c'est s'occuper convenablement de la mère pour qu'elle puisse bien nourrir le bébé.

Le sol est un système dynamique qui naît (sol jeune) grandit (sol mûr) et meurt (sol dégradé). Tout au long de son cycle de vie, le sol n'a pas les mêmes besoins. Il faut tenir compte de tous ces paramètres dans la gestion de la fertilité des sols.

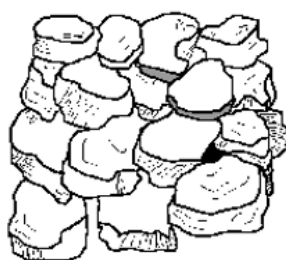
Tableau 5 : classification des sols et leurs fertilisations

Classification	Type de sol	Caractéristiques	Fertilisation
Sols jeunes	<ul style="list-style-type: none"> Sol alluvionnaire Sol érodé des montagnes et collines Sol volcanique 	Dominance d'éléments grossiers : sables et limon. Faible abondance d'argile d'humus	Apport d'argile et d'humus afin de rectifier la structure

Sols mûrs	<ul style="list-style-type: none"> • Sol des forêts 	Horizon A bien évolué, épais et riche en humus	<ul style="list-style-type: none"> • Apport régulier de l'humus pour augmenter le taux du complexe absorbant et intensifier la vie des micro-organismes • Assurer une couverture végétale permanente par l'association des cultures
Sols dégradés	<ul style="list-style-type: none"> • Sol latéritique • Sol aride 	Destruction du complexe absorbant qui devient absente	Lutte mécanique et biologique contre l'érosion. Apport d'argile de calcium et d'humus pour stimuler la pédogenèse.



Structure granuleuse



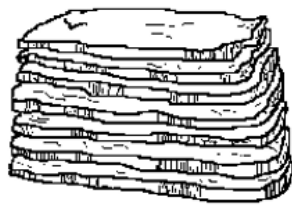
Structure en bloc



Structure prismatique



Structure en colonnes



Structure en plateaux



Structure grains fins

Image 3 : les types de structure du sol

Tableau 6 : Stimulation des micro-organismes du sol

Type de population	Fertilisation
Populations liées aux racines des plantes (rhizosphériques)	Rotations variées possibles en espèces végétales différentes
Populations liées à la matière organique	Apport des matières décomposables (engrais vert, fumier) et des matières humifiées (compost)
Populations liées à la matière minérale	Apport des matières décomposables (en engrais vert, fumier) et des matières humifiées (compost).

b. Le rôle de la matière organique

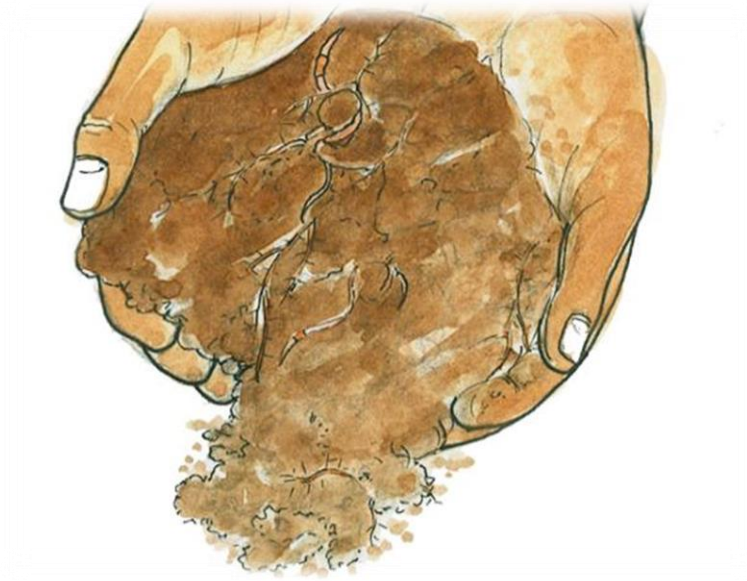
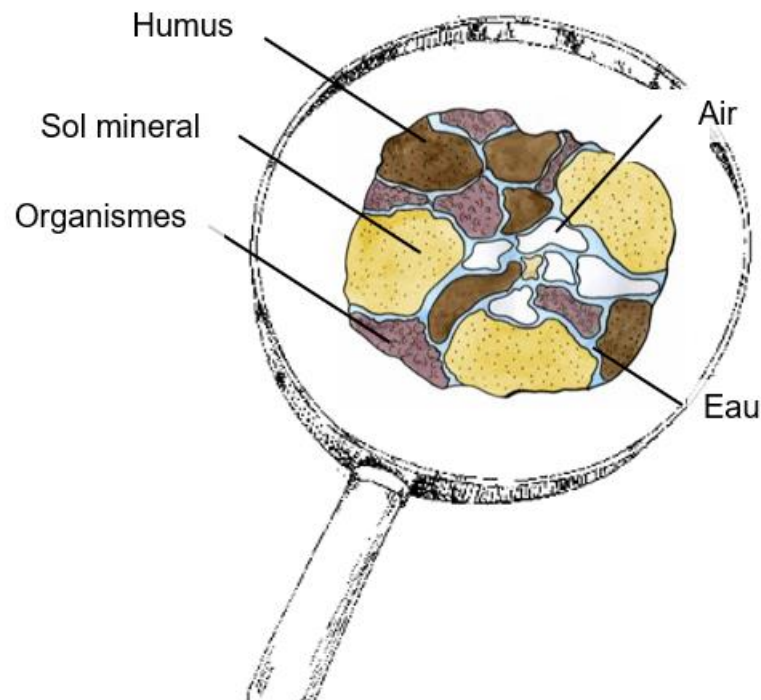


Image 4 : la

matière organique

La matière organique est très importante dans la vie du sol dans la gestion de sa fertilité. En effet la matière organique :

- Améliore la structure du sol ;
- Est un hydorrétenteur en ce sens qu'elle améliore la rétention de l'eau. En effet la matière organique peut garder 5 fois son poids en eau. (1 kg de matière organique permet de conserver 5 litres d'eau) ;
- Favorise le développement de la vie du sol en fournissant de la nourriture aux micro-organismes du sol ;
- Stock les nutriments dont la plante à besoin et les relâche progressivement ;
- Préviend et réduit l'acidité des sols, donc prévient la mort des sols.



Vue microscopique d'un agrégat de sol

Image 5 :

c. Les organismes du sol

Le sol est vivant. Il est composé de plusieurs milliards d'organismes vivants. Chacun de ces organismes a une fonction bien déterminée et participe à la fertilité du sol.

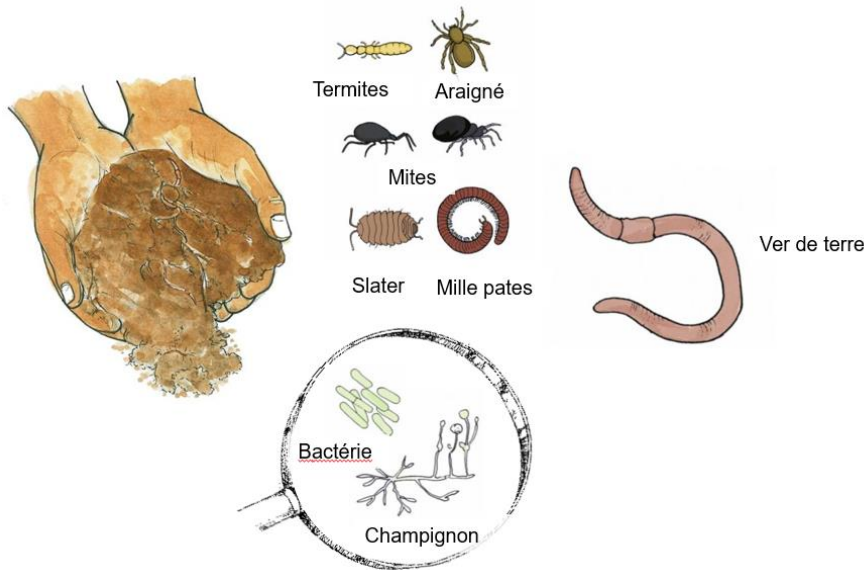


Image 6 : Les organismes vivants du sol

Les macro-organismes :

- Enfouissent la biomasse morte dans le sol ;
- Découpent la matière organique et la mélangent au sol ;
- Creusent des tunnels ou des galeries dans le sol pour faciliter l'aération et le drainage des eaux.

Les micro-organismes du sol :

- Décomposent la matière organique ;
- Améliorent la structure du sol ;
- Produisent les nutriments directement assimilables pour la plante ;
- Protègent les plantes contre les maladies.

d. Les fonctions naturelles du sol

Le sol fournit plusieurs fonctions. C'est le garde-manger de la plante.

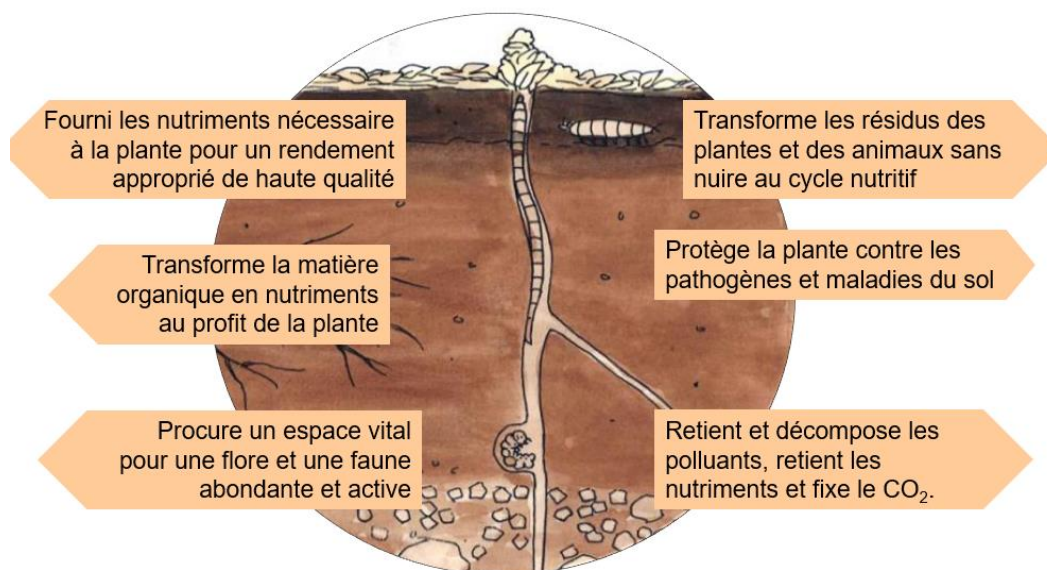


Image 7 : Les différentes fonctions du sol

e. Les caractéristiques d'un sol fertile

L'image ci-dessous présente les caractéristiques d'un sol fertile.

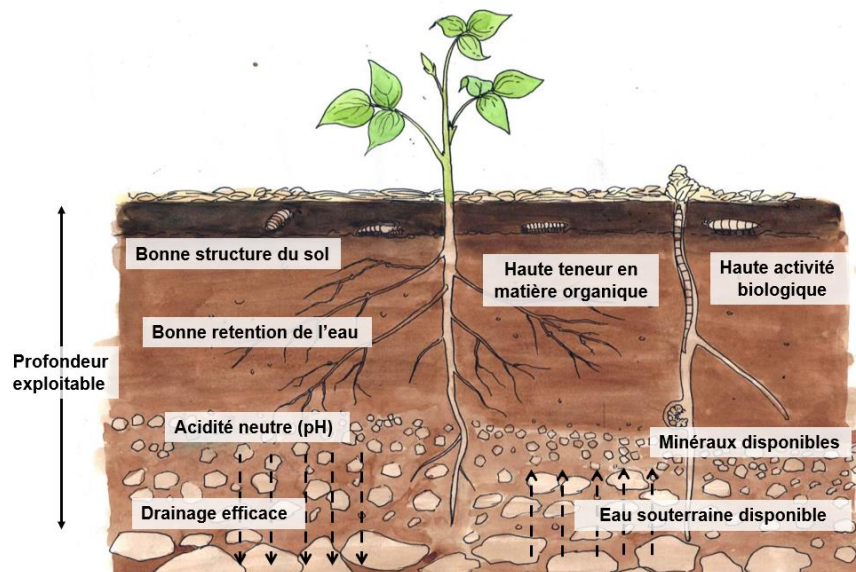


Image 8 : Les caractéristiques d'un sol fertile

f. Les différentes étapes d'une bonne gestion de la fertilité du sol

Une bonne gestion de la fertilité du sol passe par trois étapes principales qui sont :

- Etape 1 : conservation du sol et des eaux. Cette étape regroupe l'ensemble des pratiques CES/DRS (cordons pierreux, bande enherbée, digue filtrante, agroforesterie...) qui permettent de conserver, défendre et restaurer les sols.
- Etape 2 : gérer convenablement la matière organique du sol. Il s'agit ici d'améliorer le taux de matière organique du sol à travers des pratiques comme l'apport de compost, de fumier, le paillage...
- Etape 3 : les compléments. Cette dernière étape concerne l'apport d'éléments qui améliorent et équilibrent la nutrition de la plante. Cela se fait à travers l'application de fertilisants organique (solide, liquide), d'amendements...



Image 9 : Les différentes étapes de la gestion de la fertilité du sol

g. Nutriments principaux : fonctions et symptômes de carence courante

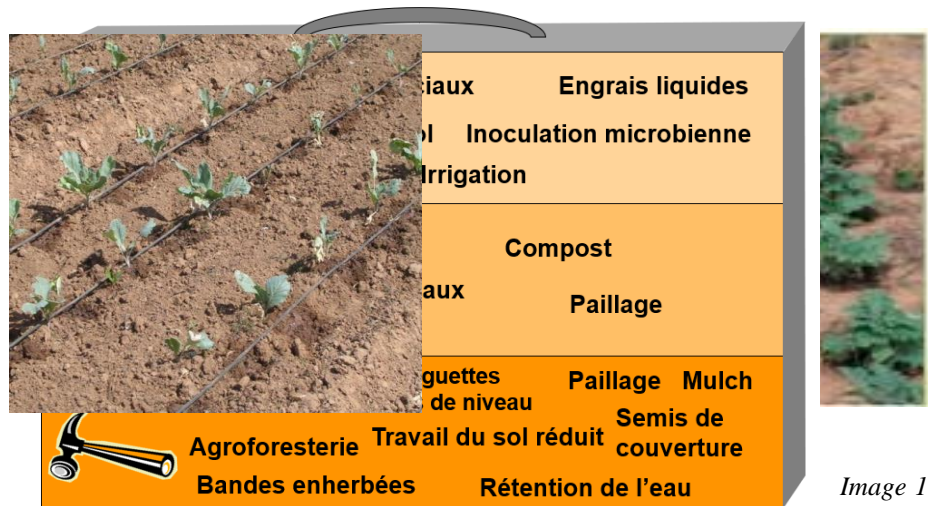
Le tableau suivant présente les principaux nutriments ainsi que les symptômes de leur carence.

Tableau 7 : Principaux nutriments et symptômes des carences

Nutriments	Fonctions	Symptômes de carence	Commentaires
Azote (N)	<p>Nécessaire pour la formation d'amino-acides (et de protéines) ;</p> <p>Essentiel pour la division cellulaire de la plante (croissance de la plante) ;</p> <p>Aide la production de glucides (composant de la chlorophylle des feuilles) ;</p> <p>Affecte les processus énergétiques dans la plante.</p>	<p>Jaunissement total de la plante à commencer par les plus vieilles feuilles (au bas de la plante) ;</p> <p>Lente et tardive croissance de la plante ;</p> <p>Floraison réduite en cas sévères.</p>	<p>Courant pendant la croissance des plantes en sols pauvres en matières org. (<0.4 %) ;</p> <p>Plantes contenant moins de 1.0 % N sont généralement carencées.</p>
Phosphore (P)	<p>Participe à la photosynthèse, respiration, stockage et transfert d'énergie ;</p> <p>Permet une formation précoce de la racine ;</p> <p>Stimule la croissance et une maturité précoce ;</p> <p>Améliore la qualité de fruits, légumes et graines ;</p> <p>Important en graines et formation des fruits ;</p> <p>Augmente la bonne utilisation de l'eau.</p>	<p>Croissance lente, faible et retardée ;</p> <p>Pointes des feuilles brûlées en apparence, ensuite les plus vieilles feuilles passent d'un vert sombre au vert clair ou à un rouge pourpre dans les cas les plus sévères ;</p> <p>Maturité et formation des fleurs et graines retardées.</p>	<p>Courant pendant la croissance des cultures en sols acides, calcaires ou légers à faible teneur organique ;</p> <p>Meilleure absorption par la plante au pH de 6.5 à 7.5.</p>
Potassium (K)	<p>Augmente la photosynthèse ;</p> <p>Permet un bon usage de l'eau ;</p> <p>Essentiel à la synthèse des protéines ;</p> <p>Important pour la formation des fruits ;</p> <p>Améliore la qualité des fruits et des graines ;</p> <p>Augmente la résistance aux maladies ;</p> <p>Active les enzymes et contrôle leur taux de réaction ;</p> <p>Sollicité pour la translocation des glucides dans la plante.</p>	<p>Croissance (souvent) retardée ;</p> <p>Chlorose le long de la tige ou sur la pointe des feuilles ;</p> <p>Tiges affaiblies causant la verse.</p>	<p>Courant en: Sols intrinsèquement pauvre en K total non-échangeable ;</p> <p>Sols à texture grossière et délavés ;</p> <p>Sols soumis à une culture intensive avec les fertilisants N et P seulement.</p>

h. Les outils de la bonne gestion de la fertilité des sols.

En fonction des 3 étapes décrites plus haut une boîte à outil peut être utiliser pour permettre une meilleure gestion de la fertilité des sols en fonction des différentes étapes.



outil pour la fertilité du sol

Image 10 : boîte à gestion de la

Que retenir ?

Les pratiques en matière de gestion de la fertilité du sol ne se limitent pas à l'apport de fertilisants mais va bien au-delà.

Cela commence par un travail du sol respectueux, qui améliore sa structure et permet le développement naturel de la microfaune et de la microflore dans les différentes strates.

Puis, une gestion de la fertilité du sol fondée en priorité sur les éléments organiques, dont les apports sont essentiels pour conserver et améliorer la structure, l'aération, la rétention de l'eau et l'adsorption des éléments nutritifs.

Enfin, une couverture végétale permanente du sol pour un maintien à long terme de la fertilité des sols cultivés.

N'oublions pas que le sol est une ressource non renouvelable, donc préservons là.

3. Les pratiques en matière de gestion de l'eau

Le cycle de l'eau est aussi le cycle de la vie. Qu'elle soit liquide ou vapeur, dans le sol ou dans l'atmosphère, elle permet la vie du sol, elle transporte les éléments nutritifs pour la plante et abreuve les Hommes et les animaux. L'eau sait aussi être destructrice : elle érode les terres par ses ruissellements ; en fortes pluies, elle détruit les cultures ; parfois, elle inonde. Il est donc nécessaire d'adopter des pratiques raisonnées pour gérer les excès et/ou les insuffisances de la ressource. Pour cela il faut :

- ▶ une mobilisation de la ressource en eau économe et responsable ; une irrigation rationnelle et organisée. *Exemple de pratiques agricoles associées : organisation de la distribution de l'eau ; ouvrages, réseaux d'irrigation et matériels d'exhaure adaptés*



Image 11 : Irrigation rationnelle

- ▶ un usage de l'eau raisonné pour éviter les excès (préservé la ressource) et les dépenses énergétiques superflues. *Exemple de pratiques agricoles associées : façonnage des terres (planage, rigoles, profils des plates-bandes, cuvettes...); cultures suivant les courbes de niveau*

Image 12 : Usage raisonné de l'eau

- une conservation de l'eau des sols assurée au bénéfice des plantes cultivées. **Exemple de pratiques agricoles associées : apport de fumure organique de fond; sarclo-binage; buttage; systèmes de culture sur couverture végétale et paillage; associations de cultures; embocagement (haies vives et brise-vent)**

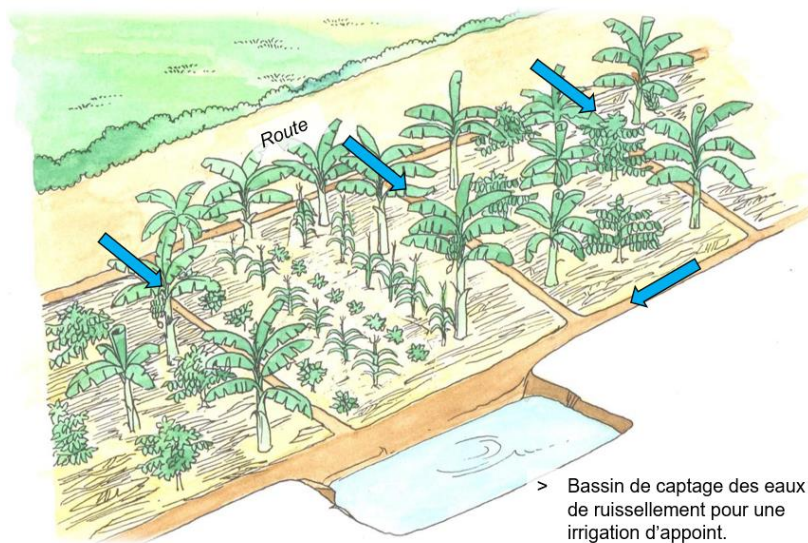
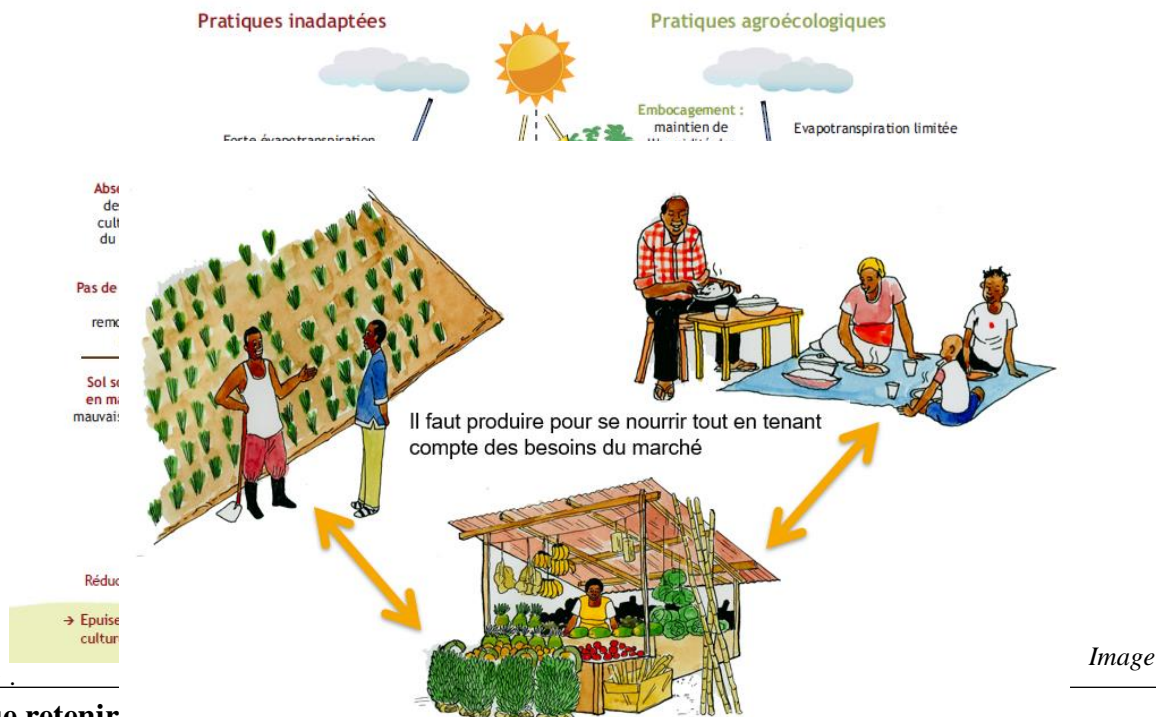


Image 13 : différents modèles de mobilisation, de conservation et d'utilisation raisonnée de l'eau

- une protection de l'eau contre les pollutions (effluents organiques ou chimiques). **Exemple de pratiques agricoles associées : traitements et engrais naturels dégradables; Collecte et utilisation adaptée des purins d'élevage et des fientes; Réduction de l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse par une approche intégrée de la lutte phytosanitaire.**



Image

Que retenir

Les pratiques en matière de gestion de l'eau passent par :

- Une mobilisation de la ressource en eau économe et responsable ; une irrigation rationnelle et organisée.

Ex. de pratiques agricoles associées : Organisation de la distribution de l'eau; Ouvrages, réseaux d'irrigation et matériels d'exhaure adaptés.

- Un usage de l'eau raisonné pour éviter les excès (préserver la ressource) et les dépenses énergétiques superflues.

Ex. de pratiques agricoles associées : Façonnage des terres (planage, rigoles, profils des plates-bandes, cuvettes...); Cultures suivant les courbes de niveau.

- Une conservation de l'eau des sols assurée au bénéfice des plantes cultivées.

Ex. de pratiques agricoles associées : Apport de fumure organique de fond ; Sarclo-Binage ; Buttage ; Systèmes de culture sur Couverture Végétale et paillage ; Associations de cultures ; Embocagement (haies vives et brise-vent).

- Une protection de l'eau contre les pollutions (effluents organiques ou chimiques).

Ex. de pratiques agricoles associées : Traitements et engrais naturels dégradables ; Collecte et utilisation adaptée des purins d'élevage et des fientes ; Réduction de l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse par une approche intégrée de la lutte phytosanitaire.

4. Les pratiques en matière de production végétale

La plante nourrit l'Homme et les animaux. Par la photosynthèse, elle produit de l'oxygène et séquestre le carbone. Ses racines colonisent le sol et favorisent la vie souterraine, sa partie aérienne protège le sol et entretient un environnement propice aux êtres vivants. Elle sait être mauvaise, herbe folle, épineuse, parfois poison mais sa présence n'est jamais un hasard. Il est donc nécessaire de préserver la diversité des plantes. Pour cela, il faut :

- une adaptation des productions végétales à l'écosystème, répondant à une demande des producteurs et des consommateurs. **Exemple de pratiques agricoles associées :** productions dont les exigences sont adaptées aux ressources disponibles (eau et sol) ; productions orientées vers les marchés locaux ; connaissance des variétés locales adaptées ; valorisation des savoir-faire locaux ; production locale de semences.

Image 15 : La production doit répondre aux besoins des producteurs et du marché

- une maîtrise des systèmes de cultures privilégiant les complémentarités dans l'espace et dans le temps. **Exemple de pratiques agricoles associées : associations culturales ; successions culturales ; embocagement (haies et brise-vents) ; intégration cultures / élevage ; fertilisation organique ; traitements phytosanitaires aussi naturels que possible (à base de neem, tabac, piment...) ou produits qui se dégradent sans dommages pour l'environnement.**

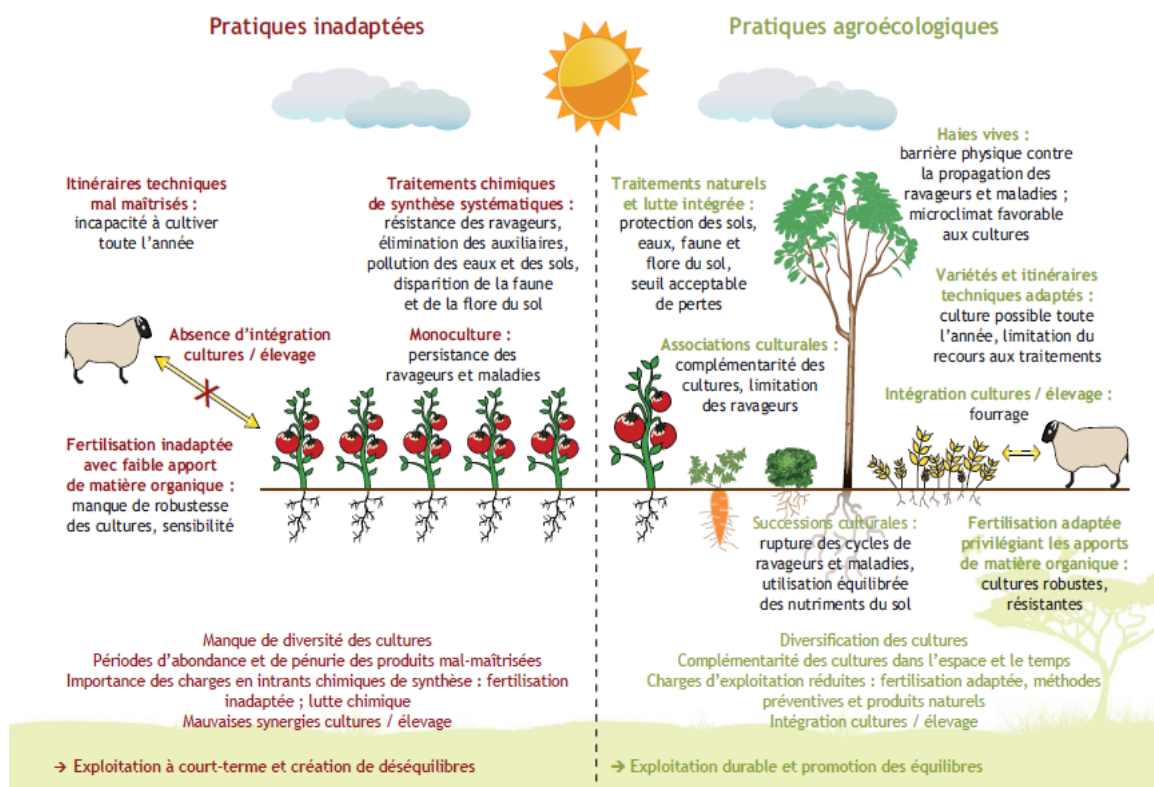


Image 16 : Conséquences des différentes pratiques agricoles sur la production végétale

Que retenir ?

Les principes en agroécologie en matière de production végétale sont :

- ❖ Une adaptation des productions végétales à l'écosystème, répondant à une demande des producteurs et des consommateurs.

Ex. de pratiques agricoles associées :

- Productions dont les exigences sont adaptées aux ressources disponibles (eau et sol) ;
- Productions orientées vers les marchés locaux ;
- Connaissance des variétés locales adaptées ;
- Valorisation des savoir-faire locaux ;
- Production locale de semences.

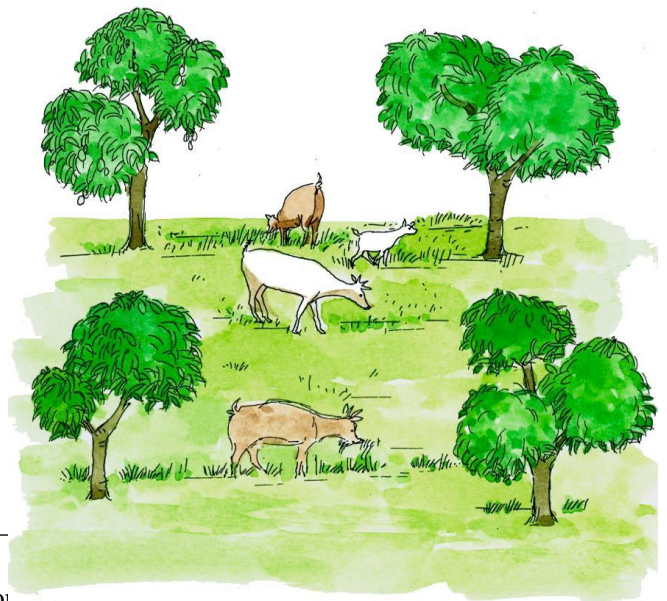
- ❖ Une maîtrise des systèmes de cultures privilégiant les complémentarités dans l'espace et dans le

5. Les pratiques en matière de production animale

L'élevage assure différentes fonctions qui répondent aux besoins de l'Homme : fonction alimentaire (viande, lait), fonction utilitaire (laine pour le tissage, énergie animale pour la traction...), fonction économique (trésorerie, revenus complémentaires...). L'activité d'élevage est un élément d'équilibre des systèmes agricoles : échanges entre les cultures et les animaux (alimentation, restitution de matière organique). Il est donc nécessaire de créer et maintenir des synergies entre les activités de production végétale et l'élevage. Pour cela il faut :

- ▶ une adaptation des productions animales à l'écosystème, répondant à une demande des producteurs et des consommateurs. *Exemple de pratiques agricoles associées : productions dont les exigences sont adaptées aux ressources disponibles ; productions orientées vers les marchés locaux ; connaissance des races locales adaptées ; valorisation des savoir-faire locaux ; production locale de cheptel.*
- ▶ une maîtrise des systèmes d'élevage qui valorisent les ressources alimentaires locales et restituent la matière organique. *Exemple de pratiques agricoles associées : intégration cultures / élevage ; valorisation des ressources locales pour l'alimentation du bétail ; production de matière organique utilisée sur les parcelles.*

Image 17 : Rotation entre chèvres, moutons et bovins pour éviter le pâturage sélectif.



Que retenir ?

Les principes en agroécologie en matière de production végétale. Il s'agit de :

- ✓ L'adaptation des productions animales à l'écosystème, répondant à une demande des producteurs et des consommateurs.

Ex. de pratiques d'élevage associées :

- Productions dont les exigences sont adaptées aux ressources disponibles ;
- Productions orientées vers les marchés locaux ;
- Connaissance des races locales adaptées ;
- Valorisation des savoir-faire locaux ;
- Production locale de cheptel.

- ✓ La maîtrise des systèmes d'élevage qui valorisent les ressources alimentaires locales et restituent la matière organique.

Ex. de pratiques d'élevage associées :

6. Les pratiques en matière gestion du paysage

Le paysage est façonné par l'Homme qui y laisse ses empreintes. L'empreinte laissée par les activités agricoles peut être positive lorsque ces activités maintiennent un équilibre avec leur environnement, ou négative lorsqu'elles contribuent à détruire le paysage qui les accueille, parfois en se mettant elles-mêmes en danger. De l'action de l'Homme et des effets de la nature naîtra un système agroécologiquement durable ou non. Il est donc essentiel d'inscrire les activités de production dans une vision globale d'aménagement du paysage. Pour cela il faut :

- ▶ La réalisation d'aménagements antiérosifs pour préserver les espaces cultivés, privilégier l'aspect bocager et la diversité des plantes cultivées, valoriser les eaux pluviales, combattre l'érosion et les inondations, recharger les nappes phréatiques. **Exemple de pratiques agricoles associées : bandes enherbées; terrasses agricoles et cultures suivant les courbes de niveaux; plantations forestières**

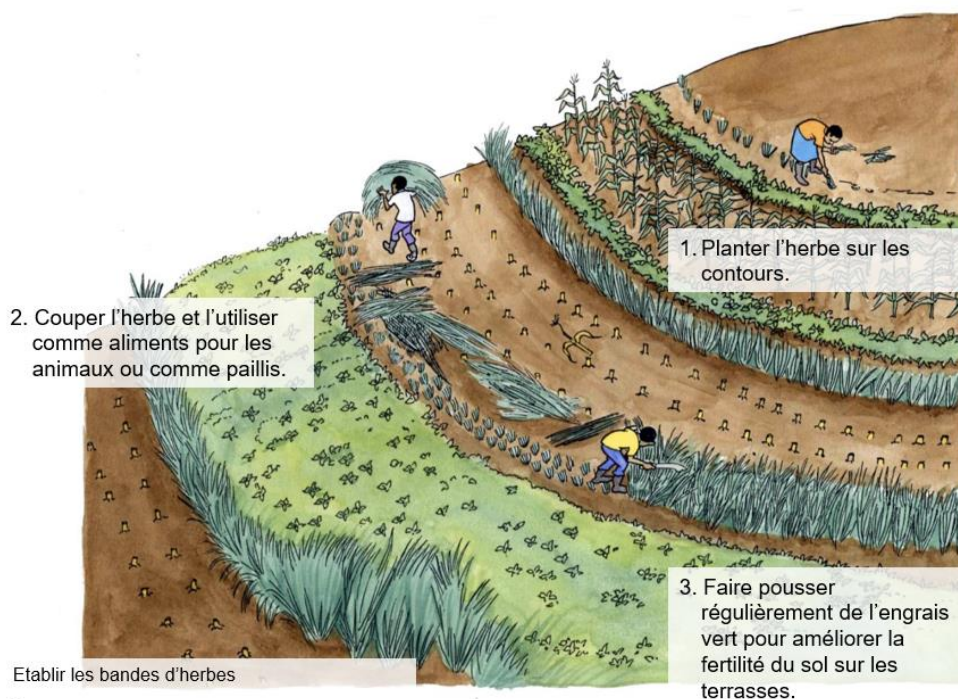


Image 18 : Bande enherbée et culture suivant les courbes de niveaux

- ▶ L'entretien de la biodiversité par le maintien et le développement d'une faune et d'une flore adaptées en équilibre avec leur environnement. **Exemple de pratiques agricoles associées : variétés locales adaptées ; associations et successions culturales; valorisation des espèces et matériaux locaux; intégration cultures / élevage.**

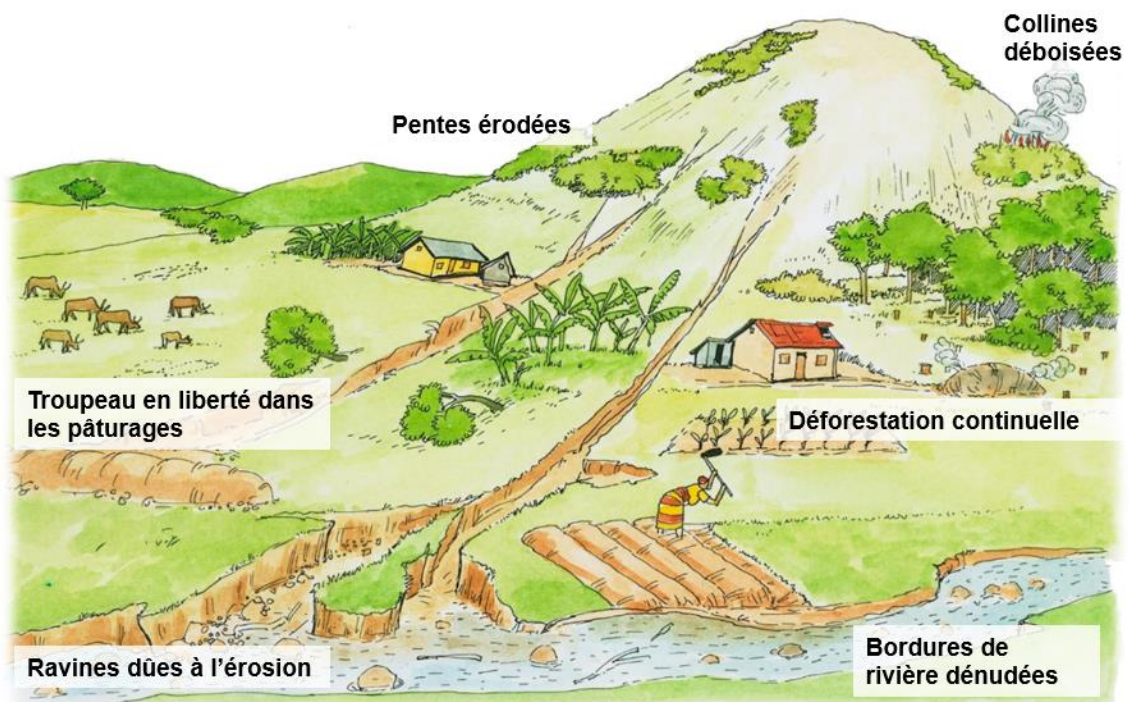


Image 19 : Paysage non entretenu en dégradation.

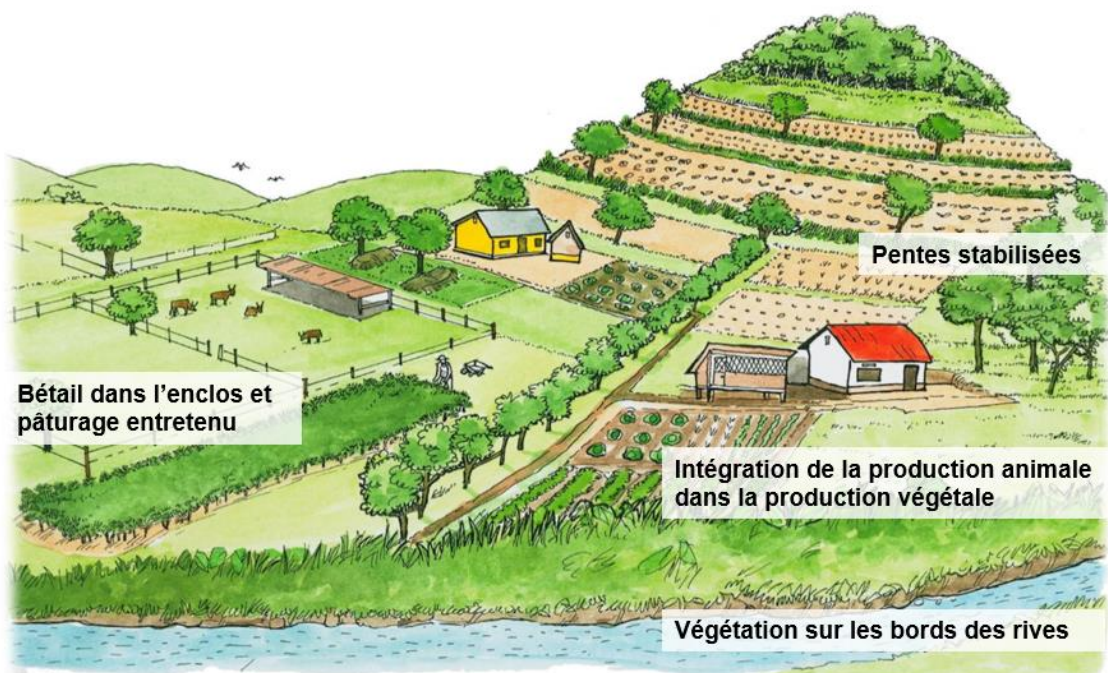


Image 20 : Paysage bien entretenu

- Le reboisement et la végétalisation des surfaces disponibles et dénudées pour privilégier une diversité d'espèces pour le bois de service ou le bois de feu, pour l'artisanat, la nourriture humaine et animale, la régénération des sols...*Exemple de pratiques agricoles associées : réhabilitation des vergers et plantations forestières; couverture des sols (litière en paille); haies et brise-vents; techniques de pépinières; fixation des dunes; agroforesterie*

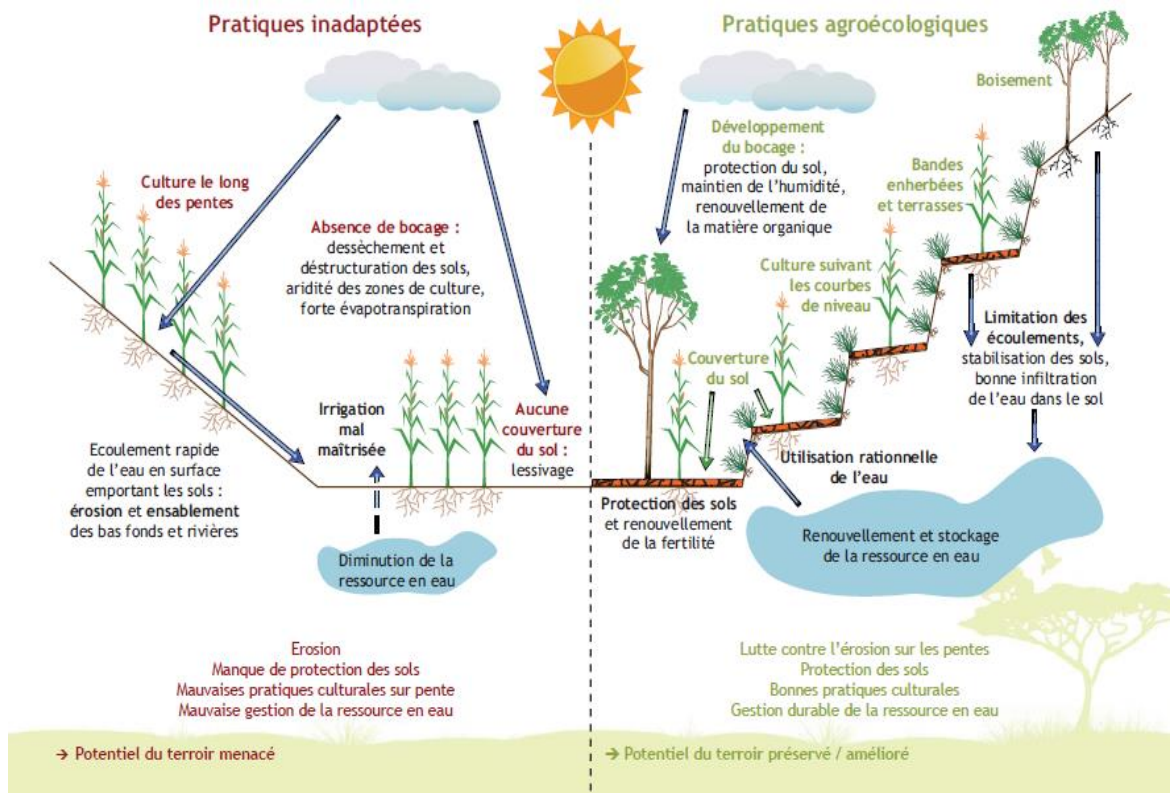


Image 21 : Conséquences des différentes pratiques agricoles sur le paysage

Que faut-il retenir ?

Les pratiques agroécologiques en matière de gestion du paysage sont :

- La réalisation d'aménagements antiérosifs pour préserver les espaces cultivés, privilégier l'aspect bocager et la diversité des plantes cultivées, valoriser les eaux pluviales, combattre l'érosion et les inondations, recharger les nappes phréatiques.

Ex. de pratiques agricoles associées : Bandes enherbées ; Terrasses agricoles et cultures suivant les courbes de niveaux ; Plantations forestières ; etc.

- L'entretien de la biodiversité par le maintien et le développement d'une faune et d'une flore adaptées, en équilibre avec leur environnement.

Ex. de pratiques agricoles associées : Variétés locales adaptées ; Associations et successions culturales ; Valorisation des espèces et matériaux locaux ; Intégration cultures / élevage ; etc.

- Le reboisement et la végétalisation des surfaces disponibles et dénudées pour privilégier une diversité d'espèces pour le bois de service ou le bois de feu, pour l'artisanat, la nourriture humaine et animale, la régénération des sols...

Ex. de pratiques agricoles associées : Réhabilitation des vergers et plantations forestières ; Couverture des sols (litière en paillage) ; Haies et brise-vents ; Techniques de pépinières ; Fixation des dunes ; Agroforesterie ; etc.

7. Les pratiques en matière de lutte contre les nuisibles des cultures

Dans une perspective de production écologique, il est important de préserver la biodiversité au sein des exploitations agricoles. Pour l'agriculteur, tous les organismes qui réduisent les rendements sont considérés comme ennemis, maladies ou mauvaises herbes. La présence de ces organismes au sein des exploitations agricoles n'est pas un problème jusqu'au moment où leur nombre augmente au-delà d'un niveau où ils causent une réduction substantielle des rendements ou de la qualité des produits. Attendre

jusqu'à un tel moment avant d'intervenir, oblige le plus souvent l'utilisation de méthodes agressives et très nocives pour limiter les dommages.

En général les défis associés à la gestion des ravageurs et maladies des cultures peuvent être résumés comme suit :

- **Une grande diversité de ravageurs, de maladies et de mauvaises herbes.** Il existe, une grande diversité de nuisibles des cultures existant à cause des conditions climatiques favorables. Ainsi, plusieurs nuisibles des cultures ainsi que des mauvaises herbes se développent ou sont introduits la plupart du temps de façon accidentelle. D'où le grand défi des agriculteurs : reconnaître, distinguer et contrôler ces différents nuisibles des cultures tout en préservant la biodiversité.
- **Insuffisance dans le suivi.** Beaucoup d'agriculteurs ont peu de connaissances sur les cycles des ennemis spécifiques et maladies des cultures et sur les mauvaises herbes. En conséquence, ils ne peuvent ou appliquent très peu des mesures préventives convenables ou de contrôle adéquates.

Accès limité aux pesticides. La grande majorité des agriculteurs disposent de très peu de ressources financières pour acheter les intrants adéquats au contrôle des nuisibles des cultures et des mauvaises herbes. Très souvent ce sont les pesticides non homologués ou contrefaits qui sont utilisés à cause de leur accessibilité prix.

- **Une connaissance limitée des pesticides convenables**

Il y a un large éventail de pesticides disponibles sur les marchés, dont certains sont inefficaces, non homologués, périmés et interdits. Malheureusement, la majorité des agriculteurs ne savent pas lire les notices, prescriptions et autres précautions d'usage des pesticides. Il leur est donc difficile de faire le bon choix. Ils se fient plutôt aux recommandations des revendeurs de pesticides qui le plus souvent manquent eux-mêmes de connaissances suffisantes et sont le plus souvent motivés par l'argent plutôt que le conseil fourni à l'agriculteur.

- **Manque de connaissance sur le stockage et l'utilisation des pesticides.**

Les agriculteurs sont les plus exposés à de grands risques de santé liés à l'utilisation de pesticides. La majorité ne dispose pas d'équipement de protection appropriés. Les pesticides et leurs équipements d'utilisation sont le plus souvent stockés dans les maisons où vivent les enfants et où est entreposée la nourriture. De plus, les délais avant récolte ne sont pas respectés exposant ainsi les consommateurs à de grands risques de santé.

De ce qui précède, la gestion des nuisibles des cultures reste un défi pour beaucoup d'agriculteurs. Pour éviter des pertes majeures, les agriculteurs doivent être capables de mettre en œuvre des mesures abordables et efficaces qui ne doivent pas substantiellement augmenter les coûts de production ou nuire aux organismes utiles et à l'écosystème.

Généralement les produits et méthodes appropriés doivent être :

- Simples d'emploi et accessibles ;
- Adaptés à la situation et aux conditions locales ;
- Manipulables en toute sécurité sans ou avec peu d'effet résiduel.

a. Approche générale de la lutte intégrée

Dans une logique d'agriculture durable, la lutte intégrée devrait faire référence aux quatre principes de l'agriculture biologique :

- le principe de santé ;
- le principe d'écologie ;
- le principe d'équité ;
- et le principe de précaution.

Cela vise à soutenir et à augmenter la santé des sols, des plantes, des animaux ainsi que celle des hommes, et – de manière générale – la planète terre. La santé des individus et des communautés ne peut

pas être séparée de la santé des écosystèmes. Ainsi, en préservant des sols sains et la biodiversité, les agriculteurs sont capables de produire des aliments sains qui favorisent la santé des animaux et des personnes. Les plantes saines sont aussi capables de résister et de tolérer des perturbations et dommages physiologiques provenant des ennemis et des vecteurs de maladies. Ainsi la lutte intégrée vise à optimiser les conditions de croissance des cultures pour les rendre fortes et compétitives. En même temps elle encourage les mécanismes de contrôle naturel des nuisibles des cultures ainsi que des mauvaises herbes. De ce fait, elle donne la priorité aux mesures préventives pour empêcher et limiter la propagation des infections au lieu de se fier aux mesures directes de contrôle. Les mesures directes de contrôle sont généralement mises en œuvre quand les agents pathogènes se sont déjà développés.

Ainsi, dans la lutte intégrée, la gestion des nuisibles des cultures et des mauvaises herbes est basée sur :

- l'amélioration et le maintien de la santé du sol et de la gestion de sa fertilité pour créer les conditions optimales de croissance de plantes saines ;
- l'utilisation de variétés, adaptées aux conditions locales et résistantes aux ennemis et maladies majeurs ;
- La bonne surveillance des ennemis et maladies en vue d'encourager une intervention efficace dans le temps ;
- la non-dépendance vis-à-vis des intrants externes et coûteux ;
- la minimisation de la propagation des nuisibles des cultures, et des mauvaises herbes au cours du cycle végétatif et après les récoltes ;
- l'augmentation des prédateurs naturels pour renforcer les mécanismes de contrôle naturel ;
- L'utilisation de produits de traitement ayant le moins d'effets adverses sur la santé humaine et l'environnement (sol, eau, air biodiversité).

b. Les différentes étapes de la lutte intégrée

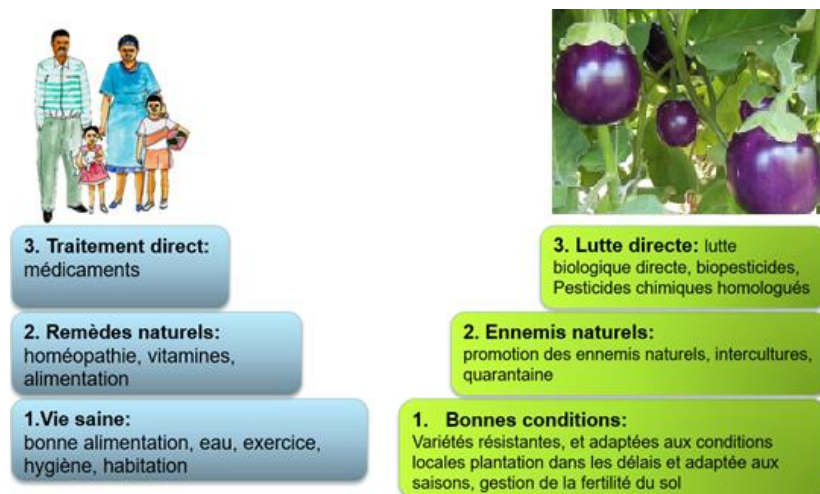


Image 22 :

Comparaison santé des hommes à santé des plantes

Comme le montre l'image 22 la lutte intégrée, peut être perçue en une approche en trois étapes avec des outils multiples.

- Etape 1 : fournir aux plantes de bonnes conditions de croissance pour augmenter leur résistance.
- Etape 2 : encourager les mécanismes de contrôle naturel en favorisant le développement des ennemis naturels.
- Etape 3 : mettre en œuvre des mesures directes de contrôle des nuisibles des cultures, ou des mauvaises herbes par des procédés ayant le moins d'effet adverse sur l'écosystème. L'utilisation des pesticides chimiques de synthèse n'intervient qu'en dernier ressort et se base sur l'utilisation des pesticides homologués et autorisés en fonction du pays.

Cette approche est comparable à ce que l'homme doit faire pour se maintenir en bonne santé :

- Etape 1 : une alimentation saine, diversifiée et suffisante ainsi que la préservation d'un environnement sain améliorent et maintiennent la santé humaine. Cela prend aussi en compte les bonnes pratiques d'hygiène et les exercices physiques appropriés pour fortifier le corps et réduire le risque de maladie.
- Etape 2 : utilisation préventive de vitamines, d'antioxydants ou d'agents probiotiques et de médicaments naturels (médicament traditionnel, herbes médicinales et homéopathie).
- Etape 3 : traitement direct en utilisant les antibiotiques et autres médicaments pour soigner les maladies.

Dans la lutte intégrée, chaque étape constitue le fondement de l'étape suivante. L'objectif est d'optimiser les étapes 1 et 2 pour accroître une régulation naturelle des pathogènes afin de minimiser les mesures de contrôle directe (étape 3). Avec une application stricte des étapes 1 et 2, une intervention directe n'est pas généralement nécessaire. Ceci permet d'économiser et éviter des impacts négatifs de certains moyens de contrôle des maladies et ravageurs sur l'écosystème.

c. Connaissance des nuisibles des cultures

Un suivi régulier des ennemis, maladies et mauvaises herbes est la base d'une gestion phytosanitaire efficace. Pour cela il faut une connaissance des maladies, ravageurs et des mauvaises herbes. Il faut notamment connaître les facteurs qui favorisent leur développement, les conditions de leur prolifération et les périodes de leur manifestation ainsi que les dommages qu'ils causent.

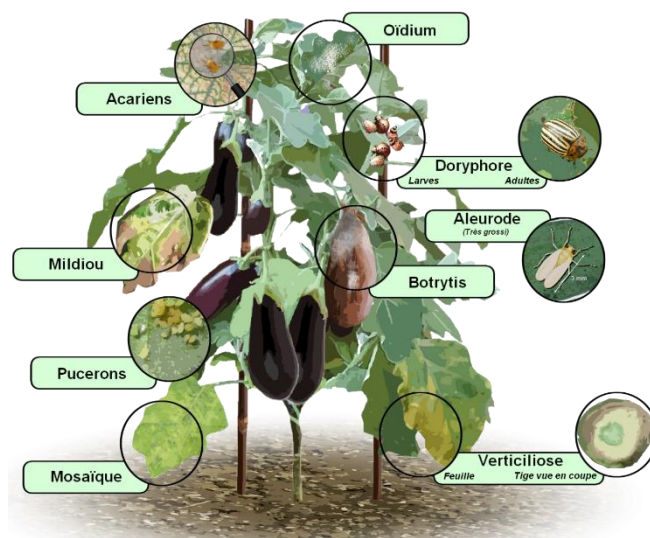


Image 23 : Exemple des principales maladies et ravageurs de l'aubergine

d. Les signes typiques d'attaque des nuisibles

La plupart des ennemis des cultures sont des insectes, des acariens, des champignons, des bactéries quelques virus et mêmes les nématodes. Toutefois, des mammifères, et les oiseaux peuvent aussi endommager les cultures.

Les dommages causés par les ennemis des cultures sont le plus souvent :

- des feuilles trouées ou en parties manquantes qui indiquent des attaques de chenilles ;
- des feuilles bouclées sont une indication d'attaque de pucerons ;
- des tiges perforées par des larves de coléoptère.
- des galles au niveau des racines liées aux nématodes à galles.



Image 24 : Quelques signes typiques d'attaque d'insectes et de tétranyques

La présence des Nématodes favorise ou aggrave les attaques de champignons vasculaires. Les plantes infestées sont très sensibles à la sécheresse ou aux à-coups d'irrigation. Les larves tertiaires juvéniles pénètrent dans les racines et se fixent dans le tissu vasculaire, en provoquant un gonflement et une malformation des racines. Les infestations graves induisent un retard de croissance, un dépérissement et un jaunissement des feuilles. Symptômes similaires à une déficience hydrique ou nutritive en raison de la limitation de l'alimentation par les racines. Les racines attaquées par des nématodes sont enclines à subir des infections secondaires provoquées par d'autres microorganismes phytopathogènes.



Image 25 : a= racines avec galles et b= dégats de nématodes sur les plants

e. Les symptômes de quelques maladies

La plupart des maladies des cultures sont causées par les champignons, les bactéries ou les virus.

Les champignons sont responsables de la verticilliose, des pourriture grises et blanches, et lésions sur tige, de la fonte des semis, des oïdiums, du mildiou...

Les bactéries causent aussi des dommages aux cultures. En effet, certaines cultures sont attaquées par le flétrissement bactérien causée par la bactérie - *Ralstonia solanacearum*, qui peut causer d'énormes perte de la production en zone de forte infestation du sol. Elle se manifeste par un flétrissement brusque des plants qui bien qu'en étant vert, perdent leur vigueur. Il y'a également les taches bactériennes causées par la bactérie : *Pseudomonas syringae*.

Il existe également **des maladies non parasitaires**. Ces maladies sont dû sont à des perturbations physiologiques. Les plus importantes sont :

- les coups de soleil qui affectent surtout les fruits lorsque ces derniers sont exposés directement aux rayons du soleil. Une humidité et une température élevées accentuent le problème.
- l'enroulement, déformation due aux herbicides. Le bord des feuilles s'enroule vers le haut et vers l'intérieur, au point que les feuilles semblent tubulaires. Cet enroulement serait un mécanisme de conservation de l'humidité de la plante et est souvent permanent.
- les fentes de croissance sont un problème physiologique qui survient au moment de la croissance des fruits: c'est le résultat de variations de la teneur en eau du sol et de la température. Cet accident peut survenir quand le fruit est en croissance rapide, alors que l'humidité relative et les températures

de l'air sont élevées ou après une sécheresse lorsque l'eau redevient disponible en abondance, comme après un orage ou une irrigation.

- la nécrose apicale (cul noir) est causée par une carence localisée en calcium dans le fruit lors de conditions de croissance défavorables, notamment la sécheresse. La nécrose apicale apparaît lorsqu'il y a des fluctuations dans l'approvisionnement en eau comme celles qui résultent de temps très chaud et sec suivi d'averses abondantes.

f. *Ennemis naturels et agents de biocontrôle*

La première méthode de lutte commence par l'utilisation de variétés adaptées ou résistantes.

Il est possible d'utiliser ou de favoriser le développement des auxiliaires de lutte. En effet il existe de nombreux prédateurs naturels qui participent au contrôle des nuisibles. Il y'a : les araignées, les hyménoptères, les coléoptères, les hémiptères, etc.

Pour les Spodoptera, les attaques naturelles de certains Hymenoptera et Tachinidae parasites semblent être efficaces.

Un grand nombre d'hyménoptères parasites des larves ont été élevés à partir de *S. frugiperda*, et de nombreux prédateurs sont également signalés. La lutte biologique peut donc avoir une importance considérable. Les niveaux naturels de parasitisme larvaire sont souvent très élevés (20-70%), par l'intermédiaire de braconidés le plus souvent. Les pathogènes en tuent aussi 10-15%.

Il existe également des agents de biocontrôle, qui ont montré leur efficacité face à certaines maladies et nuisibles. Il s'agit par exemple des champignons du genre *Trichoderma sp.* En effet, *Trichoderma* est un agent de contrôle biologique efficace pour un certain nombre de pathogènes transmissibles par les sols (Lecomte et al., 2006). Il a la capacité d'utiliser divers substrats, de concurrencer les nutriments et d'inhiber des champignons pathogènes des plantes. A titre illustratif, des travaux menés par Anan en 2005 et Kartal en 2006 indiquent que 60 à 70 % de ces résidus accumulés peuvent être éliminés par les champignons filamenteux et plus précisément les *Trichoderma*. Il est donc un moyen de protection aérienne et souterraine pour la plante. *Trichoderma harzianum* représente un des agents de lutte biologique fongique le plus utilisé. Il est reconnu comme étant un puissant antagoniste de par ses activités d'antibiose et de mycoparasitisme.

En effet, les essais d'efficacité menés offrent les résultats suivants :

- ✓ Utilisé en lutte préventive contre les champignons pathogènes du sol (*Sclerotinia*, *rhizoctonia*, anthracnose, etc.), le *Trichoderma* offre 20% d'efficacité supplémentaire par rapport à certaines molécule chimique.
- ✓ Utilisé en lutte curative contre les pathogènes des vaisseaux et de l'eau (*Pythium*, *phytophthora*, *fusarium*, *verticilium*, etc...) le *Trichoderma* et ses extraits permettent de réduire de 77% les effets de ces pathogènes. La lutte chimique quant à elle permet une réduction de 80% de l'incidence de ces maladies sur les végétaux.
- ✓ Utilisé dans la lutte contre les champignons des feuilles et des fruits (*botrytis*, *oidium*, *mildiou*, rouilles, etc...), le *Trichoderma* et ses extraits permettent de réduire l'incidence de ces pathogènes de 78% contre 88% en lutte chimique.
- ✓ Utilisé contre les nématodes (du genre *Meloydogine*), le *Trichoderma* offre une efficacité de plus 80% contre ces pathogènes.

g. *La gestion des mauvaises herbes*

En agriculture, les mauvaises herbes peuvent être nuisible au développement des cultures et même empoisonner les animaux domestiques lorsqu'elles poussent sur les terres de pâturage. Elles peuvent être regroupées en espèces de plantes annuelles ou pérennes.

Les mauvaises herbes annuelles sont des plantes qui normalement profitent du sol temporairement nu pour pousser avant que le sol ne soit de nouveau couvert par les cultures.

Les mauvaises herbes pérennes sont des plantes qui poussent sur plusieurs saisons. Elles se propagent soit par semis soit par épandage de parties végétatives comme les racines ou les tubercules. La régénération par système végétatif est une caractéristique propre aux mauvaises herbes pérennes, ce qui signifie que même la petite racine ou tige peut reproduire une plante entière.

Le contrôle des mauvaises herbes peut se faire en trois étapes.

❖ **Étape 1: Les bonnes pratiques agricoles**

Ces pratiques visent à limiter l'introduction et la multiplication des mauvaises herbes. Elles comprennent :

- L'utilisation de semences saines et propres.
- Préparation appropriée du sol, permettant le contrôle des mauvaises herbes annuelles pérennes. Les mauvaises herbes pérennes doivent être enlevées de préférence avant les semis ou couvertes avec un engrais vert de plantes agressives, sinon elles sont difficiles à contrôler après les semis de la culture principale.

❖ **Étape 2 : Favoriser le développement de la diversité biologique**

Ces pratiques visent à réduire l'impact des mauvaises herbes sur les cultures :

- Culture associée ou culture de couverture pour rapidement couvrir le sol avant que les mauvaises herbes n'émergent.
- Paillage pour supprimer la croissance de la mauvaise herbe.

❖ **Étape 3 : Contrôle direct**

Au-delà des pratiques décrites dans les étapes précédentes, le contrôle direct pourrait être mises en œuvre pour éliminer complètement les mauvaises herbes. Le contrôle direct comprend :

- Le contrôle mécanique à la main, à la traction animale ou avec des machines appropriées, pour enlever les mauvaises herbes.
- L'utilisation d'agents de contrôle biologiques, c'est-à-dire l'utilisation de maladies ou d'ennemis spécifiques de plante contre les mauvaises herbes.
- Contrôle thermal de mauvaises herbes (eau chaude).

h. Les observations phytopathologiques et entomologiques

Un suivi attentif et régulier des niveaux d'infestation des cultures pendant les moments critiques de la croissance de la plante est la clé d'une gestion réussie. Ceci peut être fait à travers des observations régulières du champ par l'agriculteur. Cela aide l'agriculteur à intervenir très tôt avant que l'ennemi/la maladie ne cause d'importants dommages. Le suivi phytosanitaire et entomologique régulier réduit l'usage des produits de traitement. En effet même naturel, ces produits de traitement peuvent avoir des effets négatifs sur les insectes utiles. Si l'utilisation de ces substances n'est pas régulée, beaucoup d'auxiliaires de lutte pourraient être aussi tués. L'utilisation abusive de ces substances pourrait aussi conduire au développement de résistance de certains ennemis des cultures.

De ce fait, les observations phytosanitaires et entomologiques doivent être planifiées et conduites de manière organisée. Il est important d'avoir un échantillon aléatoire mais représentatif de la situation générale du champ. Pour ce faire, l'observateur (l'agriculteur) doit noter soigneusement toutes les découvertes en vue d'une meilleure prise de décision. Le modèle le plus courant pour les observations phytosanitaires et entomologiques consiste à marcher en zig-zag ou à suivre une route en M prédéterminée à travers un champ. Ce modèle est couramment utilisé parce qu'il est facile à enseigner et à mettre en œuvre et s'assure que toutes les parties du champ sont inspectées.

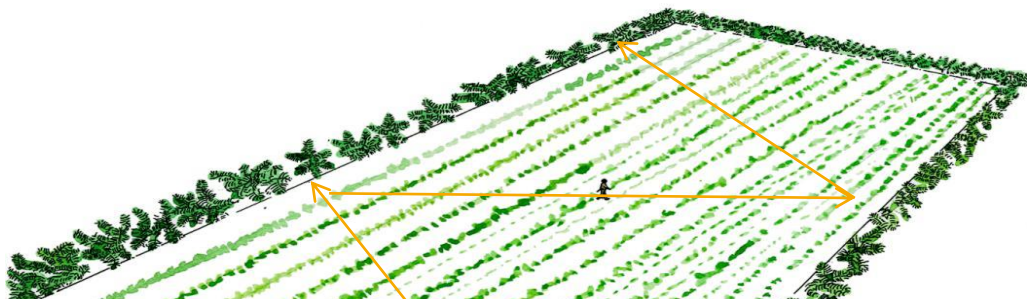


Image 26 : Modèle de parcours en zig-zag ou en M à travers le champ

Différents pièges peuvent aussi être utilisés pour le suivi entomologique. L'idée est de connaître le seuil d'infestation au niveau du champ pour un meilleur contrôle. Les observations doivent être faites à l'aube ou au crépuscule.

i. Les bonnes pratiques culturales

Ces pratiques visent à fournir de bonnes conditions de croissance pour augmenter la santé de la plante et prévenir le risque d'installation et de propagation de maladies ou de ravageurs. Cela peut se faire à travers les pratiques suivantes :

- Choix des variétés résistantes et adaptées aux conditions agro-climatiques.
- Utilisation de matériels végétal sain.
- Amélioration et maintien de la fertilisation du sol pour favoriser une croissance forte et vigoureuse des plantes, en utilisant du compost, du fumier bien décomposé, des engrais verts et autres matériaux biologiques
- L'association et la rotation des cultures pour réduire le risque de multiplication des ravageurs.
- Le respect des itinéraires techniques pour assurer une bonne croissance (période de semis, écartement, conservation d'eau, ...).



Image 27 : Apport de matière organique bien décomposée

j. Favoriser le développement des auxiliaires de lutte

Les pratiques suivantes visent à favoriser le développement de plusieurs organismes vivants (y compris les ennemis naturels) autour et à l'intérieur des champs de cultures :

- La plantation des haies d'espèces de plantes indigènes autour des champs pour attirer les ennemis naturels. Permettre aux espèces de plantes en floraison de pousser parmi les cultures pour fournir du nectar et du pollen pour les ennemis naturels comme les scarabées coccinelles, les mouches voltigeuses et les parasitoïdes.
- Les cultures pièges pour attirer les ravageurs et les éloigner des cultures (exemple, la stratégie du push-pull).
- Garder les champs propres par le désherbage à temps, les sarclo-buttage et binages, l'enlèvement et la destruction des plantes ou parties des plantes infectées, la désinfection des outils utilisées sur les plantes/champs infectés.

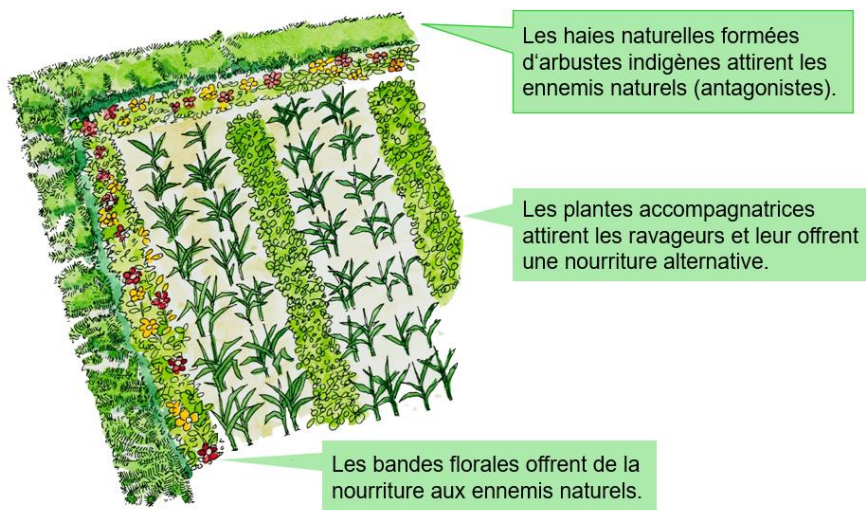


Image 28: Comment favoriser le développement des auxiliaires de lutte

k. Les critères de base pour comprendre les ennemis, maladies et mauvaises herbes.

Les ennemis

- À quel stade du cycle de vie est-il un ennemi : larve, chenille ou adulte ?
- À quel stade de croissance de la plante attaque-t-il : plante en bourgeon, plante en croissance ou plante mature ?
- Quelle partie de la plante attaque-t-il : les feuilles, les racines, la tige, les fruits, les grains ou la plante entière ?
- Quel genre de dommage cause-t-il : défoliateur, borer, piqueur suceur ou la mort de la plante ?
- Quand attaque-t-il : saison sèche ou saison humide ?

Les maladies

- Quelle est la cause de la maladie : virus, bactérie ou champignon ?
- Comment la maladie se transmet-elle : par les graines, le sol, l'air ou les insectes ?
- À quel stade de la croissance de la plante attaque-t-elle : plantule, plante en croissance ou plante mature ?
- Quelle partie de la plante est attaquée : les feuilles, les racines, la tige, les graines ou la plante entière ?
- Quelle sorte de dommage cause-t-elle : pourrissement, flétrissement, taches, etc. ?
- Quand attaque-t-elle : en saison sèche ou en saison humide ?

Les mauvaises herbes

- La mauvaise herbe est-elle pérenne ou annuelle ?
- Comment est-elle épanchée : par les grains, les rhizomes, etc. ?
- Quelles conditions favorisent sa croissance ?

1. Les seuils d'infestation et d'intervention

Pour un suivi de routine, il est suggéré d'examiner le champ une fois par semaine. Il convient toutefois de garder à l'esprit que les intervalles de temps pour le suivi peuvent être déterminés par les conditions météorologiques et le développement des maladies. Il est recommandé de surveiller les conditions météorologiques de la zone pour déterminer s'il est nécessaire d'appliquer un traitement préventif.

Il convient de connaître les maladies qui touchent la culture, leurs cycles de vie, les symptômes et les conditions qui favorisent leur développement afin de prendre des mesures de contrôle adéquates et d'éviter des dépenses inutiles.

Il existe diverses façons d'observer les plants. En général 50 plantes peuvent être sélectionnées au hasard dans chaque champ. Dix sites d'échantillonnage sont choisis selon un modèle en «W», et sur chaque site 5 plantes sont inspectées.

D'une autre manière, 20 sites d'échantillonnage peuvent être choisis selon un modèle en «W», ou, si les plantes sont cultivées sur des billons surélevés, un modèle parallèle peut être utilisé. Sur chaque site 10 plantes sont inspectées. Ces sites d'échantillonnage peuvent être délimités ou non.

Sur chaque site d'échantillonnage, le nombre des plantes affectées par un problème particulier est enregistré et la proportion des plantes affectées est calculée.

Un processus simple de surveillance des maladies des cultures consiste à évaluer leur incidence (% de plantes portant les symptômes d'une maladie particulière).

La capture en masse des insectes nuisibles des cultures est une mesure additionnelle de contrôle et de surveillance phytosanitaire. Les pièges peuvent être fabriqués le plus souvent avec du matériel bon marché.

Les pièges lumineux peuvent être utilisés pour attraper les papillons, les borers de tige et d'autres insectes nocturnes. Les pièges lumineux sont plus efficaces quand ils sont tendus peu après que le papillon adulte commence à émerger mais avant qu'il ne commence à pondre. Toutefois, les pièges lumineux ont le désavantage d'attirer une large variété d'espèces d'insectes.

Les pièges à couleur et à eau peuvent être utilisés pour surveiller les thrips adultes. Des pièges collants à couleur (bleu, jaune, blanc) ou des pièges à eau dans la pépinière ou dans le champ peuvent être disposés. L'envergure des couleurs des tableaux est importante pour l'efficacité des pièges collants. Les couleurs vives attirent plus de thrips que les couleurs sombres. Les pièges collants à surfaces cylindriques sont plus efficaces que les surfaces plates. Ils sont les mieux placés quand ils sont à 1 m du niveau de la culture. Les pièges ne doivent pas être tendus à côté des abords des champs ou à côté des ceintures d'abri. **Les pièges à eau** doivent être au moins profonds de 6 cm avec une surface de 250 à 500 cm² et de préférence ronds avec le niveau d'eau à peu près à 2 cm en dessous du bord. Quelques gouttes de détergent peuvent être ajoutées à l'eau pour éviter que les insectes ne puissent s'échapper. Remplacer ou ajouter de l'eau régulièrement. **Les pièges collants jaunes** peuvent être utilisés pour contrôler les mouches blanches, les pucerons et les mouches mineuses de feuilles. Ces pièges peuvent être fait avec des bidons plastiques jaunes imbibés de graisse transparente de voiture de l'huile de vidange utilisés montés sur des bâtons. Ils doivent être placés à l'intérieur et autour du champ à peu près 10 cm au-dessus du feuillage. Nettoyer et recouvrir d'huile quand les pièges sont couverts d'insectes. Les tableaux collants jaunes ont un effet similaire. Pour les utiliser, placer 2 à 5 cartes jaunes collantes par 500 m² de surface champêtre. Pour fabriquer votre piège collant, épandre de la pâte de pétrole ou de l'huile de moteur usée sur du contre-plaqué peint en jaune (taille 30 cm x 30 cm). Placer les pièges à côté des plantes mais suffisamment éloigné pour empêcher les feuilles de se coller au tableau. Il faut

noter que la couleur jaune attire plusieurs espèces d'insectes, y compris les insectes utiles, donc n'utiliser les pièges jaunes que quand c'est nécessaire.

m. Gestion des ennemis et maladies des cultures

❖ **Les méthodes agronomiques**

En lutte intégrée les différentes étapes de la gestion des nuisibles se fait comme suit :

- le choix de variétés de cultures tolérantes, résistantes et adaptées ;
- le choix des périodes optimales de semis ou de plantation ;
- la gestion de la fertilité du sol ;
- le labour de conservation.

Le labour de conservation vise à créer un environnement convenable pour le sol. Les pratiques de labour de conservation améliorent la structure du sol et augmentent la micro-, meso-, et macrofaune dans le sol. Cette biodiversité additionnelle d'organismes peut améliorer en même temps la santé de la plante à travers la compétition, le parasitisme ou l'antibiose avec les ennemis et maladies du sol.

➤ La propreté du champ

L'utilisation de semences et plants dépourvus de maladies est une méthode efficace dans la lutte contre les ennemis et les maladies des cultures. Les semences certifiées sont normalement propres, mais si ces semences ne sont pas disponibles, les graines doivent être traitées avant utilisation pour éliminer les éventuelles maladies pouvant s'y trouver.

La propreté du champ doit être régulièrement entretenue. Les cultures abandonnées peuvent être des foyers de nuisible. Toute partie de plante endommagée, doit être brûlé ou profondément enfouis à au moins 50 cm de profondeur.

Toutes les branches infectées et les rejets doivent être coupés à au moins 20 cm en dessous du dommage visible. L'élagage améliore aussi l'aération et l'exposition à la lumière de la couronne, ce qui contribue à la prévention des maladies.

Le nettoyage régulier de tous les outils utilisés lors de l'élagage des plantes infectées est important, surtout en cas de maladies fongiques, bactériennes ou virales.

➤ Favoriser le développement des auxiliaires de lutte

Les auxiliaires de lutte (champignon, bactéries, virus, insectes prédateurs et insectes parasitoïdes) sont donc amis de l'agriculteur. Partant, plusieurs espèces d'ennemis des cultures peuvent être maîtrisé en augmentant l'efficacité et l'abondance des auxiliaires de lutte existants. Ceci peut être atteint à travers la modification de l'environnement ou des pratiques existante. Pour cela il faut :

- **des haies** –utiliser les buissons indigènes connus pour attirer les auxiliaires de lutte. La plupart des espèces de buissons fleurissants ont cette propriété. Toutefois, l'on doit faire attention à ne pas utiliser des espèces de plante connues pour être des hôtes alternatifs d'ennemis ou de maladies des cultures.
- **banque de coccinelles** –Les bandes d'herbes dans le voisinage des champs de culture hébergent des groupes d'auxiliaires de lutte comme des carabidés, les coccinelles staphylinides et les araignées. Pour diminuer le risque de mauvaises herbes et plantes connues comme plantes-hôtes d'ennemis et de maladies de cultures, une à deux espèces d'herbe locale peuvent être semées en bande de 1 à 3 mètres.
- **les bandes de fleurs** – Utiliser des espèces connues de plantes indigènes fleurissantes pour attirer les auxiliaires de lutte. La plupart des espèces de plantes fleurissantes ont cette propriété. Toutefois, l'on doit faire attention à ne pas utiliser des hôtes alternatifs d'ennemis ou de maladies. Trois à cinq espèces de plantes fleurissantes locales peuvent être semées dans une surface ensemencée bien

préparée, arrangée en bandes de 1 à 3 mètres sur les bordures des parcelles de culture. Après floraison, les grains peuvent être ramassés pour renouveler la bande ou créer de nouvelles.

- **les plantes de compagnie** – les auxiliaires de lutte peuvent aussi être attirés par des plantes de compagnie dans un système de production. Ces espèces de plantes de compagnie peuvent être les mêmes que celles utilisées dans les bandes de fleurs.

➤ L'association des cultures

Une autre approche du contrôle des maladies et des ravageurs des cultures est celle de l'association des cultures. L'idée est de réduire les concentrations de plantes hôtes pour le même nuisible. La ciboulette, l'ail, l'oignon, les radis, le persil et plusieurs autres espèces sont reconnus comme de bons partenaires pour les cultures associées. La rose d'Inde Mexicaine montre un avantage insectifuge contre les pucerons et les nématodes de racines, mais attirent les mollusques et peuvent avoir un effet herbicide sur la courge.

➤ Les plantes pièges

La plante piège nécessite qu'elle soit plus attractive pour le ravageur comme une source d'aliments ou un site de ponte plus que la culture principale. Quelques exemples de plantes pièges connues:

- la rose d'Inde Mexicaine contre les mollusques dans les cultures maraîchères.
- la moutarde Indienne (*Brassica juncea*) pour attirer le papillon du genre *Plutella xylostella*.
- la variété Africaine de rose d'Inde de longue taille, plantée en bande autour des champs permet de protéger les cultures des dommages de *Helicoverpa armigera*.

➤ La biofumigation

La biofumigation est basée sur l'incorporation de masse de plante fraîche dans le sol qui relâchera plusieurs substances (principalement des isothiocyanates) capable de supprimer les ennemis émanant du sol. Des effets utiles de biofumigation sont aussi constatés contre les maladies fongiques causées par *Sclerotinia*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani* et des bactéries comme *Erwinia* sp.

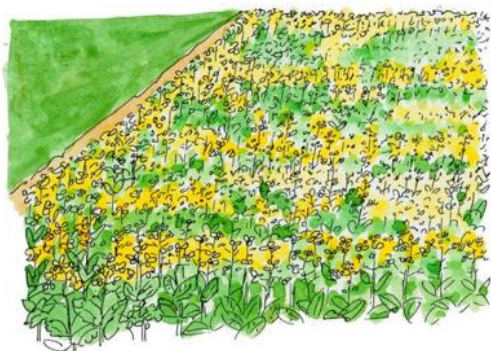
Les plantes de la famille Brassica (moutarde, radis, etc.) relâchent de grandes quantités de ces substances toxiques dans le sol quand elles se décomposent et sont considérées comme le meilleur matériau pour la biofumigation. Différentes moutardes (exemple, *Brassica juncea* var. *integrifolia* ou *Brassica juncea* var. *juncea*) doivent être utilisées comme cultures associées dans les champs infestés. Quand les moutardes sont en fleurs, elles sont coupées et instantanément incorporées dans le sol par enfouissement. Leur décomposition dans un sol humide libère, des composantes nématocides. Pendant le processus de décomposition, des substances phytotoxiques sont aussi relâchées. Elles peuvent tuer les grains de mauvaises herbes, mais elles peuvent aussi affecter les cultures en cours. Pour cela, ne mettre qu'une nouvelle culture en place qu'après deux semaines suivant l'incorporation de plant de moutarde dans le sol.



1. Préparer le lit de semences.



2. Semer des graines de moutarde indienne (famille des brassicacées).



3. Attendre que la moutarde indienne fleurisse.



4. Incorporer la masse végétale dans le sol. Ne pas semer la nouvelle culture avant deux semaines.

Image 29 : Comment faire de la biofumigation

❖ Le contrôle biologique des ennemis de l'aubergine

Le contrôle biologique implique l'utilisation d'autres organismes vivants, par exemple, les ennemis naturels pour contrôler les ennemis de culture. Le contrôle biologique des ennemis est basé sur le lâché d'agents vivants élevés en masse comme les bactéries, les virus, les champignons, les prédateurs d'insectes et les insectes parasitoïdes dans les champs de cultures pour contrôler les ennemis pendant une période brève ou longue. Les stratégies de contrôle biologique sont considérées comme des mesures de contrôle direct qui sont utilisées quand les mesures indirectes (agronomiques) ne sont pas suffisamment efficaces. Le contrôle biologique est largement utilisé dans les cultures sous serre, mais est encore limité aux cultures en champ.

L'agent de biocontrôle le mieux connu en cultures champêtres est la bactérie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* et *B. t.* var. *aizawai* contre diverses ennemis lépidoptériens. *B. t.* var. *kurstaki* et peut être utilisé contre différents types de chenilles (Spodeptera, Helicoverpa,....

Il existe des champignons entomo-pathogéniques. Les espèces les plus connues sont les *Beauveria bassiana* (contre les termites, les thrips, les mouches blanches, les pucerons et les différentes coccinelles), le *verticillium (lecanicillium) le lencanii* (contre les mouches blanches, les thrips et les pucerons). Plusieurs produits différents (mycopesticides) sont sur le marché mais ils sont plus généralement conçus pour être utilisés dans les cultures sous serre. Ces champignons entomo-pathogéniques ont besoin d'une grande humidité d'air pour se développer. Pour permettre leur utilisation en plein champ, quelques produits sont élaborés avec de l'huile végétale. Le champignon *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* est un agent de biocontrôle spécifique pour le contrôle des espèces de sauterelles. Ses propriétés biologiques et physiques font de ce champignon un candidat idéal pour un contrôle biologique de masse. Les spores de *M. anisopliae* var. *acridum* peuvent facilement être produites en masse. Les spores sont disponibles soit en poudre de spore sèche, soit en concentré mélangeable à l'huile. Le produit est utilisé comme une suspension à huile et peut être pulvérisé avec

l'équipement habituel ou par voies aériennes pour un usage à grande échelle. Habituellement le contrôle des criquets migrateurs avec ce mycopesticide est mis en œuvre par les autorités gouvernementales ou des organisations non gouvernementales travaillant directement avec les agriculteurs. Ceci pourrait être le meilleur moyen d'utiliser cet agent de biocontrôle. Il y a différents autres agents de biocontrôle connus pour être efficaces contre les ennemis des cultures :

- les virus granulosis contre les lépidoptères comme le *Plutella xylostella*. Les nématodes entomopathogéniques contre les différentes espèces de charançons (exemple, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*).
- les prédateurs d'insectes comme les scarabées coccinelles, les gallimidges prédateurs, les larves de mouches blanches contre les pucerons et les psyllides.
- les parasitoïdes d'insectes comme les espèces de *trichogramma* contre les chenilles (Hélicoverba) les lépidoptères et les pucerons.
- les champignons du genre *Trichoderma* existent à travers le monde et sont facilement isolées du sol, du bois en décomposition et d'autres formes de matière biologique de plante. D'une part, les espèces *Trichoderma* sont connues comme parasites d'autres champignons comme *Rhizoctonia solani*. D'autre part, l'antibiose et la compétition sont d'autres impacts de l'espèce *Trichoderma* sur les champignons comme *Sclerotinia*, *Pythium*, *Botrytis*.

Plusieurs espèces de *Trichoderma harzianum* ont été testées en climats subtropical et tropical avec des résultats satisfaisants pour le contrôle *Colletotrichum falcatum*, *Macrophomina phaseolina*, et d'autres maladies fongiques. En plus, *Trichoderma* agit comme un stimulateur de croissance et de ce fait, améliore la qualité des récoltes.

- Les espèces d'*Aspergillus* sont presque partout présentes dans les sols des zones tropicales. Elles sont plus connues pour la contamination des grains avec des aflatoxines hautement dangereux provenant de la présence des variétés toxigéniques de *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* and *A. bombycis*.

Toutefois, il y a aussi des variétés non-aflatoxigéniques de *A. flavus* et de *A. parasiticus* qui peuvent être utilisées comme des agents de biocontrôle contre les espèces dangereuses d'*Aspergillus*.

Il faut noter que la majorité des agents de biocontrôle sont sensibles à la chaleur.

❖ Les insecticides d'origine minérale ou végétale

Il y a des insecticides biologiques commerciaux disponibles (neem, roténone, pyrèthre). La plupart peut être fabriquée manuellement par les coopératives agricoles ou les agriculteurs individuels.

Le **neem** (*Azadirachta indica*) a plus de cent composants à propriétés pesticides. L'amende est l'endroit où il y a la plus haute plus haute concentration de la plus importante composante en pesticide qui est *azadirachtin*. Le neem agit comme un répulsif à grand effet, un régulateur de croissance d'insectes et un insecticide. Contrairement à beaucoup d'insecticides botaniques, le neem a aussi une sorte d'effet systémique. Cela veut dire que les plantes peuvent soutirer des extraits de neem à travers leurs racines et feuilles, répandant le matériau à travers les tissus de plantes. Pour cette raison, le neem peut aider à contrôler des ennemis comme les mineurs de feuille. Les produits du neem sont efficaces contre une grande variété d'ennemis : à peu près 400 espèces d'ennemis sont connues pour être traités avec les extraits de neem. En dépit de leur action de large envergure, les produits de neem ont très peu de dégâts sur les ennemis naturels.

Les produits dérivés du neem, avec leur haute teneur en huile, sont phytotoxiques pour certaines plantes, ce qui veut dire que les plantes pourraient être brûlées quand l'extrait de neem est utilisé à haute dose. De ce fait, les extraits doivent être testés sur quelques plantes avant d'entamer une pulvérisation à grande échelle. Toutefois, les extraits de neem sont rapidement décomposés par les rayons solaires. Pour cette raison, il convient mieux d'effectuer les traitements en soirée.

Le pyrèthre est un insecticide naturel dérivé des fleurs du *chrysanthemum cinerariaefolium* Africain. Ce sont des plantes pérennes avec une apparence de marguerite et des fleurs blanches. La plante est plus productive en altitude au-dessus de 1 600m et idéalement en conditions semi-aride. Sur les sols riches, les propriétés insecticides sont réduites. La teneur en substances actives augmente en altitude et en températures basses. Les extraits de pyrèthre ne doivent pas être mélangés à de la chaux, du soufre ou des solutions savonneuses pendant l'utilisation puisque le pyrèthre est détruit à la fois par les conditions acides et les alcalines. En plus, l'extrait de pyrèthre est rapidement détruit par les rayons du soleil. Le pyrèthre est un insecticide de contact et de large spectre pour le contrôle des ennemis de culture. Il peut être utilisé pour contrôler la plupart des pucerons, des acariens araignées, des thrips, des mouches blanches, les chenilles (légionnaire, tuta absoluta, helicoverpa) les borers des tiges, et les jassides.

Les **piments** et les poivrons ont tous des effets répulsifs et insecticides.

Le soufre est probablement le plus ancien pesticide en utilisation. Il est plus utilisé contre les maladies, mais il est aussi utilisé contre les acariens. L'effet acaricide du soufre est meilleur à des températures au-dessus de 12 °C. Toutefois, le soufre a le potentiel de causer des lésions aux plantes en saison sèche et chaude (au-dessus de 32 °C). Il est aussi incompatible avec les autres pesticides. Pour éviter la phytotoxicité, le soufre ne doit pas être utilisé avec de l'huile ou après les traitements à l'huile.

Les cendres de bois peuvent être efficaces contre les fourmis, les mineuses des feuilles, les borers des tiges, les termites et les papillons. La cendre doit être saupoudrée directement sur les colonies d'ennemis et les plantes infestées. La cendre déshydratera les insectes aux corps mous.

❖ Les fongicides d'origine végétale ou minérale

La bouillie bordelaise (sulfate de cuivre et chaux) a été utilisée avec succès pendant plus de 150 ans sur les fruits, les légumes et les ornementaux. Contrairement au soufre, la bouillie bordelaise est à la fois fongicide et bactéricide. En tant que tel, il peut être utilisé efficacement contre les maladies fongiques et d'origine bactérienne. La capacité du mélange bouillie bordelaise à résister à la pluie et à adhérer aux plantes est une des raisons pour laquelle il est si efficace. La bouillie bordelaise contient du sulfate de cuivre qui est acide, et neutralisé par la chaux (hydroxyde de calcium), qui est alcalin.

Le soufre de chaux est obtenu quand la chaux est ajoutée au soufre pour l'aider à pénétrer dans le tissu des plantes. Il est plus efficace que le soufre seul à basses concentrations. Toutefois, l'odeur d'œufs pourris décourage habituellement son utilisation sur des grands champs.

Les argiles acides possèdent un effet fongicide à cause de l'oxyde d'aluminium ou le sulfate d'aluminium comme agents actifs. Ils sont utilisés comme une alternative aux produits en cuivre mais, sont souvent moins efficaces.

Le lait a aussi été utilisé contre la rouille des céréales et la rouille de la pomme de terre, les virus de la mosaïque et d'autres maladies fongiques et virales. Pulvériser tous les 10 jours un mélange de 1 litre de lait à 10 à 15 litres d'eau est efficace.

Les maladies **de rouille** sur les plantes peuvent être traitées avec un mélange de bicarbonate de soude et des cristaux de soude. Préparer un mélange de 100g de bicarbonate ou de cristaux de soude avec 50g de savon doux, le tout dilué dans 2 litres d'eau. Pulvériser une seule fois et observer un temps long si possible (plusieurs mois). Ne pas utiliser en temps chaud et tester le mélange sur quelques feuilles à cause de possibles effets phytotoxiques.

Plusieurs extraits de plantes sont connus pour leurs effets fongicides. L'oignon et l'ail sont efficaces contre plusieurs maladies comme la rouille et les maladies fongiques et bactériennes. Les roses d'Inde Mexicaine et africaine agissent comme des fortifiants pour aider les plantes à résister aux maladies fongiques comme la rouille. Les feuilles de papaye (*Carica papaya*) et le basilic possèdent un effet fongicide général.

❖ L'utilisation des phéromones

Il est possible d'utiliser des phéromones pour perturber la reproduction des nuisibles. Les pièges à phéromones sont le plus souvent utilisés pour surveiller les insectes ennemis mais peuvent aussi être utilisés pour une capture en masse.

Que retenir?

Une bonne gestion des maladies et ravageurs des cultures commence d'abord par la préparation de conditions favorables au développement de la plante. Elle est comme des escaliers et il faut franchir les marches une par une.

La première étape qui correspond à la première marche est celle de la lutte agronomique. Cette première étape invite à créer et entretenir les conditions agronomiques favorable au développement de la culture. Il s'agit notamment du choix variétal, du travail adéquat du sol (gestion de la fertilité, propreté du champ...), du respect des itinéraires techniques de production (période de repiquage, densité de plantation, gestion de l'irrigation...).

La seconde étape (seconde marche) consiste à la lutte mécanique qui consiste au cours de la culture à détruire tous les nuisibles de la culture (arrachage et brulages des plants infestés, destruction des larves et insectes, l'utilisation de barrière mécanique (filet anti-insecte par exemple).

La troisième étape (troisième marche) consiste à favoriser le développement des auxiliaires de lutte (coccinelles, *Amblyseius swirskii*, punaise Nabis sp ...,) ou à l'utilisation solutions biologiques (*Trichoderma*, *Tricogramma*, *Bacillus thuringiensis* ...).

La quatrième étape (quatrième marche) consiste à l'utilisation des pesticides naturels. Ces pesticides naturels sont fabriqués ou peuvent se produire à base d'extraits de plantes ou de minéraux. Ces pesticides ont soit des actions insectifuges (repoussent les insecticides) insecticides (tuent les insectes). Ces pesticides agissent soit en supprimant l'appétit des nuisibles qui arrêtent de se nourrir, soit en tuant les œufs des insectes, soit en créant des désorientations sexuel (et les insectes ne peuvent plus se reproduire), soit en tuant directement les insectes par divers mécanismes. Le neem, le pyrèthre, l'ail, le piment, le tabac, la cendre, le soufre, le cuivre, la chaux sont des matières premières couramment utilisés dans la fabrication des pesticides naturels.

Cependant, dès la plantation, il est nécessaire de bien observer l'ensemble de la culture, d'une part pour détecter l'arrivée des ravageurs et maladies et d'autre part pour surveiller leur développement ainsi que celui des auxiliaires. Ces observations permettent d'utiliser au plus tôt les outils de protection adéquats. Les observations sont à effectuer principalement sur les feuilles, les fleurs, les fruits et parfois les racines.

Sur feuille, observer les 2 faces des feuilles. Ravageurs : Aleurodes, thrips, pucerons, acariens, doryphores, noctuelles, punaises et altises. Pour les aleurodes, sur feuilles basses, rechercher les larves (et les larves parasitées) et sur les sur feuilles hautes et les têtes, rechercher les adultes. Les Auxiliaires de lutte : *Macrolophus*, *Amblyseius*, larves parasitées par *Encarsia*, *Aphidius* (momies de pucerons), *Aphidoletes*, coccinelles, syrphes, chrysopes, *Orius*

Sur fleur les ravageurs sont : Thrips, punaises, pucerons, altises. Pour les punaises : observation des coulures de boutons en tête de plante. Les auxiliaires de lutte : *Amblyseius*, *Orius*, *Aphidius* (momies de pucerons).

Sur fruit les principaux ravageurs : thrips, noctuelles et leurs dégâts.

a. Les biopesticides

❖ Préparation de pesticides à base de neem

Les pesticides de neem peuvent être préparés à partir des feuilles ou des fruits. Les feuilles ou les fruits sont broyés et mélangés à l'eau, à l'alcool ou tout autre dissolvant. Les amendes de neems broyées peuvent être utilisés dans l'amendement des sols et sont efficaces pour le contrôle des nématodes. La poudre de neem peut être utilisée pour le contrôle des borers à travers la préparation d'extraits aqueux qui sont pulvérisés sur les plantes. Les tourteaux de neem ont un potentiel considérable comme engrais et présente des propriété nématocides intéressantes (200g/m² de culture) et le mélanger avec le substrat. Le tourteau de neem va repousser et même tuer les nématodes et autres ennemis des racines. La préparation d'un extrait aqueux de neem se fait comme suit :

- réduire 1 kg d'amande de neem en poudre ;

- mélanger avec 10 litres d'eau et laisser macérer 24 h ;
- filtrer ajouter une pincée de savons et appliquer.



Image 30 : Comment faire de la poudre de neem

❖ Préparation de pesticides de pyrèthre

La farine de pyrèthre est fabriquée à partir des fleurs sèches tombées par terre. Utiliser le pyrèthre pur ou mélanger avec un catalyseur comme le talc, la chaux ou la terre diatomée et le saupoudrer sur les plantes infestées. Pour fabriquer un extrait de pyrèthre liquide (mélanger 20 g de poudre de pyrèthre à 10 l d'eau), ajouter du savon pour que la substance soit plus efficace. Agiter et utiliser immédiatement en pulvérisation. Pour de meilleurs effets, ceci doit être utilisé le soir. Le pyrèthre peut aussi être extrait de l'alcool.

❖ Préparation de pesticides de piment

Pour fabriquer l'extrait de piment : moude 200g de piment en poudre légère, le bouillir dans 4 l d'eau, et dans 4 autres litres d'eau ajouter quelques gouttes de savon liquide. Ce mélange est utilisé en pulvérisation contre les pucerons, les fourmis, les petites chenilles et les escargots.

❖ Préparation de pesticides d'ail.

L'ail possède des propriétés anti-appétantes, insecticides, nématocides et répulsives. L'ail est connu pour son efficacité contre une grande variété d'insectes à différents stades de leur cycle de vie (œuf, larve, adulte). Ceux-ci comprennent les fourmis, les pucerons, les chenilles, les libellules, les mouches blanches, les larves de taupin, et les termites. L'ail est non-sélectif, possède un effet à large spectre et peut aussi tuer les insectes utiles. Pour cela, il doit être utilisé avec précaution. Pour fabriquer l'extrait d'ail, moude ou découper 100 g d'ail dans un ½ l d'eau. Laisser le mélange reposer pendant 24 h puis ajouter ½ l d'eau savonneuse et remuer. Laisser reposer 1h 20 et diluer avec de l'eau et pulvériser le soir. Pour améliorer l'efficacité, un extrait de piment peut y être ajouté.

Il y a plusieurs autres extraits de plantes connus pour avoir des effets insecticides comme *Nicotiana tabacum*, *Xanthorrhiza simplicissima*, *Tephrosia vogelii*, *Securidica longepedunculata*, et le nasturtium *Nasturtium trapaeolum*.

❖ Préparation de la bouillie bordelaise.

La bouillie bordelaise peut être produite de plusieurs façons. Une des plus populaires, efficace et moins phytotoxique pour une utilisation générale est la formule suivante : mélanger 90 g de sulfate de cuivre bleu avec 4,5 l d'eau (dans un récipient non métallique). Dans un autre récipient non métallique, mélanger 125 g de chaux éteinte avec 4,5 l d'eau. Remuer les deux solutions, les mélanger et remuer de nouveau. Cette formule a été développée en reconnaissance du fait que le cuivre, comme le soufre, est phytotoxique et que le niveau de toxicité est fonction de l'âge du tissu de la plante en traitement. L'utilisation du mélange bouillie bordelaise en temps chaud (au-dessus de 85° F ou 30° C) pourrait causer le jaunissement et la tombée de feuille. En plus, la brûlure de feuille peut se produire s'il pleut peu après l'utilisation de la bouillie bordelaise. On doit prendre beaucoup de précaution quand on utilise ce fongicide sur des feuilles jeunes et tendres.

Il y a d'autres préparations courantes et moins chères à base de cuivre : l'hydroxyde de cuivre et l'oxychlorure de cuivre.

❖ Traitement des graines à l'eau chaude.

Le traitement à l'eau chaude des graines peut être faite pour empêcher le développement de certaines maladies. En effet ce traitement réduit les pathogènes comme l'*Alternaria spp*, le *Colletotrichum spp*, le *Phoma spp*, le *Septoria spp*, et les pathogènes bactériennes (*Pseudomonas spp* et *Xanthomonas spp*). Toutefois, les traitements à l'eau chaude sont délicats d'autant plus que les graines peuvent rapidement être détruites par la chaleur.

De ce fait, des températures spécifiées et des intervalles de temps doivent être strictement respectés pour maintenir la viabilité des semences. Utiliser un bon thermomètre s'avère nécessaire. Pour s'assurer que la semence n'est pas endommagée, il est recommandé de tester la germination de 100 graines traitées à la chaleur et 100 non traitées.

❖ **Les précautions à prendre concernant l'utilisation des extraits de plantes**

- Ne pas avoir la peau en contact direct avec l'extrait brut pendant le processus de préparation et d'utilisation. Des extraits de plante comme le tabac peuvent être aussi très toxiques. Le contact des extraits de plantes avec les yeux doit être évité.
- S'assurer d'avoir placé l'extrait de plante loin de portée des enfants pendant le stockage.
- Porter des habits protecteurs (les yeux, la bouche, le nez et la peau) pendant l'utilisation de l'extrait.
- Se laver les mains après la manipulation de l'extrait de plante.

❖ **Les répulsifs contre les mammifères ennemis de cultures.**

Ce ne sont pas seulement les espèces d'insectes, d'acariens et de mollusques qui sont connus être ennemis de culture. Des mammifères comme les éléphants, les singes, les phacochères, les chèvres, les moutons, les bœufs, etc., détruisent les cultures de subsistance et menacent les moyens d'existence des petits exploitants agricoles. Toutefois, il y a des répulsifs efficaces non létaux connus pour réduire de façon drastique les dommages causés par les éléphants. L'agent répulsif courant est dérivé des piments poivrons ou des piments piquants (*Pili pili Kali*). Lorsque les cultures sont protégées avec des clôtures contre les éléphants (au moins 2,5 m ou 8 pieds de haut avec des lignes parallèles), des carrés de tissu ou de toiles trempés dans un agent à base d'huile mélangé à de la poudre de piment peuvent être dressés entre les lignes. La très forte odeur des piments poivre cause des réactions physiques hostiles aux mammifères, comprenant l'irritation des yeux et des sensations de brûlures. Une autre approche est de produire des boulettes de piment avec du piment écrasé et des crottes d'animal. Pour donner au mélange de piment et de crotte une forme solide, l'agriculteur pourrait utiliser un moule à brique. Les bombes doivent sécher durant un ou deux et ensuite être placées de façon équilibrée dans les champs. L'agriculteur pourrait les allumer à la tombée de la nuit. Les bombes produiront une fumée piquante qui éloigne les animaux.

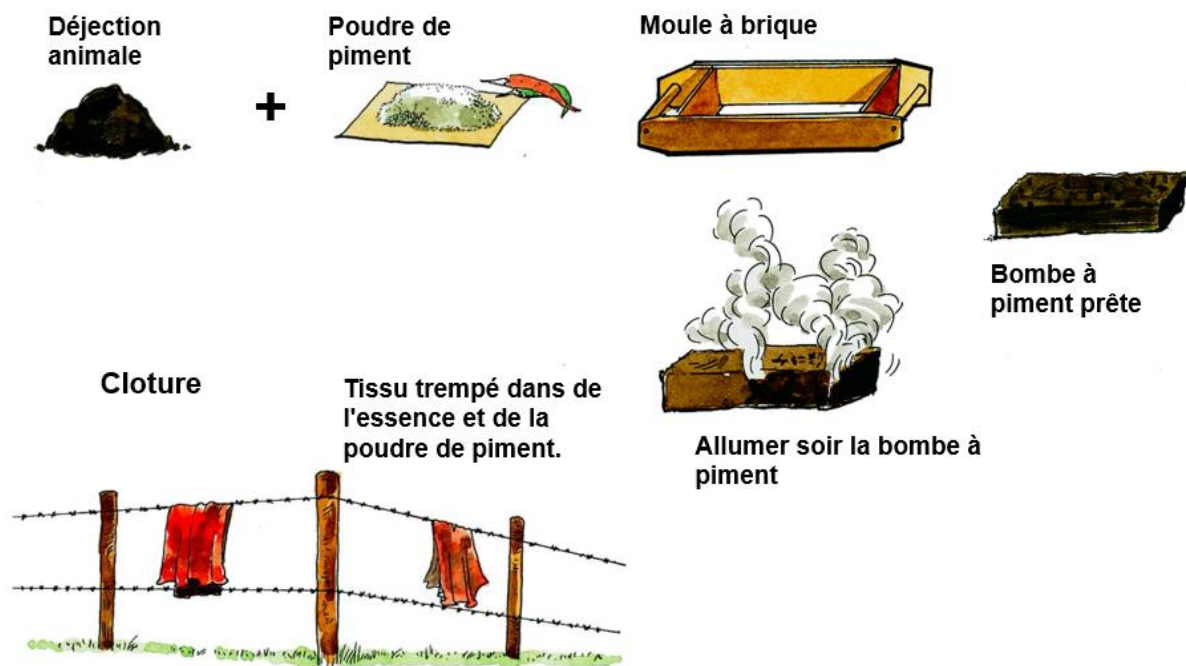


Image 31 : Fabrication et utilisation de bombe à piment

❖ Mélange d'ail, piment, poivre

Pour la préparation de ce produit il faut : 10kg d'ail fraîche, 10kg de piment, 2kg de poivre noir, 15 litres de biofertilisant à base de micro-organisme, 4 litres d'alcool ou éthanol. Il faut écraser l'ail, le poivre noir et le piment au moment de la préparation. A défaut de bio-fertilisant on utilise du jus de canne ou de la mélasse.

Faire un mélange homogène et laisser fermenter pendant 3 à 5 jours. Puis on le passe dans un fût de 200 litres qu'on remplira à 180 litres qu'on laisse fermenter encore 15 jours. Puis utiliser le produit à la dose de 1 litre pour 100 litres d'eau. Permet de lutter contre les insectes à corps mou.

❖ Le bouillon de cendre

La préparation du bouillon de cendre nécessite : 100 litres d'eau, 15 kg de cendre bien tamisé, 2 à 4 kg de savon bien rappé.

Faire bouillir l'eau. Une fois que l'eau est en ébullition, mettre le savon. Lorsqu'elle est dissoute ajouter la cendre et remuer pendant 10 mn. Le produit obtenu contient du silicium et du potassium. Ce produit permet de contrôler les mouches blanches, les pucerons.

Application: à 3 litres du produit pour 100 litres d'eau. A utiliser dès les premiers signes d'attaques.

Image 32 : Fabrication du bouillon de cendre

b. Les fertilisants organiques

❖ Le Bokashi

• Préparation, conservation

Le Bokashi est de la matière organique fermentée. Cet engrais organique vient comme une alternative à quelques limites du compostage (durée et eau). Cependant la fabrication du bokashi nécessite beaucoup de travail et demande parfois l'utilisation de certains ingrédients qui ne sont pas toujours disponibles au sein des exploitations agricoles. Tout comme les pratiques agroécologiques, la production du Bokashi nécessite de la planification pour rassembler les matériaux non disponibles sur l'exploitation.



Pour 3 tonnes de bokashi à produire, il faut : 20 sacs de terre (un peu argileuse), 20 sacs de déjection animale, 20 sacs de matière végétale sèche découpée (de balle riz, sciure de bois, feuilles mortes...), 1 sac de son de riz (ou n'importe quel autre type de son), 1 sac poudre de cendre, 1 sac de poudre de roche (Phosphate par exemple), 1 sac de poudre de charbon de bois, 1 kg de levure, 10 litres de mélasse de canne ou de jus de canne ou 10 kg de sucre pour 20 litres d'eau, 250 à 300 litres d'eau.

Etape 1 : Mélanger les éléments suivants : Eau, sucre et levure

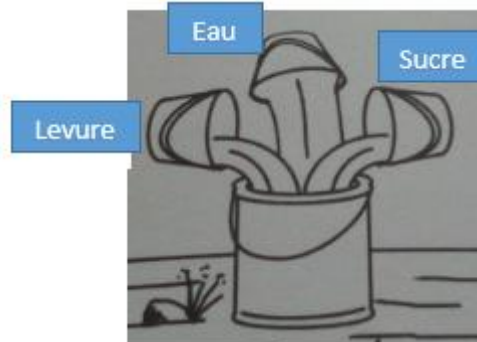


Image 33: mélange des différents éléments

Etape 2 : Alternier les éléments selon l'ordre suivant : matière végétale, terre, déjection animale, poudre de charbon, cendre, poudre de roche. Humidifier légèrement à chaque étape.

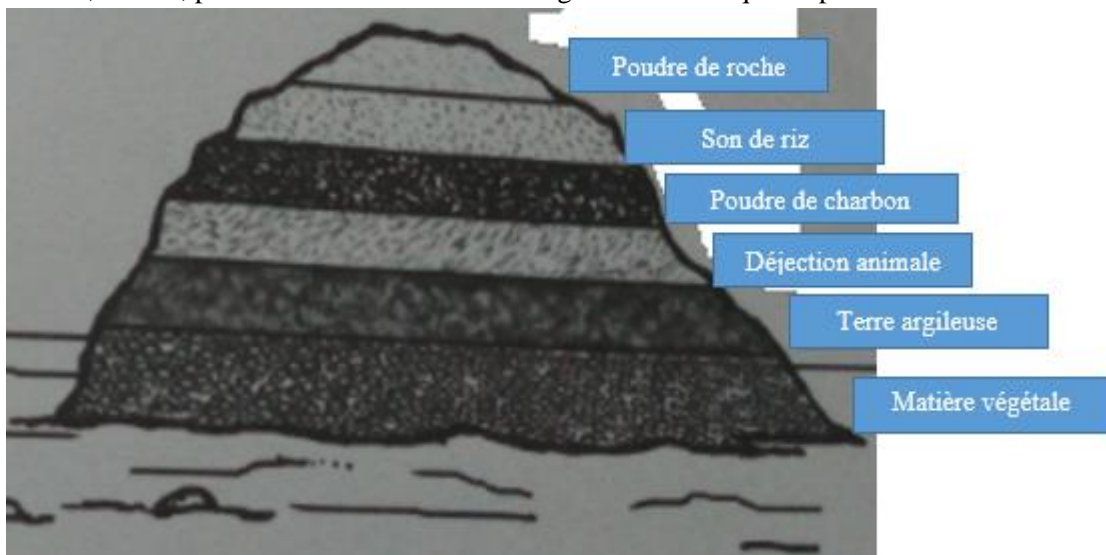


Image 34 : Montage d'un tas de Bokashi

Etape 3 : A la fin du montage du tas, retourné pour faire un mélange homogène. Le retournement du tas se fait deux fois par jour (matin et soir) jusqu'au 4^e jour. A partir du jour 4, il est possible de retourner le tas une seule fois par jour.

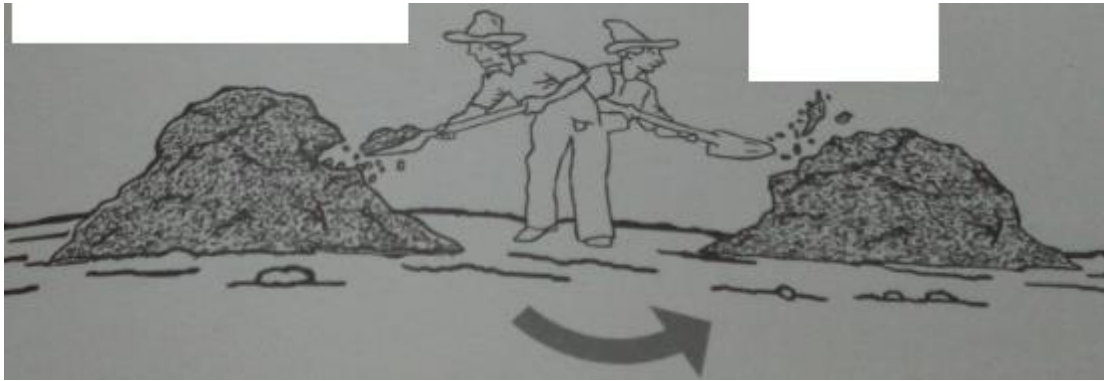


Image 35 : retournement du Bokashi

A partir du 3^e jour, le bokashi peut s'utiliser en fumure de fond : c'est le bokashi cru. A partir du 15^e jour, le bokashi est à maturité et peut s'appliquer sur toutes les spéculations. Il est possible de stocker le bokashi, durant 2 à 3 mois tout en gardant ses propriétés. Pour cela, il faudra le protéger du soleil et de la pluie.

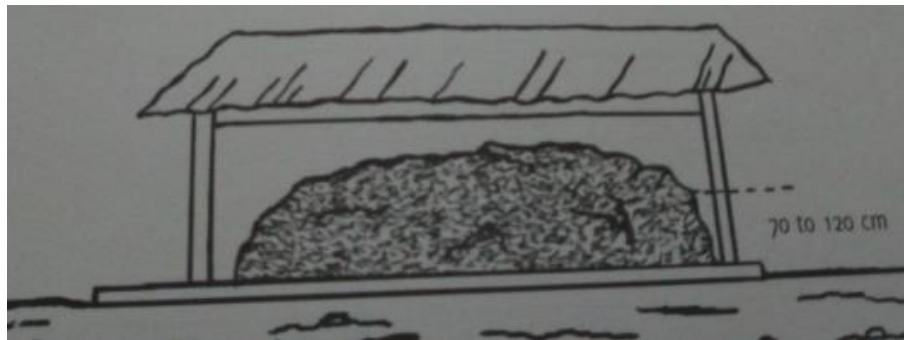


Image 36 : Conservation du bokashi sans sacs

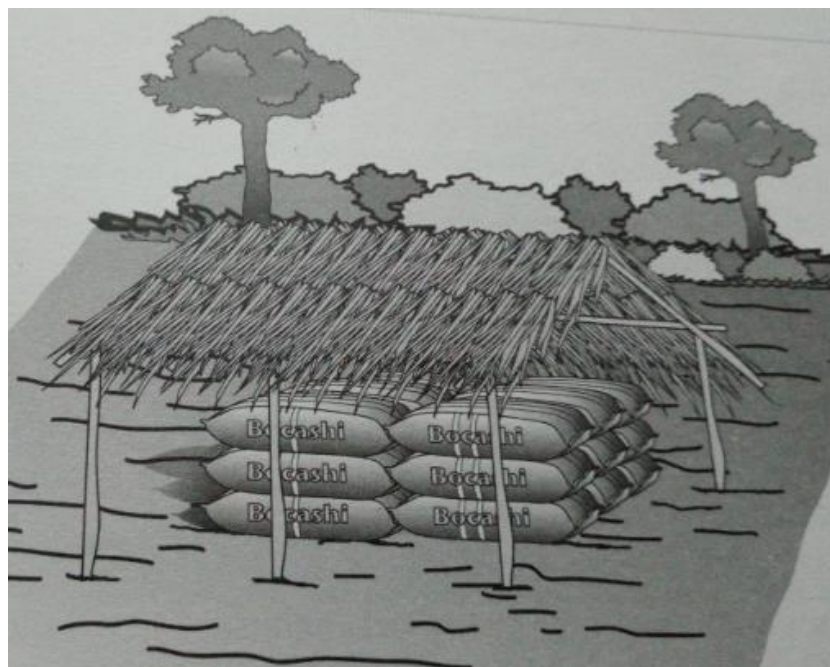


Image 37 : conservation du bokashi avec des sacs

- Composition et utilisation

Le tableau suivant, présente la composition moyenne d'un bokashi. Les valeurs fertilisantes du bokashi dépendent de la qualité des éléments utilisés dans sa fabrication.

Tableau 8 : Les valeurs fertilisantes du bokashi

Eléments nutritifs	Composition
Azote (%)	1,02
Phosphore (%)	0,57
Potassium (%)	0,49
Calcium (%)	2,30
Magnésium (%)	0,20
Fer (mg/l)	2 958
Manganèse (mg/l)	510,66
Zinc (mg/l)	114,66
Cuivre (mg/l)	26,66
Bore (mg/l)	7,33

Le bokashi peut s'utiliser comme fumure de fond, ou comme engrais. Pour les productions maraîchères, ou les cultures céréalières il est possible de faire des apports localisés aux pieds des plantes ou entre les lignes de cultures.

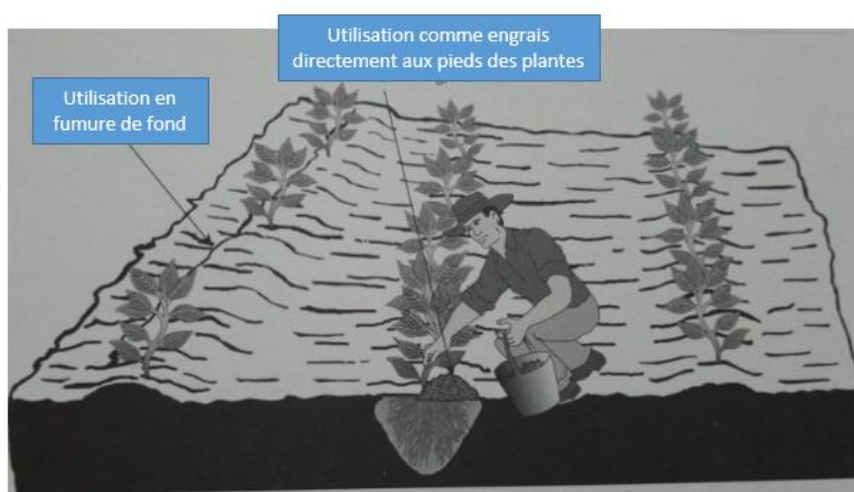


Image 38 : Utilisation du bokashi comme engrais d'entretien

Tableau 9 : utilisation du Bokashi

Cultures	Dosage suggéré
Solanacées	200 à 500g par plant
Oignon	25 à 50 g
Betterave	100g
Laitue	50 à 80 g

Haricot, niébé	30 à 50 g
Chou et crucifère	100 à 150 g
Céréales	50 g à 150 g
Concombre	50 à 80 g

Pour la plantation d'arbre, il est possible d'utiliser le bokashi comme suit :

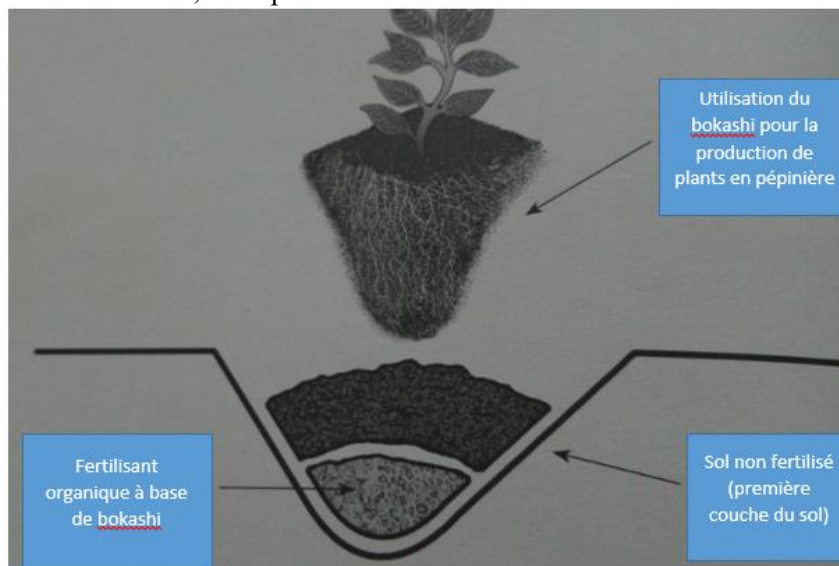


Image 39 : Utilisation du bokashi pour la production des plants

- Utilisation du bokashi comme fertilisant foliaire

Au troisième jour de la fermentation :

- ❖ prélever 2 kg de bokashi (à 10 cm de la surface)
- ❖ Ajouter 15 litres d'eau + ½ litre de jus de canne
- ❖ Bien remuer et laisser reposer à l'ombre pendant 8 h
- ❖ Puis filtrer et ajouter 100 litres d'eau et 2 litres de jus de canne

Application foliaire les soirs de préférence jusqu'à la floraison pour stimuler les défenses naturelles des plantes et favoriser l'assimilation des hormones.

- ❖ **Les micro-organismes efficaces**

- Comment faire la reproduction

Les éléments entrant dans la reproduction des micro-organismes de forêt sont entre autres :

- 20 kg de litière forestière
- 40 kg de son de riz
- 15 litres de jus de mélasse de canne à sucre, ou de jus de canne à sucre, ou 15 kg de sucre et 20 litres d'eau
- Un fût de 200 litres

Quant au processus de fabrication, il est le suivant:

- Bien mélanger la matière végétale et le son de riz en humidifiant avec le jus de canne
- Mettre le mélange dans un fût et bien tasser par couche de 15cm
- Fermer hermétiquement (car fermentation anaérobie)
- Durée de la fermentation : 30 jours



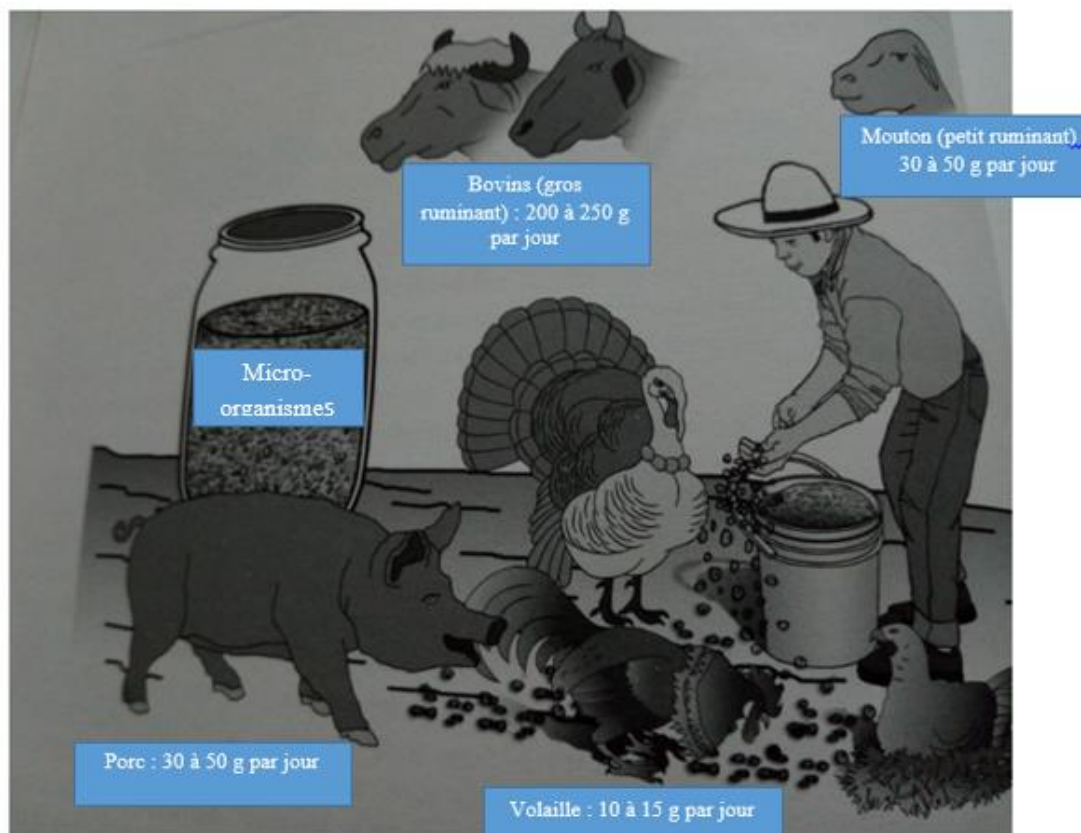
Image 40 : Reproduction des micro-organismes de forêt

- Quel usage et comment ?

Les microorganismes peuvent s'utiliser pour l'alimentation animale :

- ✓ pour les ruminants : chaque jour la moitié du poids de l'animal en g par jour (pour une vache de 200 kg, il faut utiliser 100g par jour)
- ✓ Volaille : 10 à 15 g par jour

Deux fonctions importantes sont associées à l'utilisation du produit: prébiotique (aide la microbiologie intestinale) et probiotique (augmente l'efficacité de la nourriture de l'animale).



d'utilisation des micro-organismes de forêt dans l'alimentation animale

Image 41 :
Mode

➤ Alimentation humaine

Dans ce cas, après les 30 jours de fermentation prendre 20kg +40kg de son de riz+15litres de jus de canne. Répéter le même process 4 fois. C'est au 120^e jour que l'homme peut consommer.

➤ Dans les préparations de biofertilisant, ou biopesticide.

Il est possible d'utiliser les micro-organismes de la forêt ou de l'exploitation reproduite pour fabriquer des engrais liquides. Pour cela il faut :

- ✓ prendre 10 kg de micro-organismes reproduits ;
- ✓ un fût de 200 litres ;
- ✓ une housse de coussin (blanche de préférence) en coton ;
- ✓ 8 litres de mélasse de canne à sucre (ou de jus de canne, ou 5 kg dans 8 litres d'eau
- ✓ 8 litres de petit lait (à défaut du lait) ;
- ✓ 100 litres d'eau (eau non traitée).

Mettre les micro-organismes dans la housse de coussin. Mélanger les autres ingrédients dans le fût. Tremper la housse de coussin contenant les micro-organismes. Laisser macérer pendant 30 jours de façon anaérobie.

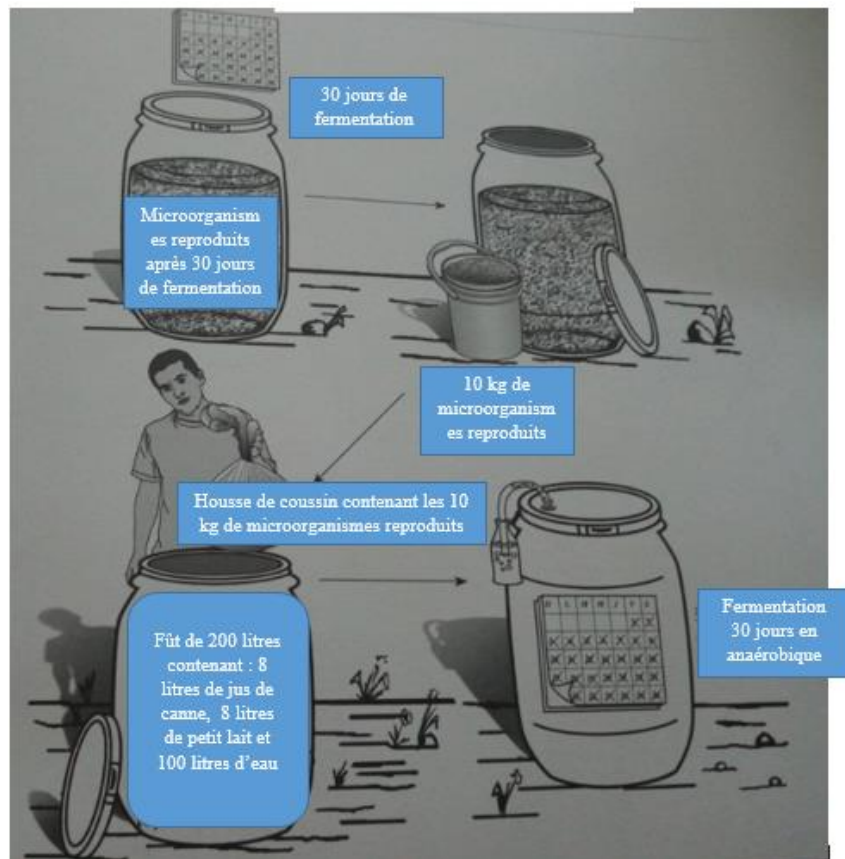


Image 42 :
activation des

organismes à la maturité

Bio
micro-

Utilisation : 2 litres du bioferment à diluer dans 18 litres d'eau à utiliser en pulvérisation foliaire. Les micro-organismes reproduits peuvent aussi s'utiliser dans le bokashi à raison de 1kg pour 100kg de bokashi ou comme activateur de compost.

❖ **Engrais organique liquide à base bouse de vache**

• Comment faire la reproduction

Les éléments entrant dans la production de l'engrais organique liquide sont entre autres :

- 40 à 50kg de bouse de vache fraîche ;

- 1 à 2 l de petit lait ;
- 5l de jus de canne ou 1 à 2kg de sucre dilué dans 5l d'eau ;
- 3kg de phosphites ;
- 150g de levure ;
- 2 à 3kg de poudre de poisson ;
- Un fût de 200 litres .

Quant au processus de fabrication, il est le suivant:

- Bien mélanger les différents ingrédients en prenant le soin de retirer les matériaux flottants ;
- Remplir le fût d'eau mais pas jusqu'au bord ;
- Fermer hermétiquement (car fermentation anaérobie) ;
- Durée de la fermentation : 30 jours à 90 jours suivant la finalité du produit.

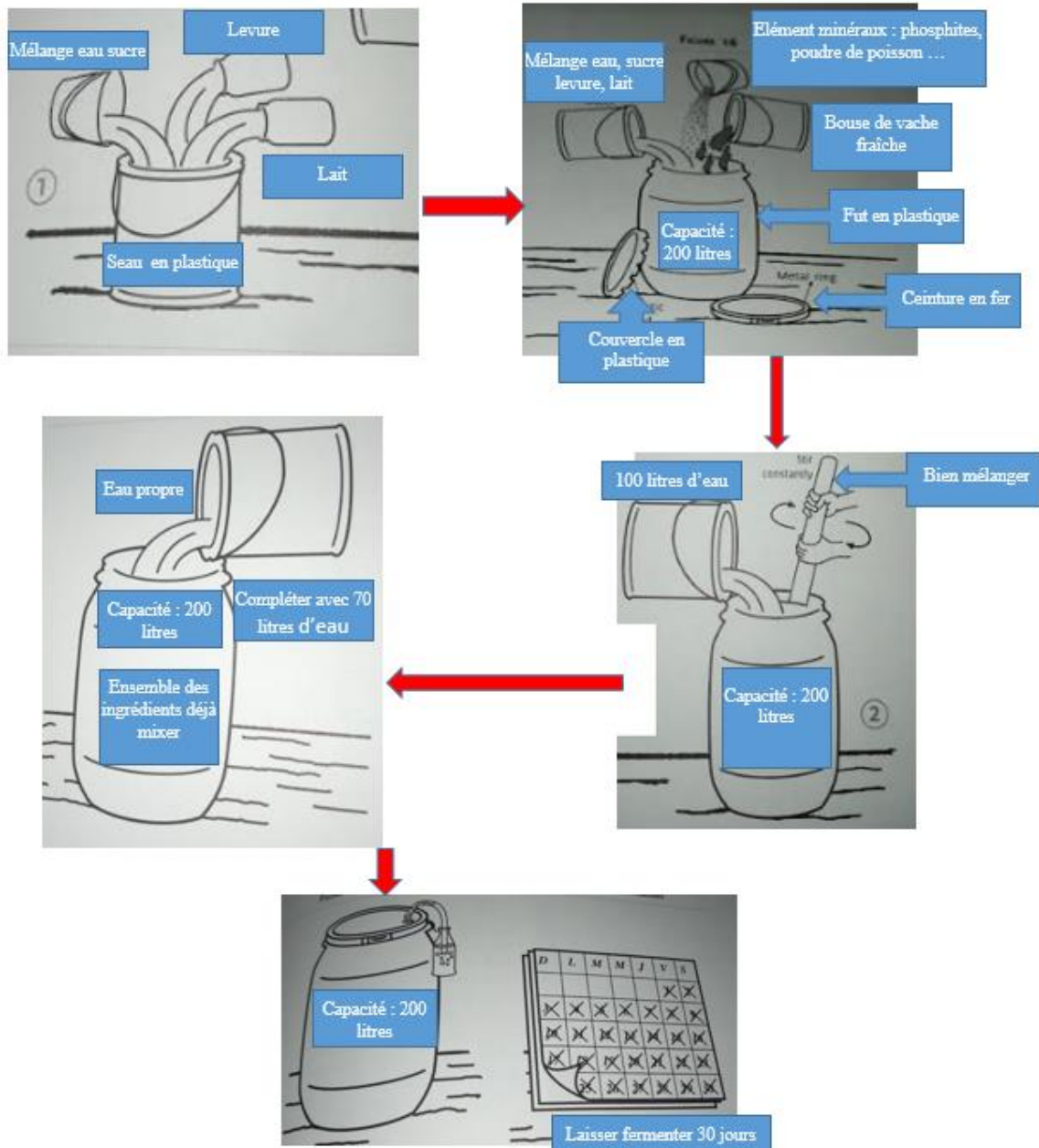


Image 43 : Processus de production de l'engrais liquide à base de bouse de vache

- Quel usage et comment ?

Diluer 5l à 10 litres du produit dans 100l d'eau en pulvérisation foliaire.

Après 30 jours de fermentation, l'utilisation de cet engrais permet de stimuler la croissance des plantes.

Après 60 jours de fermentation, l'engrais peut s'utiliser lorsque la plante porte des fruits mais verts.

Après 90 jours de fermentation il est applicable à toutes les étapes de la culture.

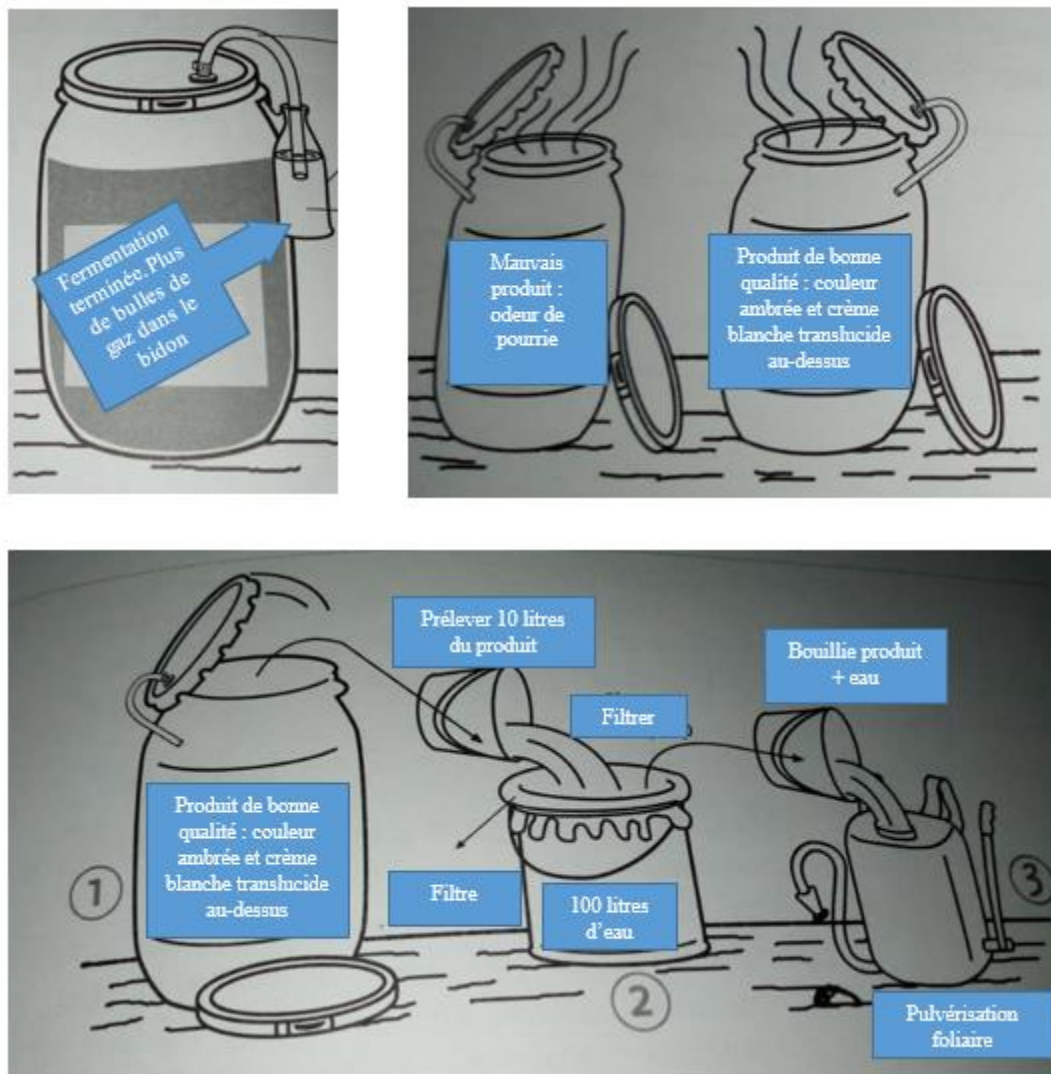


Image 44 :

Utilisation de l'engrais liquide à base de bouse de vache

❖ Les phosphites

- Comment faire la reproduction

La production des phosphites permet de produire du phosphore soluble, directement utilisable par la plante par pulvérisation foliaire. Pour sa production, il faut disposer des matériaux telle que:

- ✚ le matériel de combustion (four, bazouka) ;
- ✚ Les matières premières (os, bois de chauffe, balle de riz) ;
- ✚ Le processus de fabrication consiste à brûler les os (environs 200kg), puis à broyer les os calcinés pour les réduire en poudre. Cette poudre d'os récupérée est encore incinérée avec de la balle de riz pour enfin libérer le phosphite.



Image 45 : Les étapes de la production de phosphites

- Quel usage et comment ?

Le phosphite peut s'utiliser en rajoutant de l'eau pour une pulvérisation foliaire. Ne jamais dépasser 25kg de phosphite par ha. Le phosphite peut également s'ajouter à d'autres biofertilisants foliaires pour optimiser la nutrition de la plante. Par exemple il est possible de faire de l'hydrolate avec : 100l d'eau, 3kg de phosphite, 2 kg d'hydroxyde de potassium (potasse), 20 kg d'humus (compost). Prélever 3 à 5 litres de la solution obtenue pour 100 litres d'eau en application foliaire.

Préparation de l'hydrolate : 100l de H₂O + 3kg de phosphite + 2 kg de KOH + 20 kg d'humus.
Mixer la solution pendant 10 mn deux fois par jour pendant 3 jours.

❖ **Engrais liquide**

L'engrais liquide est un mélange fermenté aqueux, qui peut être utilisé comme un engrais et/ou comme produit de traitement selon les matériaux qui le composent. Sa fabrication a mis en œuvre un processus de fermentation des matières végétales en milieu aqueux. Les éléments suivants ont été utilisés:

- 10 kg de mélange matières végétales fraîches (légumineuse, feuille de moringa, de neem, citronnelle, basilic) ;
- 6 kg de déjection animale ;
- 1 fut de 100 litre d'eau ;
- 1 tissu pour faire le baluchon ;
- 1 bâton ;
- 1 mortier.



Image 46: Préparation de l'engrais liquide

9. La question de la semence

Les semences sont essentielles dans les systèmes agricoles. Elles sont la première étape vers la production d'aliments et sont donc cruciales pour assurer la sécurité alimentaire des populations. De leur qualité, leur accessibilité et leur diversité, dépend le succès des agriculteurs dans leurs activités de production. La semence est donc un élément stratégique des systèmes de production agricole : sans semences de qualité et adaptées aux évolutions des contextes pédoclimatiques, la survie des sociétés rurales serait compromise. Le travail de sélection permettant de produire des variétés adaptées aux besoins des sociétés est donc fondamental, de même que celui de la multiplication des semences et plants présentant les caractéristiques favorables lors de leur semis. Les semences sont ainsi au cœur de multiples enjeux, et suscitent beaucoup d'attention et de débats notamment en Afrique. Cette partie s'attardera principalement sur la problématique du génie génétique et des OGM dans l'agriculture et sur la relation entre agroécologie et la semence paysanne.

a) Définition de la semences paysannes

La semence paysanne est celle que les paysans et paysannes sélectionnent pour reproduire une variété et l'adapter dans leurs champs d'année en année. Mais, marginalisés par l'agriculture dite « moderne » et productiviste, biodiversité agricole et savoirs paysans sont menacés. Au sens strict du terme, une variété paysanne est une variété-population à pollinisation libre, dont la semence n'est, généralement pas disponible dans le commerce, qui n'est généralement pas inscrite au catalogue officiel et dont la sélection conservatrice et la multiplication sont assurées par l'agriculteur ou le jardinier pour son propre usage et celui de ses voisins et amis.

Elle provient d'une variété traditionnelle ou d'un mélange ou d'un croisement entre variétés-population traditionnelles. Les méthodes de sélection mises en œuvre sont des méthodes traditionnelles et respectueuses du vivant : essentiellement la sélection massale, et, moins souvent, la sélection sur la descendance.

Les semences paysannes sont les semences de variétés paysannes. Une variété paysanne n'est pas nécessairement une variété ancienne ; elle peut avoir été créée récemment.

Les variétés paysannes sont moins homogènes et moins stables que les variétés inscrites au catalogue officiel ; elles peuvent difficilement être inscrites au catalogue officiel.

b) Qu'est-ce qu'une variété paysanne à pollinisation ouverte ?

C'est une variété-population aux caractéristiques bien définies dont les individus présentent cependant une certaine variabilité. Ceux-ci se croisent entre eux librement ce qui permet à cette variété de pouvoir évoluer et de s'adapter si elle est multipliée dans de nouvelles conditions agro-climatiques. Elle a été obtenue par des méthodes de sélection respectueuses du vivant (pas de biotechnologies) et en prenant en compte sa valeur alimentaire et sa saveur. Elle n'est pas brevetée, ni protégée par un certificat d'obtention végétale et peut donc être multipliée et diffusée librement par quiconque (sauf si un jour un semencier dépose un brevet sur un de ses gènes).

c) Génie génétique

Le génie génétique est un processus qui modifie la constitution génétique d'un organisme en supprimant ou en introduisant de l'ADN directement dans un organisme hôte ou dans une cellule qui est ensuite fusionnée ou hybridée avec l'hôte. Toujours dans la même perspective il est défini comme le processus par lequel on identifie et isole l'ADN d'une cellule vivante ou morte pour l'introduire dans une autre cellule vivante (Cottier et Guerry 2000, Génie Génétique et clonage).

d) OGM

Un OGM, ou Organisme Génétiquement Modifié est un organisme vivant dont le patrimoine génétique a été modifié par l'Homme. C'est un organisme (une plante, un animal, une bactérie, un virus) dans lequel on a introduit artificiellement un ou plusieurs gènes, soit inconnus de l'espèce à laquelle appartient cet organisme, soit appartenant à l'espèce mais ayant subi plusieurs manipulations génétiques. L'introduction de ces gènes conduit à la production de protéines qui attribuent de nouveaux caractères à l'organisme génétiquement modifié. Les gènes les plus souvent présents chez les OGM servent généralement à résister à un antibiotique, à un désherbant ou à une toxine.

e) Le patrimoine génétique

Le patrimoine génétique désigne l'ensemble du génome d'un organisme, c'est-à-dire les différents allèles des gènes que possède un individu. Le patrimoine génétique se transmet génétiquement de génération en génération selon le type de reproduction de l'organisme.

f) La transgénèse

La transgénèse, est le fait d'implanter un ou plusieurs gènes dans un organisme vivant. Ce transgène pourra être exprimé dans l'organisme transformé. Stratégie servant initialement aux chercheurs pour étudier la fonction des gènes, cette approche est également utilisée par les industries pharmaceutique et agro-alimentaire. Elle est entre autres la nouvelle stratégie d'obtention de variétés végétales ou animales résistantes au stress biotique (parasites, insectes) ou abiotique (sécheresse, faible luminosité). Ces nouvelles variétés sont généralement regroupées sous le terme d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

Une plante transgénique est une plante dont le génome a été manipulé par transgénèse. Le principe de la transgénèse est de transférer un gène de n'importe quelle espèce dans n'importe quelle autre espèce en s'affranchissant de la reproduction sexuée. Ce transfert se fait en introduisant dans une cellule de plante un transgène, composé de séquences génétiques issues de plusieurs organismes. Ce transgène est composé d'un promoteur (généralement un morceau de l'ADN d'un virus), d'un gène d'intérêt (les deux gènes les plus utilisés actuellement sont ceux qui permettent la production d'un insecticide ou la tolérance à un herbicide), et enfin d'un terminateur. Une séquence d'ADN de plante, d'animal ou de micro-organisme peut ainsi être transférée dans une plante cultivée et exprimer un caractère nouveau pour l'espèce, et le gène peut alors être transmis de manière héréditaire d'une génération à l'autre. Le schéma ci-dessous résume la technique de transgénèse.

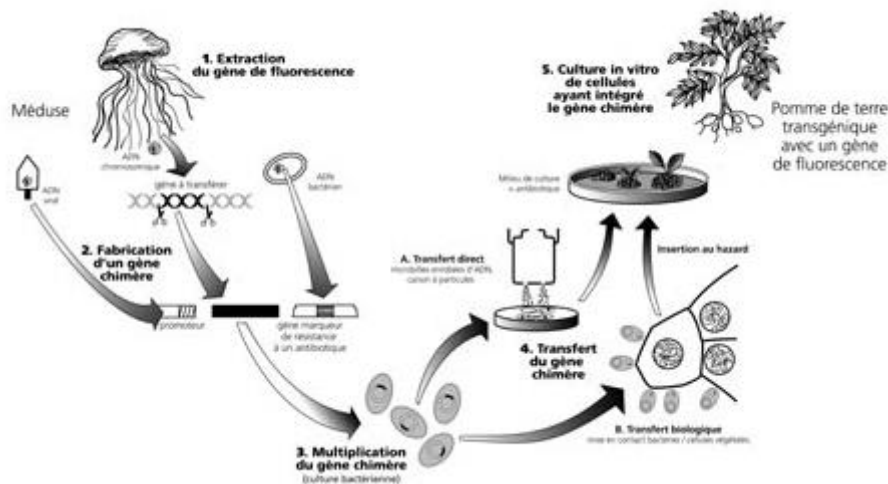


Image 47 : Présentation schématique de la technique de transgénèse

g) Mutagenèse

Le terme mutagenèse regroupe plusieurs techniques qui visent à introduire volontairement des mutations génétiques chez un organisme vivant. La commercialisation récente de variétés mutées rendues tolérantes aux herbicides a attiré l'attention du public sur ces plantes, que certains qualifient d' « OGM cachés ». Plusieurs techniques de mutagenèse existent.

La première est la mutagenèse aléatoire. Elle consiste à exposer des cellules végétales à des agents énergétiques (rayons gamma, rayons X...) ou chimiques afin de les faire muter. La seconde est la sélection de plantes mutées directement au champ ou en exposant des cellules végétales à des agents sélectifs comme un herbicide. Le principe est de repérer dans un champ une plante disposant d'une caractéristique que ses congénères n'ont pas et, après analyse, de détecter et identifier la mutation associée à cette caractéristique.

Enfin, plus récemment, a été développée la mutagenèse dirigée par oligonucléotides. Les oligonucléotides sont de courtes séquences d'ADN synthétisées en laboratoire. Elles sont construites de manière à être quasiment identiques à une séquence génétique présente dans le génome de la plante qu'on souhaite faire muter. La différence entre la séquence génétique native et celle de la molécule créée (l'oligonucléotide) est justement la mutation que le technicien de laboratoire cherche à introduire. Ces oligonucléotides sont introduits dans des cellules végétales et pénètrent dans le noyau où, en se collant à l'ADN, ils permettent d'introduire la mutation dans le génome. D'autres formes de mutagenèse dirigée existent comme la mutagenèse dirigée par méganucléase, par Talen, nucléase à doigt de zinc, etc.

Que retenir ?

Un être transgénétique n'existe pas à l'état naturel. La transgénèse n'a rien de comparable avec la sélection classique qui utilise les mécanismes de reproduction d'une plante et n'introduit pas de gène étranger à une espèce. Si certains micro-organismes comme les virus ont cette capacité de franchir la barrière des espèces en introduisant leur gène dans un génome végétal, une fraise ne s'est encore jamais « croisée » avec un poisson. Il est donc faux de dire que la nature a toujours fait des « OGM » et encore moins des OGM transgénétiques.

Les recombinaisons génétiques effectuées entre plantes dans les programmes de sélection classique se font par des mécanismes naturels qui diffèrent de ceux utilisés dans la transgénèse. Les échanges de gènes entre les couples parentaux obéissent à des mécanismes de recombinaison homologue qui garantissent la stabilité des génomes dans la descendance.

On évoque souvent les mutations naturelles qui interviennent au cours de l'évolution et qui peuvent conduire à d'importants remaniements génétiques pour justifier le caractère « banal » de la transgénèse. On oublie cependant de préciser que les organismes ainsi obtenus sont sélectionnés sur des milliers et des milliers de générations, alors que les organismes transgénétiques sont étudiés pendant quelques générations avant d'être massivement disséminés sur le marché.

h) Problématiques du génie génétique et des OGM dans l'agriculture

Il existe un débat contradictoire entre les pro-OGM et contre OGM. Ce paragraphe analysera les arguments des deux parties après un bref aperçu de l'histoire des OGM dans le monde.

❖ Avant la transgénèse et les OGM

➤ Amélioration génétique par sélection et par croisement

L'amélioration génétique des végétaux cultivés est pratiquée depuis très longtemps. Plusieurs siècles avant Jésus-Christ, dans la vallée de l'Euphrate, des fermiers sélectionnaient les meilleurs plants en conservant minutieusement leurs semences pour la saison suivante. La pratique de la sélection s'est transmise jusqu'en Amérique. Par la suite, s'est ajoutée une nouvelle méthode d'amélioration génétique : le croisement entre espèces proches parentes.

Les techniques de croisement se sont imposées dans le domaine agricole au XIXe siècle. La plupart des végétaux consommés aujourd'hui sont des hybrides résultant de nombreuses années de croisement et de la sélection des meilleurs descendants. Le croisement est considéré comme une méthode d'amélioration génétique puisque le matériel génétique des plantes résultantes est différent de celui des plantes mères. Il est si différent qu'avec le temps ces plantes peuvent devenir des espèces distinctes. Le maïs, dont le rendement est cent fois plus élevé que son ancêtre le téosinte, est une espèce domestique issue d'un croisement. Cet échange de gènes par croisement n'est possible qu'entre espèces proches parentes.

➤ La découverte de la structure de l'ADN

La molécule d'acide désoxyribonucléique (ADN) est au centre de la transgénèse. Incluse dans chaque cellule de la majorité des êtres vivants, elle contient les éléments d'information nécessaires à l'accomplissement de diverses fonctions des cellules de l'organisme. Cette longue molécule est divisée en milliers d'unités nommées « gènes ». Ce sont les gènes qui sont transférés d'une espèce à l'autre lors d'une modification génétique par transgénèse. L'organisme obtenu est appelé un « organisme génétiquement modifié » ou OGM.

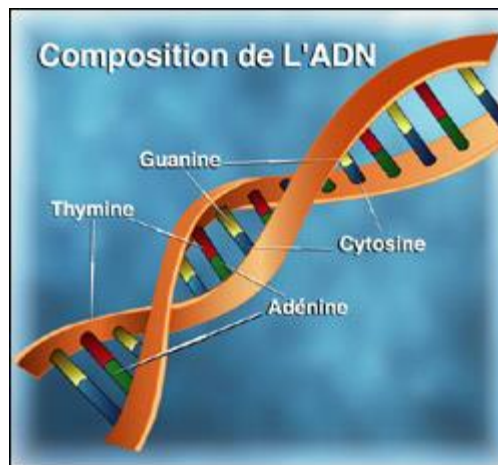


Image 48 : Composition de l'ADN

➤ L'universalité de l'ADN

Dans les années 60, l'universalité du code génétique est démontrée. Les scientifiques cumulent les preuves que la molécule d'ADN est présente chez la majorité des êtres vivants et que son mode de fonctionnement est universel. En fait, les différences que l'on observe entre les espèces sont le résultat de variations dans la disposition des composantes de l'ADN.

➤ Franchir la barrière des espèces

La découverte de l'universalité de la molécule d'ADN et de son fonctionnement a permis aux scientifiques d'envisager qu'un gène de n'importe quelle espèce puisse être ajouté et fonctionner chez n'importe quelle autre espèce. À l'époque, cette idée défiait l'imagination et ouvrait la porte à un éventail

de nouvelles possibilités d'amélioration génétique, notamment chez les plantes cultivées et chez les bactéries.

❖ Histoire de la transgénèse et des OGM

➤ Les premiers OGM

Les années 70 marquent la naissance des premiers OGM : des bactéries transgéniques. Une première transgénèse est réalisée en 1973, lorsqu'un gène d'un amphibien africain est inséré dans l'ADN d'une bactérie. En 1978, un gène humain codant pour l'insuline est introduit dans la bactérie *Escherichia coli*, afin que cette dernière produise l'insuline humaine. En 1983, le Canada autorise la production commerciale d'insuline à partir de *E. coli* génétiquement modifié. Aujourd'hui, cette insuline est utilisée dans le traitement du diabète. Il existe plusieurs bactéries *E. coli* et celle utilisée dans cette application n'est pas celle qui est responsable de la maladie du hamburger (*E. coli* 0157:H7).

➤ Les années 80 : le développement d'une technique d'insertion chez les végétaux

La technique la plus fréquemment utilisée pour accomplir une transgénèse chez les végétaux est le transfert du gène par l'entremise d'une bactérie du sol appelée *Agrobacterium tumefaciens*. Cette bactérie est utilisée comme véhicule du gène d'intérêt. C'est dans les années 80 que des chercheurs comprennent comment cette bactérie a la capacité de transférer son ADN dans le matériel génétique de certaines plantes. De nouvelles voies de recherche sont donc explorées. Est-ce que cette capacité pourrait être utilisée aux fins de la transgénèse? Des chercheurs de l'Université de Gand en Belgique développent alors des bactéries aptes à insérer un gène d'intérêt dans l'ADN de la plante.

➤ Les années 90 : approbation d'OGM au Canada

Les années 90 sont marquées par l'approbation des OGM au Canada, notamment dans le domaine agricole. Les principales plantes génétiquement modifiées cultivées aujourd'hui, dont le canola, le maïs et le soja, sont approuvées au cours de ces années.

En 1990 était également approuvée une enzyme utilisée pour cailler le lait, la chymosine, fabriquée à partir d'une bactérie génétiquement modifiée.

Le tableau ci-dessous présente les grandes étapes de l'histoire des OGM dans le monde.

Tableau 10 : les grandes étapes de l'histoire des OGM dans le monde

Date	Faits marquants
<i>Avant l'arrivée des OGM</i>	
8000 av. J-C.	Les hommes domestiquent des plantes pour la culture et des animaux pour l'élevage.
1663	Robert Hooke découvre l'existence des cellules en observant des tissus végétaux au microscope.
1830	Les protéines sont découvertes.
1859	Charles Darwin publie son œuvre maîtresse <i>L'Origine des espèces</i> . La théorie de l'évolution des espèces par sélection naturelle est née.
1865	Gregor Mendel énonce les lois de l'hérédité. Il est considéré comme le père de la génétique moderne. Par ses recherches, notamment sur les pois, il démontre comment les gènes sont transmis de génération en génération. Ses découvertes ont une grande influence sur les techniques de sélection des espèces animales et végétales.
1870-1910	À compter de 1870, Luther Burbank, considéré comme le père des techniques modernes de sélection des plantes, obtient par sélection plus de 800 nouvelles variétés de fruits, de légumes et de fleurs. L'une de ses premières réalisations est la pomme de terre Burbank. Le premier hybride expérimental de maïs est mis au point par William James Beal, professeur de botanique à l'Académie des sciences du Michigan.
1933	Le premier maïs hybride issu d'un croisement est disponible aux États-Unis.
1944	Oswald Theodore Avery et ses collaborateurs, les scientifiques canadiens Colin MacLeod et Maclyn McCarty, font la preuve que l' ADN contenu dans le noyau d'une cellule porte les éléments d'information nécessaires au maintien de la vie. Ils établissent ainsi les fondements de la génétique moderne et de la biologie moléculaire.

1953	James Watson et Francis Crick décrivent la structure à double hélice de l'ADN.
1968	Marshall W. Nirenberg et Har Gobind Khorana se voient attribuer un prix Nobel pour avoir déchiffré le code génétique des 20 acides aminés; par la suite, les chercheurs ont pu conclure que le code génétique est universel chez toutes les créatures vivantes.
1971	Première synthèse complète d'un gène.
1973	Stanley Cohen et Herbert Boyer réalisent avec succès la première expérimentation de génie génétique en insérant un gène d'un dactylèthre africain (un amphibien) dans de l'ADN bactérien.
1974	Des scientifiques canadiens utilisent les techniques de sélection pour créer un canola hâtif à partir du navet. L'huile de canola est caractérisée par une faible teneur en acide érucique et en glucosinolate, substances responsables de l'amertume du navet. Le canola a été officiellement homologué à la fin des années 1970.
<i>L'arrivée des OGM</i>	
1978	L'insuline humaine est produite pour la première fois par une bactérie transgénique.
1983	Vente autorisée au Canada du 1 ^{er} produit issu du génie génétique, l'insuline humaine.
1990	La commercialisation du 1 ^{er} produit alimentaire modifié par la biotechnologie, la chymosine, est approuvée au Canada et aux États-Unis en tant que substitut à la présure, utilisée pour cailler le lait.
1994-1995	Mise en vente au Canada de la 1 ^{re} pomme de terre issue du génie génétique résistante au doryphore de la pomme de terre. Cette pomme de terre n'est plus commercialisée présentement. Approbations américaine et canadienne de la tomate transgénique Flavr Savr, à mûrissement retardé. Cette tomate n'est plus commercialisée présentement.
1996-1997	Premières plantes transgéniques commercialisées aux États-Unis pour tolérer un herbicide et résister aux insectes : le soja Roundup Ready et le coton Bollgard.
2003	50 ^e anniversaire de la découverte de la structure de la double hélice de l'ADN par Watson et Crick. Entrée en vigueur du Protocole de Cartagena encadrant les mouvements des OGM entre les frontières des pays membres de ce traité.

i) Pourquoi les OGM en agriculture ?

Plusieurs arguments sont avancés par les défenseurs des OGM pour justifier l'intérêt de leur introduction dans l'agriculture.

❖ Résoudre la crise alimentaire mondiale

Le premier argument en faveur des OGM, est la volonté de résoudre la crise alimentaire mondiale. Aujourd'hui, il y a en moyenne 0,5 hectare de terre cultivable par habitant en 2050, il n'y en aura plus que 0,2 ha /hab. Il devient donc important d'augmenter le rendement, limiter les pertes et cultiver sur des terres jusque-là incultivables. Les pro-OGM affirment que les agriculteurs ne verront plus leurs récoltes pourrir à cause du climat ou être détruites par divers ravageurs et maladies. En effet, les OGM présenteraient l'avantage d'être très résistants face à ces divers facteurs de dégradation et leurs caractéristiques génétiques permettent de contrôler directement les maladies et les ravageurs des cultures sans aide extérieure. Les semences OGM permettraient donc de remédier aux problèmes importants de famine en nourrissant en masse les populations par la mise en place de variétés résistantes aux conditions extrêmes (sécheresse) et plus productives.

❖ Protéger l'environnement

L'autre argument avancé est celui de la protection de l'environnement. La plupart des agriculteurs appliquent des quantités importantes de pesticides et autres produits toxiques dans le but de limiter l'impact des différents ravageurs et maladies des cultures. L'utilisation de ces produits est néfaste pour l'environnement. Les plantes génétiquement modifiées (PGM), sont capables de synthétiser elles-

mêmes un insecticide. Il n'y aurait alors plus besoin de pulvériser les champs, et donc le sol, avec des insecticides. Ceci permettrait une baisse de la pollution dans les régions agricoles. Les PGM seraient plus efficaces dans la lutte contre les insectes ravageurs que les insecticides chimiques car celui synthétisé par la plante est présent en permanence. Ainsi, les insectes cibles sont touchés à la moindre ingestion, alors qu'avec un insecticide classique, l'efficacité diminue avec le temps après la pulvérisation, de plus toutes les parties de la plante ne sont pas touchées. Les PGM tolérantes aux herbicides et secrétant elle-même leur propre toxine permettrait donc de réduire l'impact négatif de l'utilisation de ces produits dans l'agriculture.

❖ Les autres arguments.

Au-delà des 2 arguments majeurs, il existe d'autres arguments justifiant l'intérêt des OGM pour l'agriculture. Les plus importants sont :

- ✓ augmenter la résistance des plantes afin de favoriser leur adaptation au climat. Cela accroîtrait la résilience des populations face aux variabilités climatiques,
- ✓ retarder le mûrissement des fruits ou légumes,
- ✓ enrichir les propriétés nutritionnelles des aliments en permettant aux plantes de synthétiser directement certaines vitamines,
- ✓ produire des matières premières pour l'industrie agroalimentaire,
- ✓ amener certaines plantes à produire des substances pharmacologiques.

j) Les OGM sont-ils de vraies solutions aux problèmes de l'agriculture ?

Dans la section précédente, il a été présenté les arguments des pro-OGM en faveur de l'intérêt des plantes génétiquement modifiées pour l'agriculture. Des arguments contraires sont avancés par les anti-OGM. Les prochaines lignes mettront en exergue les arguments des anti-OGM pour l'agriculture.

❖ Développement de maladies ou d'insectes résistants

En ne produisant que des plantes résistantes à certains insectes ou maladies, ces derniers vont s'adapter. L'immense majorité sera tuée mais une certaine partie des insectes naturellement résistants au pesticide vont proliférer et prendre le dessus. Cette minorité d'insectes parmi l'espèce deviendra alors la majorité, modifiant ainsi l'espèce de manière non naturelle. C'est le cas par exemple du maïs MON810, du coton BT qui ne résiste plus au papillon ravageur pour lequel il avait été conçu, du coup les paysans sont obligés d'utiliser des quantités de plus en plus élevées de pesticides pour lutter contre les insectes résistants. En effet, le Dr Kranthi, un scientifique plutôt pro OGM de l'Institut Central de recherche sur le coton de Nagpur, déclarait en 2010 que le coton Bt avait contribué à l'augmentation de l'utilisation de dangereux pesticides et que d'autres insectes détruisaient maintenant les cultures. Face à cette situation, il est légitime de se demander quel impact a une plante OGM sur les insectes non nuisibles, sur les plantes environnantes, impact qu'elle n'est pas censée avoir mais qu'elle a quand même.

❖ Un gain de rendement très faible

Le principal argument des défenseurs d'OGM est de prétendre faire beaucoup plus de rendement avec les semences OGM et de pouvoir ainsi nourrir ceux qui meurent de faim. Or des scientifiques et experts en ont conclu autrement. « Jusqu'ici les performances des cultures génétiquement modifiées pour accroître le rendement sont modestes et ce malgré les efforts considérables mis en œuvre » (depuis vingt ans), conclut le groupe indépendant américain de recherche UCS (*Union of Concerned Scientists*). « Aucune culture transgénique n'a permis un accroissement réel du rendement et seul le maïs Bt a montré dans une certaine mesure de plus grands rendements d'exploitation » affirme Doug Gurian-Sherman principal auteur de l'étude de l'UCS. Selon les rapports, les gains du maïs BT, par exemple, ne sont que de 3 à 4% ! Le fait que les cultures ont un meilleur rendement est plus dû aux techniques de cultures qui ont beaucoup évoluées ces vingt dernières années. Aucune étude pluriannuelle n'a, à ce jour, démontré de manière univoque de meilleurs rendements avec les plantes génétiquement modifiées (PGM).

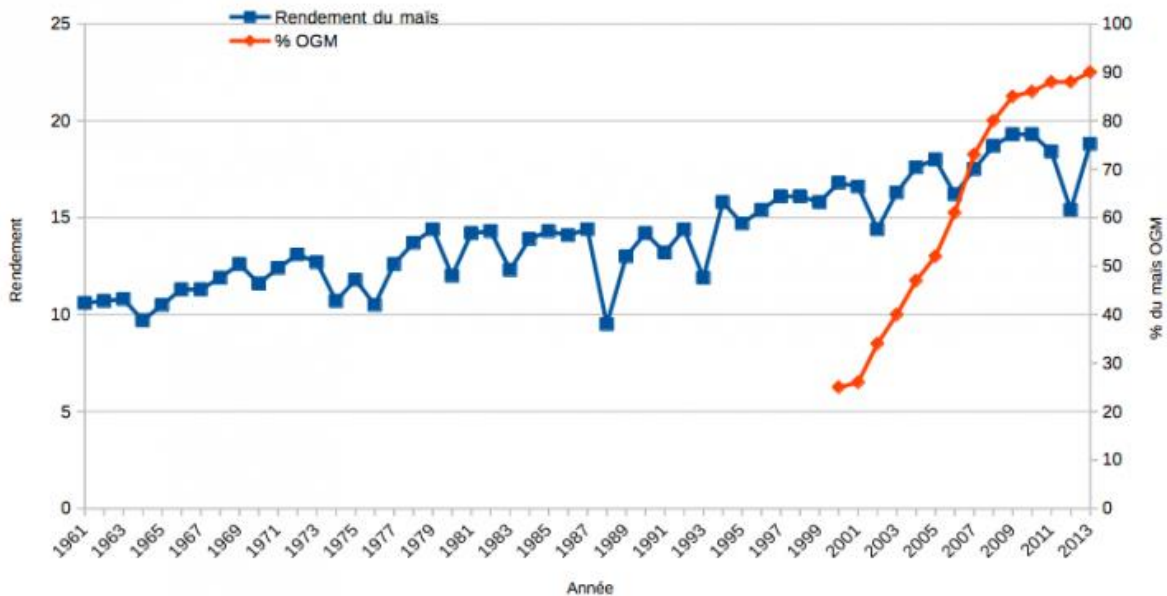


Figure 1 : Le rendement du maïs aux Etats-Unis entre 1961 et 2013 selon l'USDA

Selon Daniel W. Basse, agriculteur dans le Wisconsin, aux États-Unis et président d'AgRessource, agence d'informations sur le marché céréalier étasunien déclarait en juin 2012, « le maïs GM est un outil, ce n'est pas la panacée » : le maïs GM n'a pas donné les rendements attendus, et l'augmentation du prix des semences a « grignoté » la petite hausse de récolte. Et de conclure : « Cela me rend fou. Je paye un supplément pour la semence mais je n'en vois pas le retour. [...] Et maintenant, nous devons utiliser des insecticides car les vers des racines sont devenus résistants ».

Quant au coton aux Etats-Unis, d'après les données de l'USDA, la tendance à l'augmentation des rendements est constante depuis au moins 1980 et l'arrivée des OGM n'a pas modifié substantiellement cette courbe.

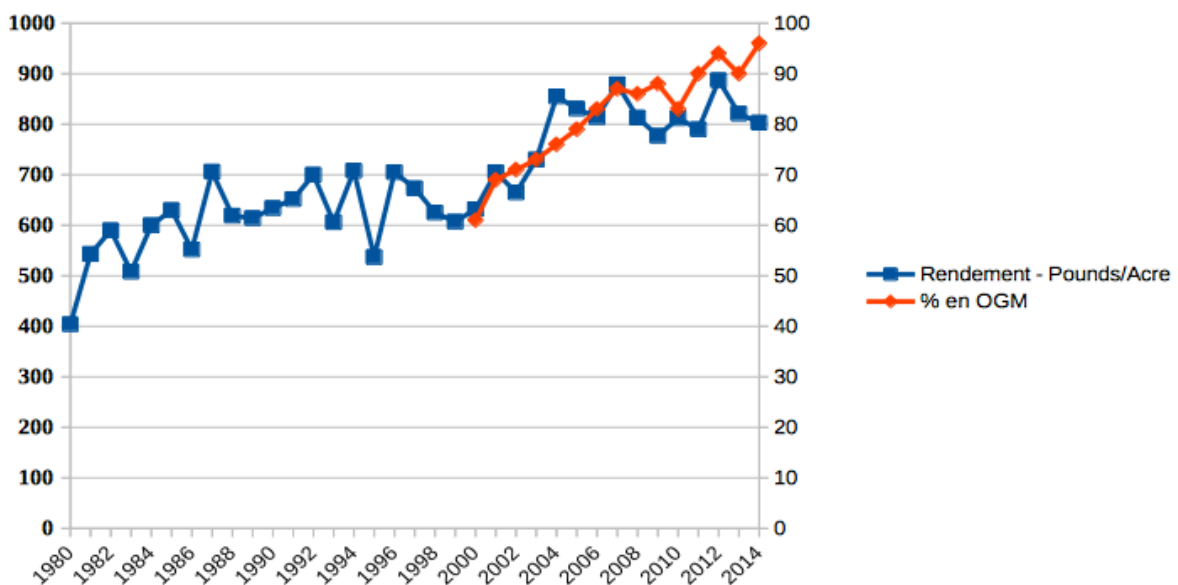


Figure 2 : Le rendement du coton aux Etats-Unis entre 1980 et 2014 selon l'USDA

❖ Pollution génétique des plantes

Il se pose le problème de la contamination génétique des plantes. En effet le pollen ou les graines des PGM vont contaminer les autres plantes aux alentours par le vent, les insectes, les oiseaux, etc. Les cultures bio peuvent ainsi être contaminées et perdre leur label et devront être vendues à leur tour comme

OGM. Ceci est une menace à la biodiversité de la planète. La plante génétiquement modifiée, qui est plus forte, prendra le dessus sur les espèces naturelles ancestrales et le risque est de voir disparaître des variétés uniques par des croisements aléatoires avec des plantes artificielles. « D'un point de vue environnemental, les OGM participent à l'appauvrissement de la biodiversité et sont le reflet d'une agriculture industrielle ». La transgénèse fragiliserait les plantes. En effet, d'après certaines recherches qu'il faudrait étayer, la production d'une nouvelle protéine par la plante transgénique modifie son écologie globale, ce qui peut nuire à sa productivité. Ainsi, selon une étude de Barney Gordon (université du Kansas), le premier soja Roundup Ready aurait une plus faible capacité à utiliser certains nutriments du sol que son homologue conventionnel. Au Brésil, il a été observé que le soja Roundup Ready résiste moins bien à la sécheresse que le soja conventionnel ; enfin en Inde, le coton Bt s'est révélé décevant pour nombre d'agriculteurs : leur coton GM produisait des fleurs plus petites, moins nombreuses et avec moins de fils de coton. Leurs dépenses avaient également augmenté préalablement à la récolte des fleurs puisque les pieds de coton transgénique s'étaient révélés plus sensibles à un insecte qui n'attaquait pas les plants de coton conventionnel. Au Burkina, le raccourcissement de la fibre de du coton Bt a été l'élément catalyseur de son retrait de la production.

❖ L'impact sur la santé

Nombreux sont ceux qui affirment que les OGM sont sans danger pour la santé. Les États-Unis et le Canada en consomment en effet depuis les années 1996. Il est en revanche totalement impossible de savoir si les OGM ont des effets négatifs sur la santé car le terme « organisme génétiquement modifié » n'apparaît sur aucun emballage d'aliment. Il est donc impossible pour un médecin d'établir le lien de cause à effet d'un OGM. Des millions de personnes en consomment quotidiennement sans le savoir ! Cette vaste expérimentation sur l'homme n'en est même pas réellement une, car il n'existe pas de groupe « témoin » ne mangeant pas d'OGM mais vivant dans les mêmes conditions, afin de pouvoir déterminer si les OGM ont des effets sur la santé. Comme c'est quelque chose de relativement nouveau, il est prudent de se demander s'il n'y aura pas également des conséquences sur le long terme, dans 20 ou 30 ans. D'ores et déjà, plusieurs études attirent l'attention des populations sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des OGM. En 2007, une étude menée par le CRIIGEN (Comité de Recherche et d'Information Indépendante sur le Génie Génétique) révèle 60 différences significatives entre les rats qui ont consommé du maïs génétiquement modifié (NK603, maïs conçu par Monsanto pour résister au Round-Up) et les rats du groupe témoin. Les différences affectent les reins, le cerveau, le cœur, le foie et le poids des animaux. Ces constats « pourraient être des signes avant-coureurs de toxicité » affirme Greenpeace. Le CRIIGEN a également analysé le dossier de demande d'autorisation de ce maïs de Monsanto et conclut que de nouvelles études doivent être faites.

Toujours en 2007, une autre étude réalisée sur des rats, concernant un autre maïs transgénique de Monsanto (MON863), montre que les rongeurs présentent eux aussi des signes de toxicité au niveau du foie et des reins. En 2008, l'Université de Vienne en Autriche a démontré que la 3ème génération de souris nourrie avec du maïs GM de Monsanto (NK603 x MON810) avaient plus de difficultés pour se reproduire. De plus, le nombre et le poids des petits étaient plus faibles.

Le CRIIGEN a publié fin 2009 une étude sur trois OGM : le MON810, le MON863 et le NK603. Dans un communiqué de presse le CRIIGEN affirmait : « pour la première fois au monde, les tests confidentiels de Monsanto qui ont permis les autorisations internationales de trois OGM commercialisés ont été contre-expertisés par des chercheurs du CRIIGEN, de l'Université de Caen et Rouen. Ces OGM produisent des insecticides (MON810, MON863) ou absorbent le dés herbant Roundup (NK603) » et rajoute « cette publication internationale montre des effets particuliers liés à la consommation de chaque OGM, différents selon le sexe et la dose. Ils sont associés aux foies et aux reins, les principaux organes réagissant lors d'une intoxication alimentaire chimique. D'autres effets touchent le cœur, les surrénales, la rate et les globules sanguins. [...] Des tests aussi courts et avec si peu d'animaux étudiés par groupe ne peuvent pas apporter des preuves finales de toxicité ou d'innocuité, ils sont cependant assez inquiétants pour réclamer que des études soient refaites sur une durée plus longue, sur plusieurs espèces et générations avec un nombre d'individus garantissant une puissance suffisante des tests statistiques.

❖ La perte de souveraineté et les questions d'éthique

Trois arguments permettent d'expliquer en quoi les OGM sont incompatibles avec le concept de souveraineté alimentaire. D'abord, les OGM ont été introduits dans le processus de production agricole par des firmes multinationales avec l'unique but de générer des profits et ces semences ne peuvent être

performantes que si elles sont accompagnées d'autres intrants (pesticides ou engrais), nécessaires à la réussite de l'utilisation des OGM. Ce qui sous-tend la production d'OGM, c'est l'intérêt économique et non pas la qualité de l'alimentation, donc par essence, ça ne cadre pas avec l'idée de souveraineté alimentaire, qui implique le respect de la nature et l'importance de la qualité des aliments que l'on produit. De plus, lorsqu'il y a utilisation d'OGM, le paysan perd le contrôle de sa production car il devient dépendant des semences et intrants de la compagnie qui lui vend ces produits, ce qui déroge encore une fois aux objectifs de la souveraineté alimentaire. Finalement, on ne connaît pas encore scientifiquement les impacts des OGM sur la santé. L'absence de preuve au sujet de l'innocuité des OGM justifie la précaution et le rejet de leur utilisation. Quant à la privatisation des semences, elle constitue elle aussi un obstacle au contrôle que les paysans ont sur leur production et donc, elle s'oppose à la souveraineté alimentaire. De plus, si les chercheurs et entreprises qui produisent des semences pour la vente ont accès au matériel génétique de base, c'est grâce au travail millénaire des paysans qui ont su conserver ce matériel. Le patrimoine génétique doit être considérées comme un patrimoine appartenant à l'humanité ; les semences font partie du vivant et ne devraient pas être conçues comme une marchandise que l'on peut privatiser.

En franchissant la barrière d'espèce, l'utilisation des OGM pose certains problèmes éthiques. De plus, selon Terje Traavic, biologiste moléculaire de l'Institut d'écologie génétique de l'université de Troms en Norvège, l'« un des risques majeurs est que 95% des scientifiques travaillent pour l'industrie et que 5% seulement sont vraiment indépendants ». Cela ne garantit donc pas l'impartialité des résultats.

Que retenir ?

Les promesses de gain de productivité faites par les pro-OGM n'ont pas été au rendez-vous. Pire on assiste à des résistances de certaines espèces. A cela s'ajoute des effets sur la santé, la pollution génétique des plantes, les pertes de souveraineté des Etats et des agriculteurs, ainsi que les questions d'éthique.

k) Agroécologie et semence paysanne

L'agroécologie considère que les semences font partie du vivant et ne devraient pas être conçues comme une marchandise que l'on peut privatiser. Il est important de choisir des plantes adaptées au terrain, acclimatées à l'environnement et possédant des caractéristiques qui conviennent. Pour une même espèce, on peut choisir des variétés précoces ou tardives, plus ou moins productives, typiques de la région, résistantes aux maladies, avec des goûts, des formes et des couleurs différents. Les semences constituent un bagage de biodiversité qu'il faut contribuer à conserver en cultivant de nombreuses espèces et variétés et en privilégiant les variétés anciennes et locales. L'agroécologie accorde donc une place importante à la semence paysanne.

❖ Pourquoi l'agroécologie est-elle en faveur de la semence paysanne ?

La semence est un élément stratégique des systèmes de production agricole. Sans semences de qualité et adaptées aux évolutions des contextes pédoclimatiques, la survie des sociétés rurales serait compromise. Le travail de sélection permettant de produire des variétés adaptées aux besoins des sociétés est donc fondamental, de même que celui de la multiplication des semences et plants présentant les caractéristiques favorables lors de leur semis. En 2010, le rapporteur spécial des Nations unies pour le droit à l'alimentation, Olivier De Schutter, utilisait pour la première fois dans un rapport le terme d'agroécologie, lui donnant une reconnaissance jamais atteinte jusque-là et englobant des dimensions sociales, alimentaires et de politique publique. C'est fort de ces trois dimensions que l'agroécologie, est en faveur de la semence paysanne.

Les semences paysannes, garantes de la souveraineté des agriculteurs.

La privatisation des semences, constitue un obstacle au contrôle que les paysans ont sur leur production et donc, elle s'oppose à la souveraineté alimentaire. De plus, si les chercheurs et entreprises qui produisent des semences pour la vente ont accès au matériel génétique de base, c'est grâce au travail millénaire des paysans qui ont su conserver ce matériel. Le patrimoine génétique doit être considéré comme un patrimoine appartenant à l'humanité ; les semences font partie du vivant et ne devraient pas être conçues comme une marchandise que l'on peut privatiser. De nos jours dans certaines régions du

monde, nous assistons à une perte d'autonomie semencière des agriculteurs. En effet, dans l'Union Européenne, la semence est devenue un « intrant » coûteux que les organismes économiques d'amont cherchent à vendre chaque année aux agriculteurs. Par exemple pour certaines variétés il n'existe plus que des hybrides produits par les grandes firmes semencières sur le marché. Et comme il s'agit d'hybride, la production baisse nettement si l'agriculteur resème la production. Il doit racheter la semence chaque année.

Pour les semences non hybrides, les variétés utilisées dans les pays l'Union Européenne sont principalement des variétés d'obteneurs privés qui collectent très souvent des royalties quant à la multiplication de leurs variétés.

Le système semencier actuel, est une perte de diversité variétale et alimentaire. Les paysans ont domestiqué des milliers d'espèces mais seulement 150 d'entre elles sont actuellement utilisées par les filières alimentaires, 20 fournissent à elles seules 95% des calories de l'humanité et 3 seulement d'entre elles (blé, riz et maïs) en fournissent 50%

Semences paysannes : enjeux et défis pour l'Afrique Subsaharienne

La biodiversité végétale est le fondement de l'alimentation et des agricultures africaines. En Afrique Subsaharienne, la population dépend de la biodiversité pour 85 à 90% des besoins de base. Cette région du monde est le principal foyer de diversité du riz africain, du mil, de l'igname, du sorgho, du niébé, et du fonio. Les paysans ont contribué au développement de la diversité cultivée au sein de ces différentes espèces et leurs systèmes de production sont très variés. On peut affirmer que chaque terroir possède sa propre gamme de variété. Cela associé généralement à la variabilité dans le démarrage de la saison des pluies, explique que les paysans peuvent changer de variétés à tout moment. Pour les principales cultures vivrières il est donc très difficile de planifier à l'avance la demande de semences.

Les politiques et législations semencières sont souvent peu adaptées aux conditions africaines. Dans de nombreux pays d'Afrique Subsaharienne, le système semencier est souvent composé de deux filières : une formelle et l'autre informelle. Ces deux systèmes souvent se superposent ou s'ignorent. Mis en place par l'Etat, le système formel est inspiré en général du modèle français de production et de distribution des semences. Il associe :

- la recherche, chargée de la création variétale et de la production de semence de base ;
- le service semencier national, chargé de la production des semences certifiées (R₁ et R₂) soit en régie soit à travers des réseaux de paysans semenciers ;
- le service étatique chargé du contrôle et de la certification de la qualité des semences ;
- les structures de vulgarisation ;
- les paysans acheteurs potentiels des semences certifiées produites.

Comme le mentionne O. Niangado, ce système a rarement donné satisfaction, bien que l'Etat et ses partenaires y aient injecté beaucoup de moyens. Plusieurs raisons expliquent cela :

- la difficulté d'apprécier l'offre et surtout le volume et la nature des demandes paysannes en particulier dans les régions à fort aléas climatiques ;
- le faible pouvoir d'achat des agriculteurs ;
- la faible adaptation de certaines variétés proposées par la recherche aux systèmes de production paysan ou aux besoins de la transformation artisanale ;
- la faiblesse du personnel qualifié pour produire les semences.

A partir des années 80 suite à l'ajustement structurel, le rôle des Etats pour la production de semences certifiées s'est réduit. En partenariat avec les centres publics de recherche, des ONG ont parfois pris la relève de l'Etat pour la multiplication et la distribution des semences. Le secteur public conserve cependant et à juste titre le rôle de certification.

Malgré les efforts des gouvernants, on constate que la majorité des systèmes semenciers sont informels. En effet, pour les cultures vivrières traditionnelles, le système semencier informel prédomine. Selon O. Niangado, dans les pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre, plus de 80% des semences des cultures vivrières proviennent de la production du paysan.

Les paysans récoltent souvent dans leurs champs, les plus beaux épis, panicules, ou gousses qu'ils conservent comme semence pour les prochains semis. Chaque paysan assure ainsi son approvisionnement à partir de la production de ses champs et, si nécessaire, d'échanges de dons, ou d'achats dans son environnement proche. Le commerce des semences est en général très faible. C'est majoritairement en cas de catastrophe que la semence devient un enjeu critique. Une nouvelle variété est d'abord évaluée sur une petite surface avant d'être utilisée sur une parcelle plus grande.

Il faut mentionner que les paysans d'Afrique de l'Ouest et du Centre dans leur majorité accordent une importance mineure à la pureté variétale des semences de leurs cultures vivrières. Il leur arrive de mélanger différentes variétés voire différentes espèces. De plus, l'homogénéité et la stabilité des variétés qui préoccupent tant les firmes semencières du Nord sont rarement à leurs yeux des critères importants. Ces pratiques des paysans africains sont favorables à leur autonomie semencière mais aussi, grâce aux échanges à l'amélioration de leur biodiversité cultivée. Sur le plan économique, elles rendent les semences accessibles pour de nombreux paysans qui ont peu de ressources financières et craignent de s'endetter avec des taux d'intérêts souvent importants des crédits de campagne.

Plusieurs enjeux clés se dégagent de ce qui précède. L'enjeu de la biodiversité cultivée, en perte de vitesse à l'échelle mondiale, est primordial pour l'avenir de l'agriculture du continent africain. Les systèmes de production agricole d'une grande majorité d'agriculteurs entretiennent-maintiennent cette biodiversité semencière d'autant plus essentielle pour adopter des stratégies d'adaptation efficace face aux aléas climatiques qui s'intensifient. La question de l'accès des paysans à des semences de qualité, adaptées à leurs contextes culturels et à leur besoin est majeure. Vu la perte d'autonomie semencière de nombreux agriculteurs dans les pays du Nord, la question du maintien de cette autonomie au Sud est un défi pour les organisations paysannes.

❖ Semence paysanne : les fondamentaux de la sélection.

Pour assurer sa qualité le processus de multiplication de la semence paysanne est assez rigoureux.

Le cycle des plantes

La première étape est la connaissance du cycle de la plante : annuelle, bisannuelle ou vivace.



Image 49 : Représentation schématique d'un cycle annuel et bisannuel

La plante annuelle est une plante pour laquelle le cycle du semis à la récolte se fait en un an au plus. Exemple : le maïs, la salade, la tomate... Pour la plante bisannuelle, son cycle du semis à la récolte dépasse une année. C'est souvent le cas pour les légumes racines ou bulbes. Exemple : la carotte, la betterave, l'oignon... Enfin, une plante est dite vivace lorsqu'elle reste en terre et produit plusieurs années de suite. Exemple : l'aubergine, le pois d'angle...

Mode de reproduction et fécondation : allogame ; autogame

Les plantes peuvent se reproduire par les fleurs, par les graines, par les tubercules ou encore par les boutures des tiges. Certaines plantes se croisent entre elles lors de la floraison. On les appelle les plantes allogames.

D'autres plantes ont les fleurs qui s'autofécondent, elles ne se mélangent pas au moment de la floraison. Ce sont les plantes autogames.

Les fleurs de la plante allogame sont fécondées par le pollen des autres fleurs de la même plante ou par les pollens des fleurs des autres plantes de la même espèce. Le pollen circule entre les fleurs par les insectes ou par le vent. Les plantes allogames se croisent donc facilement entre elles. Le mélange entre les variétés est donc possible. Exemples de plantes allogames : le maïs, l'aubergine, la courge.

Les fleurs de la plante autogame se fécondent avec leur propre pollen. En fonction des conditions, notamment de la chaleur, il se peut que la plante ne soit pas à 100 % autogame. De faibles croisements peuvent se produire avec les fleurs des autres plantes de la même espèce. On dit alors qu'elle est "à majorité autogame". Exemples de plantes autogames : la tomate, la laitue, le haricot.

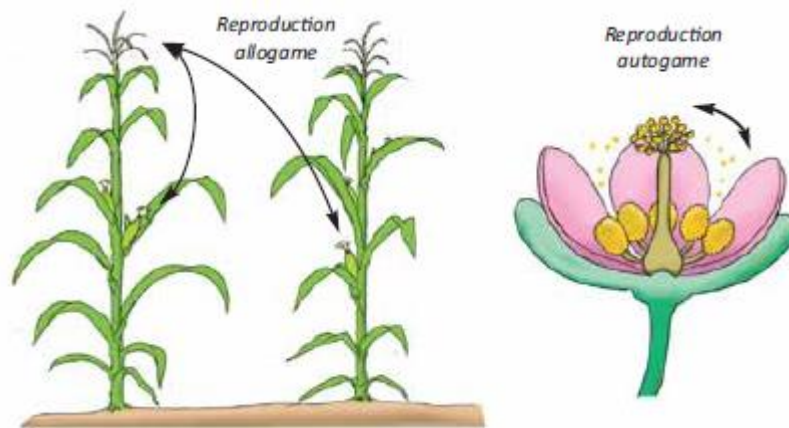


Image 50 : Représentation schématique des modes de reproduction des plantes

Dans la production de semences, il est très important de savoir si la plante est *autogame* ou *allogame*. Si elle est allogame, il faudra prendre certaines précautions pour que les variétés ne se mélangent pas, surtout si on veut conserver strictement les caractères d'une variété.

❖ Critères et modes de sélection

Il existe plusieurs façons de faire de la sélection. Cela dépend de ce que l'on veut (i) maintenir rigoureusement une variété avec ses caractéristiques ; (ii) adapter ou faire évoluer une variété ; (iii) créer une nouvelle variété. Il faut donc se fixer des objectifs de sélection.

Sélectionner pour maintenir la variété comme elle est, avec strictement les mêmes caractéristiques

On choisit partout dans le champ les plantes et les fruits ou épis qui correspondent bien aux caractéristiques de la variété : taille, couleur, forme, cycle. On ne garde pas ceux qui sont trop différents, qu'on valorise autrement (consommation, vente). Ainsi le type de la variété est maintenu à l'identique d'année en année. Il ne faut donc pas choisir seulement les plus gros épis ou fruits. On choisit aussi ceux qui sont un peu plus petits mais qui ont la même forme, la même couleur, pour bien garder la diversité des caractères de la variété.

Sélectionner pour adapter la variété

Pour une variété donnée, on peut choisir un ensemble de plantes qui répondent le mieux aux conditions du terroir. Soit parce qu'elles sont plus précoces, plus grosses, plus colorées, plus grandes, qu'elles ont meilleur goût, qu'elles sont plus résistantes à certaines attaques ou maladies, plus résistantes à la sécheresse ou aux pluies trop abondantes,... On élimine celles qui n'ont pas les caractéristiques recherchées. En restant très proche de la variété d'origine, on l'adaptera aux conditions de culture de son terroir.

Sélectionner pour créer une nouvelle variété

Lors de la culture, il peut apparaître des variations entre les plantes. Ce sont des mutations naturelles. Par exemple, la couleur des graines de haricot ou la forme de la salade peut changer.

Si on aime certaines de ces variations, on peut sélectionner une nouvelle variété ou une variété cousine. Avec une ficelle, un bâton ou un autre signe, il faut marquer un bon nombre de plantes qui ont cette variation. A la récolte, on gardera les semences de ces plantes à part. L'année suivante, on ressemèra ces semences dans une partie du champ ou du jardin.

A nouveau on fera le même travail de sélection : on marquera les plantes qui ont la variation et on les récoltera à part. Il faudra continuer le même travail plusieurs années de suite, en général au moins 5 ans, pour obtenir sa propre variété. On pourra lui donner un nouveau nom.

❖ Les grands principes de la sélection

Il y'a trois grands principes à retenir dans la sélection des semences paysannes.

- **Attendre la maturité**

La sélection se fait quand le fruit, le légume ou l'épi est bien mûr, souvent plus que pour la consommation, ou que la fleur est sèche avec les graines bien formées.

- **Cultiver sur le long terme**

Le mieux pour sélectionner une variété est de la cultiver chaque année sans interruption pendant plusieurs années. Il faut faire le travail d'adaptation et de sélection dans sa ferme sur le long terme.

- **Sélectionner en nombre**

Plus on garde de plantes dans la sélection, plus on conserve de diversité et plus on a de chance d'adapter la variété au terroir. Pour chaque culture nous indiquerons le nombre minimum de plantes à sélectionner. Même si on n'a pas besoin de toute cette quantité de semences, il faut quand même sélectionner sur ce minimum de plantes, sur l'ensemble de la parcelle, en évitant les bordures.

Après l'extraction et le tri, on mélangera bien l'ensemble des semences. Ce n'est qu'à ce moment qu'on pourra prélever la part à semer, donner ou vendre.

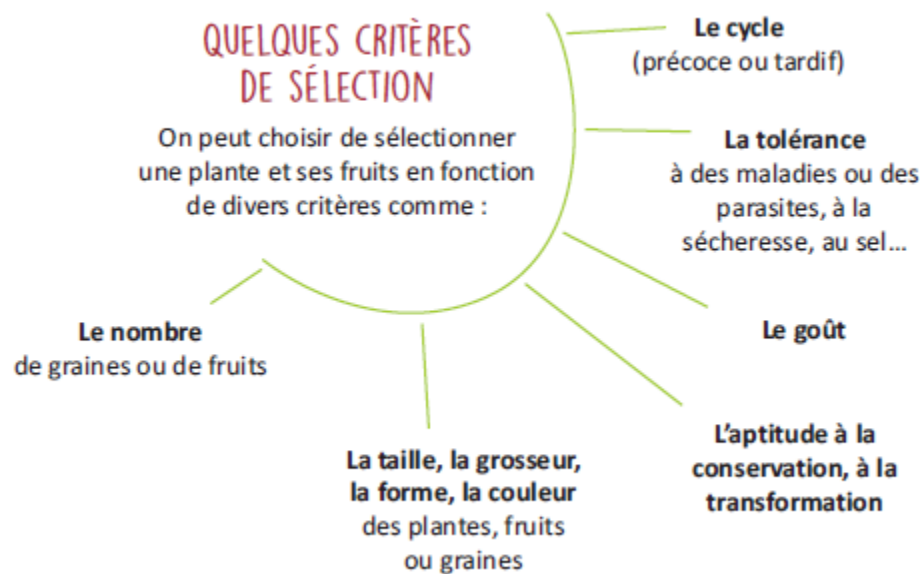


Image 51 : Critères de sélection des semences

Que retenir ?

Les semences paysannes sont généralement des variétés populations. On regarde la variété dans son ensemble. Les plantes ne sont pas toutes exactement identiques les unes des autres. Comme dans une population humaine, une ethnie, on retrouve un ensemble de caractéristiques mais chaque individu n'est pas complètement identique à l'autre. Ces variétés populations sont plus adaptables aux évolutions du milieu au cours des cycles de cultures. Des techniques de sélection collaboratives qui associent les paysans et les chercheurs vont même jusqu'à mélanger plusieurs variétés pour les semer ensemble et sélectionner sur plusieurs années pour développer une variété plus adaptée au milieu de culture.

Une variété paysanne n'est pas seulement de la semence (une génétique) mais aussi des savoir et des savoir-faire (connaissances et compétences) associés à cette variété. Les informations concernent aussi bien son origine que son histoire, les méthodes de culture et de sélection recommandées, ses possibilités culinaires.

Les OGM n'ont jusqu'à présent pas convaincu quant à leur capacité à apporter des solutions durables et résilientes aux problèmes de l'agriculture. Bien qu'elles soient souvent décriées, les semences paysannes sont porteurs de solutions durables et résilientes aux problèmes de l'agriculture.



10. Comment réduire la pénibilité du travail par du matériel adapté ?

La pénibilité du travail est un facteur limitant de l'agroécologie. Pour un passage à l'échelle, il convient donc de réduire cela.

a) Réduire la pénibilité au niveau de la production du compost.

La production de la matière organique est chronophage et demande du temps. Il est possible de réduire cela par l'acquisition de machine plus ou moins sophistiquée. Il s'agit par exemple de la hache paille, du broyeur, de la déchiqueteuse. Ces machines permettent de réduire la matière première en petits morceaux. Cela a pour avantage de réduire la durée du compostage par une plus grande surface d'action des micro-organismes, mais aussi d'avoir un produit fini plus homogène. Il est également possible d'acquérir des retourneurs d'andain pour ceux qui souhaitent produire à grande échelle.

motorisé (vert)

Image 52 : hache paille manuel (rouge) et



Image 53 : retourneur d'andins (compost)

b) Réduire la pénibilité du travail champêtre

L'utilisation de la traction animale permet de réduire la pénibilité du travail. En effet les charrues, permettent de faire les opérations de labour, de sarclage et de buttage. La kassine permet de réaliser les poquets de zaï.



Image 54 : sousoleuse pour zaï

A côté de ces outils de traction animale, il existe de petits outils motorisés adaptés à la taille des exploitations agricoles familiale, il s'agit des motoculteurs, des désherbeuses électriques, des semoirs...



*Image 55 :
faucheuse électrique (gauche),
semoir (milieu) désherbeuse
(droite)*

L'enrobage des graines permet de protéger ces dernières contre les insectes du sol et offre une source de nutriments à la jeune plante. L'enrobage permet également réduire les effets liés au stress hydrique. Il est possible d'utiliser un enrobeur tamiseur



Image 56 : enrobeur de graines



c) Réduire la pénibilité au niveau des opérations post-récoltes

Les opérations post récoltes sont des opérations consommatrices de main d'œuvre. Elles surviennent bien souvent au début de le rentré des classes. Cela augmente la tension en main d'œuvre avec pour conséquences des opérations mal effectuée et des pertes souvent élevées. En plus, c'est à ces moment que surviennent certaines contaminations microbiologiques. Il est possible de réduire la pénibilité du travail à cette étape en utilisant des outils simples de batteuses, ou de décortiqueuses.



vanneuse

Image 57 : décortiqueuse

d) Les CUMA, un moyen de mécanisation des petites exploitations agricoles

Au regard de la taille de la majorité des exploitations agricoles, qui sont de types familiaux, du coût d'acquisition de certains équipements et matériel agricole, il est préférable pour les organisations de producteurs de s'organiser en coopérative d'utilisation du matériel agricole. Au travers d'une organisation, les membres de la CUMA définissent ensemble les conditions d'utilisation du matériel acquit en commun.

V. Les outils nécessaires à l'animation du module

Pour l'animation de ce module, le formateur devra disposer de boites à images, du présent document pour le guider dans sa préparation et l'animation de la formation.

Ce module est assez pratique, de ce fait le formateur devra s'assurer de la disponibilité du matériel et de la matière d'œuvre. Le point relatif à la production des intrants organiques indique le matériel et la matière d'œuvre à acquérir. Pour montrer que le sol est vivant, le formateur devrait avoir également de l'eau oxygénée.

L'utilisation des boites à images suit le cheminement indiqué au point intitulé : « comment animer une session de formation ? ». Les textes qui sont marqués donnent les grandes idées pour l'animation. C'est le résumé du message à passer. L'animateur présente l'image et à travers ses questions amène les participants à réfléchir et à trouver eux-mêmes les solutions adaptées à leurs réalités.

L'animateur peut préparer ces exercices d'application sur des feuilles ou amener ces feuilles sur le terrain et les remplir avec les participants. Pour cela il faudra des feutres, du papier et du scotch.

Ce module étant à la fois théorique et pratique, le formateur devra avoir une approche participative en ayant recours à beaucoup de travaux de groupe et de travaux pratique.

VI. Durée de la session de formation

Pour une bonne compréhension du module, il est préférable que ce module soit exécuté en 5 ou 6 jours avec beaucoup d'interaction entre le formateur et les participants (travaux de groupe, débats en plénière...) avec beaucoup d'activités pratiques.

VII. Fiches techniques

a. Analyse du sol

Tableau 11 : Questionnaire d'évaluation du sol

Questionnaire d'évaluation du sol	Origine de l'échantillon de sol:
<p>Texture (appréciez-la !) <i>Prenez une cuillerée à café de sol dans votre main:</i> <i>Le sol est-il :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • riche en graviers? Ou riche en sable ? • doux, mais pas trop collant? ≈ riche en limon • doux et collant? ≈ riche en argile <p><i>Essayer de réaliser un carré de sol ferme. Essayer ensuite d'enrouler le carré sous forme de rouleau étroit.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le rouleau n'est pas possible ≈ sableux ou sablo-limoneux • Le rouleau étroit est possible ≈ limoneux ou argileux <p><i>Si le rouleau était possible, essayer de former un anneau</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • L'anneau n'est pas possible ≈ limoneux • Anneau avec des craquelures externes ≈ sol légèrement argileux • Anneau ferme sans craquelures ≈ sol fortement argileux 	<p>Comment sentez-vous le sol entre vos doigts?</p> <p>Le sol est-il suffisamment collant pour former un carré et un rouleau ?</p> <p>Est-il possible de réaliser un anneau stable?</p>
<p>Propriétés visuelles (Observez cela !)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décrivez la couleur du sol. Quelle pourrait-être la raison de cette couleur? • Pouvez-vous retrouver des particules ou résidus de plantes ? Lesquels? • Trouvez-vous des traces des organismes du sol? Lesquelles ? 	
<p>Odeur Sentez-vous l'odeur du sol? Quel genre d'odeur ?</p>	
<p>Informations sur le site</p> <ul style="list-style-type: none"> • A quel type d'endroit l'échantillon a-t-il été collecté ? Ou à quels endroits ce type de sol est généralement trouvé ? • Comment sont généralement utilisés ces sites ? Quelles cultures y sont produites? 	
<p>Ce type de sol est-il approprié à l'agriculture?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gardera-t-il bien l'humidité ? Y aura-t-il accumulation d'eau ? • Est-il facile à labourer ? A t-il une bonne structure ? • Pensez-vous retrouver des vers de terre dans ce type de sol? • Est-il riche en nutriments ? Quelles cultures produirez-vous sur ce type de sol ? 	
<p>Comment ce type de sol sera-t-il traité pour en améliorer la fertilité?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Culture du sol, labour : • fertilisation, usage d'engrais : • plantes de couverture, paillage : • rotation des cultures, jachère : 	
<p>Remarques</p>	

b. Les fertilisants et les biopesticides (voir documents annexes)

Documents consultés

African organique training manual : husbandry of selected animals species

African organique training manual : crop management

African organique training manual :conservation to organic farming

African organique training manual : marketing and trade

African organique training manual : Soil fertility and plant nutrition

Module de formation des GAP : Guide du facilitateur

PSAE : formation des formateurs en agroécologie : Manuel du participant

PSAE : formation en agroécologie des agents de l'agriculture (agents techniques et techniciens supérieurs) de la région de l'Est : cahier du participant

BIOPROTECT : Education à l'adoption de pratiques agroécologiques: Support de formation et de vulgarisation

BIOPROTECT : Guide de production du compost enrichi

BIOPROTECT : Guide sur la réalisation du Zai

BIOPROTECT : Fabrication et utilisation des biopesticides