

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Boudiaf- M'Sila
Faculté des Sciences
Département des Sciences de la nature et de la vie



Agriculture Biologique

(Cours pédagogique)

3^{ème} Année L.M.D. : Biotechnologie Végétale et Amélioration

Par

Dr. ARAB Radhia

2022/2023

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UET (O/P)

Matière 1 : Agriculture biologique

Crédits : 1, Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement : *Cette unité d'enseignement permet aux étudiants d'avoir une idée de l'importance de cette agriculture alternative sur la préservation de l'environnement et de la santé humaine.*

Aussi, il y a lieu de noter qu'il est important qu'Inculquer à l'étudiant l'intérêt et la nécessité de combiner tous les moyens de conservation pour protéger les productions et les stocks

Connaissances préalables recommandées *Notions de base de phytotechnie générale et d'écologie et ennemis des cultures et des grains*

Contenu de la matière

1. Historique et principes de l'agriculture biologique
2. Objectifs et avantages de l'agriculture biologique
3. Techniques de production en agriculture biologique
4. Rotation et assolement
5. Travail du sol
6. Gestion de fertilité et fertilisation
7. Compostage
8. Semences et plants
9. Protection phytosanitaire

Mode d'évaluation : Continu / Examen

Références bibliographiques *(Livres et photocopiés, sites internet, etc) .*

Chapitre I : Historique, principes et objectifs de l'agriculture biologique

1. Définition et historique

Le concept d'agriculture biologique est né dans la première moitié du XXe siècle sous l'impulsion de Rudolf Steiner en Allemagne, d'Albert Howard au Royaume-Uni, de Maria et Hans Müller en Suisse, et de Masanobu Fukuoka au Japon.

Telle qu'elle se développe aujourd'hui, l'agriculture biologique s'appuie sur des fondations qui ont été construites il y a déjà plus d'un siècle. Celles-ci ont été portées par des philosophes, des scientifiques et des agronomes qui dénonçaient la spécialisation excessive des productions et l'artificialisation impliquant une utilisation croissante d'engrais et de pesticides issus de l'industrie chimique. Dès les années 1920, Rudolph Steiner pense à une agriculture où l'homme et la nature sont réconciliés en une approche globale. Dans les années 40, Sir Howard met au point des techniques culturales pour maintenir le potentiel productif des terres et viser l'autonomie de la ferme. Dix ans plus tard, Hans Peter Rush propose une approche économique basée sur la rentabilité d'une agriculture autonome et sur une réduction des dépenses envers l'industrie.

L'agriculture biologique respecte les principes et la logique d'un organisme vivant, dans lequel tous les éléments (les sols, les végétaux, les animaux d'élevage, les insectes, l'agriculteur et les conditions locales) sont étroitement liés les uns aux autres. Cette forme d'agriculture prend forme en suivant, si possible, des méthodes agronomiques, biologiques et mécaniques, en considérant les principes d'interactions entre les différents éléments et en utilisant les écosystèmes naturels comme modèles (Figure 01).

De nombreuses techniques en agriculture biologique sont aussi utilisées pour d'autres approches agricoles durables (ex. les cultures intercalaires (ou cultures dérobées), les rotations de cultures, le paillage, l'intégration des systèmes culture/élevage). Cependant, l'utilisation d'intrants naturels (non de synthèse), l'amélioration de la structure et de la fertilité des sols ainsi que l'utilisation d'un plan de rotation des cultures, représentent les trois règles de base qui font de l'agriculture biologique un système unique de gestion d'exploitation.

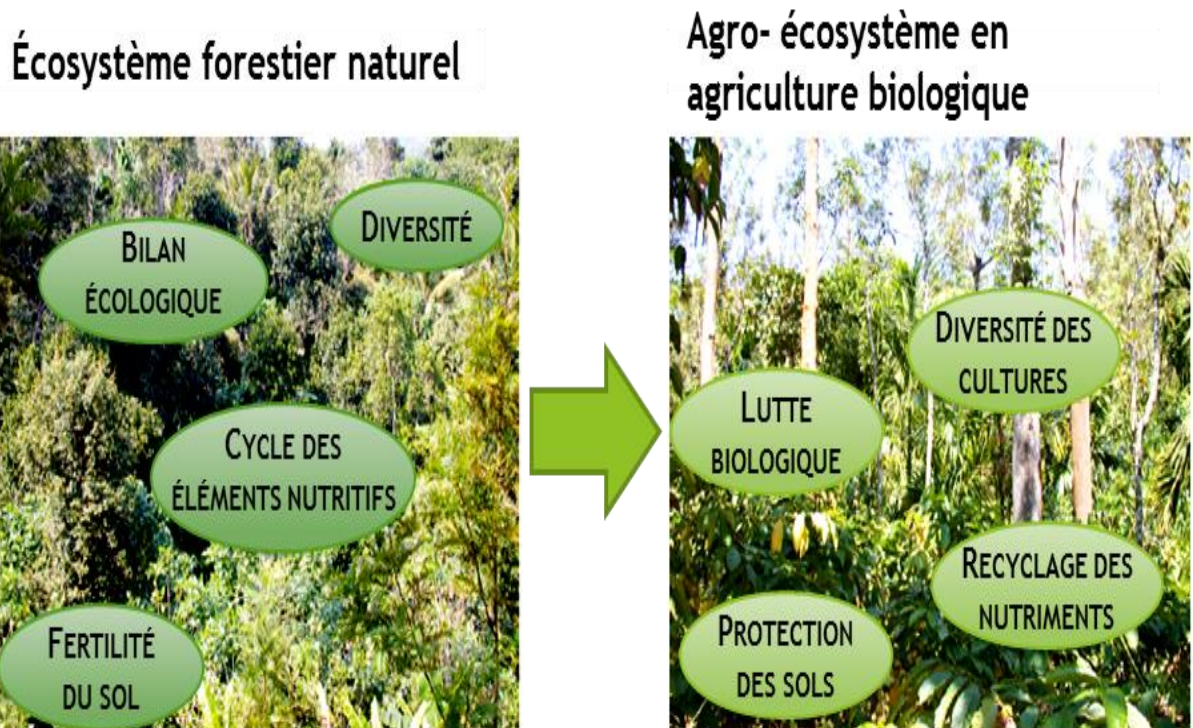


Figure 1. Utilisation de l'écosystème naturel comme modèle

2. Principes de l'agriculture biologique

Ces principes sont les racines à partir desquelles l'Agriculture Biologique croît et se développe. Ils expriment la contribution que l'Agriculture Biologique peut apporter au monde, et une vision pour améliorer toute l'agriculture dans le contexte international.

L'agriculture est une des activités humaines les plus fondamentales puisque toute personne doit se nourrir chaque jour. L'histoire, la culture et les valeurs collectives sont liées à l'agriculture. Ces principes concernent l'agriculture au sens large, comprenant la façon dont les hommes entretiennent le sol, l'eau, les plantes, et les animaux afin de produire, de préparer et de distribuer la nourriture et les autres biens. Ils concernent la manière dont les personnes interagissent avec les paysages vivants, sont liés les uns aux autres et forment l'héritage pour les générations futures.

Les principes de l'Agriculture Biologique servent à inspirer le mouvement Biologique dans toute sa diversité. Ils guident les prises de position, les programmes et les règles élaborées par IFOAM. Ils sont, de plus, présentés en vue de leur adoption dans le monde entier.

L'Agriculture Biologique est basée sur :

2.1. Le principe de santé

L'agriculture biologique devrait soutenir et améliorer la santé des sols, des plantes, des animaux, des hommes et de la planète, comme étant une et indivisible.

Ce principe souligne que la santé des individus et des communautés ne peut être séparée de la santé des écosystèmes - un sol sain produit une culture saine qui donnera la santé aux animaux et aux personnes.

La santé est la globalité et l'intégrité des systèmes vivants. Ce n'est pas seulement l'absence de maladies, mais le maintien d'un bien-être physique, mental, social et écologique. L'immunité, la résilience et la régénération sont les caractéristiques clefs de la santé.

Le rôle de l'agriculture biologique, que ce soit en production, en préparation, en transformation, en distribution ou en consommation, est de soutenir et d'accroître la santé des écosystèmes et des organismes du plus petit dans le sol jusqu'aux êtres humains. En particulier, l'Agriculture Biologique est destinée à produire des aliments de haute qualité, qui sont nutritifs et contribuent à la prévention des maladies et au bien-être. En conséquence, elle se devrait d'éviter l'utilisation de fertilisants, pesticides, produits vétérinaires et additifs alimentaires qui peuvent avoir des effets pervers sur la santé.

2.2. Le principe d'écologie

L'agriculture biologique devrait être basée sur les cycles et les systèmes écologiques vivants, s'accorder avec eux, les imiter et les aider à se maintenir.

Ce principe enracine l'agriculture biologique dans les systèmes écologiques vivants. Il fait état que la production doit être basée sur des processus écologiques et de recyclage. La nutrition et le bien-être se manifestent par l'écologie de l'environnement spécifique de la production. Par exemple, dans le cas des cultures, c'est le sol vivant ; pour les animaux c'est l'écosystème de la ferme, pour les poissons et les organismes marins, c'est l'environnement aquatique.

Les systèmes culturaux, pastoraux et de cueillettes sauvages biologiques devraient s'adapter aux cycles et aux équilibres écologiques de la nature. Ces cycles sont universels mais leur manifestation est spécifique à chaque site. La gestion biologique doit s'adapter aux conditions à l'écologie, à la culture et à l'échelle locales. Les intrants devraient être réduits par leur réutilisation, recyclage et une gestion efficiente des matériaux et de

l'énergie de façon à maintenir et améliorer la qualité environnementale et à préserver les ressources.

L'Agriculture Biologique devrait atteindre l'équilibre écologique au travers de la conception des systèmes de cultures, de la mise en place des habitats et de l'entretien de la diversité génétique et agricole. Ceux qui produisent, préparent, transforment, commercialisent et consomment des produits biologiques devraient protéger et agir au bénéfice de l'environnement commun, incluant le paysage, le climat, l'habitat, la biodiversité, l'air et l'eau.

2.3. Le principe d'équité

L'agriculture biologique devrait se construire sur des relations qui assurent l'équité par rapport à l'environnement commun et aux opportunités de la vie.

L'équité est caractérisée par l'intégrité, le respect mutuel, la justice et la bonne gestion d'un monde partagé, aussi bien entre les personnes que dans leurs relations avec les autres êtres vivants.

Ce principe souligne que ceux qui sont engagés dans l'agriculture biologique devraient entretenir et cultiver les relations humaines d'une manière qui assure l'équité à tous les niveaux et pour tous les acteurs – producteurs, salariés agricoles, préparateurs, transformateurs, distributeurs, commerçants et consommateurs. L'Agriculture Biologique devrait fournir une bonne qualité de vie à chaque personne engagée et contribuer à la souveraineté alimentaire et à la réduction de la pauvreté. Elle vise à produire en suffisance des aliments et d'autres produits, de bonne qualité.

Ce principe insiste sur le fait que les animaux devraient être élevés dans les conditions de vie qui soient conformes à leur physiologie, à leurs comportements naturels et à leur bien-être.

Les ressources naturelles et environnementales qui sont utilisées pour la production et la consommation devraient être gérées d'une façon qui soit socialement et écologiquement juste et en considération du respect des générations futures. L'équité demande à ce que les systèmes de production, de distribution et d'échange soient ouverts, équitables et prennent en compte les réels coûts environnementaux et sociaux.

2.4. Le principe de précaution

L'Agriculture Biologique devrait être conduite de manière prudente et responsable afin de protéger la santé et le bien-être des générations actuelles et futures ainsi que l'environnement.

L'Agriculture Biologique est un système vivant et dynamique qui répond aux demandes et aux conditions internes et externes. Les acteurs de l'Agriculture Biologique peuvent améliorer l'efficacité et augmenter la productivité, mais ceci ne devrait pas se faire au risque de mettre en danger la santé et le bien-être. Par conséquent, les nouvelles technologies ont besoin d'être évaluées et les méthodes existantes révisées. Compte tenu de la connaissance incomplète des écosystèmes et de l'agriculture, les précautions doivent être prises.

Ce principe établit que la précaution et la responsabilité sont les points clef des choix de gestion, de développement et de technologie en Agriculture Biologique. La science est nécessaire pour s'assurer que l'agriculture Biologique est saine, sans risque et écologique. Néanmoins, la connaissance scientifique seule n'est pas suffisante. L'expérience pratique, la sagesse et le savoir traditionnels et indigènes accumulés offrent des solutions valables et éprouvées par le temps. L'Agriculture Biologique devrait éviter de grands risques en adoptant des technologies appropriées et en rejetant les technologies imprévisibles, telles que le génie génétique. Les décisions devraient refléter les valeurs et les besoins de tous ceux qui pourraient être concernés, au travers de processus transparents et participatifs.

3. les Objectifs de l'agriculture biologique

3.1. Objectifs écologiques

- Tendre vers une agriculture globale (productions végétales et animales) permettant un bilan équilibré des éléments exportés et des éléments importés, en **évitant le gaspillage** grâce à un bon recyclage des résidus et des déjections animales.
- Préserver, renouveler et accroître l'humus **pour lutter contre la destruction des sols, leur érosion et leur lessivage** par la diversité des cultures et des élevages.
- Développer une agriculture qui **ne pollue pas la biosphère**.
- Utiliser les variétés ou les **rares animales les plus adaptées au complexe sol climat** et respecter les spécificités des terroirs en favorisant l'expression des potentialités naturelles et humaines.

- **Fournir à l'homme et à l'animal des aliments sains**, de composition nutritionnelle équilibrée et sans résidus toxiques.
- Intégrer harmonieusement les sites de production dans l'environnement et reconstituer des paysages **harmonieux** et adaptés à la diversité des situations géographiques et climatiques des cultures et des élevages.
- Favoriser une **démarche écologique** à tous les stades de la filière.

3.2. Objectifs sociaux et humanitaires

- **Solidarité internationale** de l'agrobiologie par la pratique d'une agriculture qui ne participe pas au déséquilibre entre les nations.
- **Rapprocher le producteur du consommateur** par l'information sur les conditions de production et par la transparence dans les garanties.
- **Respecter l'équité** entre tous les acteurs du marché.
- Favoriser la **coopération** plutôt que la concurrence.
- **Lutter contre la désertification des campagnes** en permettant le maintien des paysans à la terre et en créant des emplois.

3.3. Objectifs économiques

- Encourager les entreprises à **taille humaine**, capables de dégager des revenus décents pour les agents économiques.
- Organiser le marché et pratiquer des **prix équitables**, fruits d'une concertation à tous les échelons de la filière.
- Développer les filières par **l'accueil de nouveaux acteurs** et par des reconversions progressives et réalistes.
- Favoriser le **partenariat** local, régional, national et international.
- Privilégier la **distribution de proximité**.
- La couverture des cultures permet de prévenir l'attaque par certains insectes. Cela permettra par exemple de limiter les risques de viroses transmises par pucerons ou thrips.

Chapitre II : Techniques de production en agriculture biologique

1. Rotation et assolement

Les termes « assolement » et « rotation des cultures » sont souvent confondus. Pourtant, s'ils servent les mêmes objectifs, ils ne désignent pas exactement la même réalité. Explication

1.1. L'assolement

L'assolement vient du verbe « assoler » qui pendant des siècles signifiait « mettre en sol ». Ce terme désigne la **répartition des cultures** sur une exploitation agricole pendant une saison. L'agriculteur divise ses terres en « soles », des parties distinctes, chacune consacrée à une culture spécifique.

L'assolement évolue en fonction des marchés : lorsque les prix sont fermes sur certaines productions, les autres cultures tendent à s'estomper de la ferme. **L'assolement ne peut être trop simplifié** à la fois pour des raisons réglementaires (directive nitrates) mais aussi pour des **questions d'organisation du travail** ; et surtout pour limiter les risques climatiques en ferme non irriguée.

L'assolement prend en compte la vocation des parcelles : A ce niveau, **l'exemple typique est le maïs** exigeant en eau l'été, il n'a sa place qu'en territoire bien arrosé ou en sol profond ou sur les parcelles irriguées ou sur les parcelles inondées l'hiver. Autre exemple, **les cultures de printemps** : par définition acceptent les sols moyennement profonds, car leur potentiel s'exprime sur les mois de mai et juin, au bilan hydrique parfois positif.

1.2. La rotation des cultures

La rotation culturale est mise en place suite à l'assolement. Elle consiste à établir une **succession de cultures différentes**, au fil des cycles, sur une même parcelle. Cette rotation suit un rythme régulier qui n'est pas toujours identique : saisonnier, annuel, biennal, triennal...

La technique de rotation des cultures correspond au changement, de manière régulière, du type de cultures sur les parcelles de l'exploitation. La rotation est une caractéristique essentielle de tous les systèmes de culture biologiques, car elle fournit les principaux mécanismes pour le développement de sols sains, pour le contrôle des mauvaises herbes, pour la gestion des ravageurs et pour le maintien de la matière organique dans le sol. Plus en détails, la rotation des cultures permet les avantages suivants:

a) Amélioration de la structure des sols

Les cultures qui possèdent de grosses et grandes racines peuvent aller en profondeur dans le sol pour chercher l'eau et les éléments nutritifs nécessaires. Au contraire, les cultures possédant de nombreuses et fines racines ne vont pas en profondeur et puisent les nutriments près de la surface du sol. Les petites racines permettent à l'air et à l'eau de pénétrer dans le sol, favorisant ainsi sa structure, l'infiltration de l'eau et la vie des micro-organismes (Figure 02).

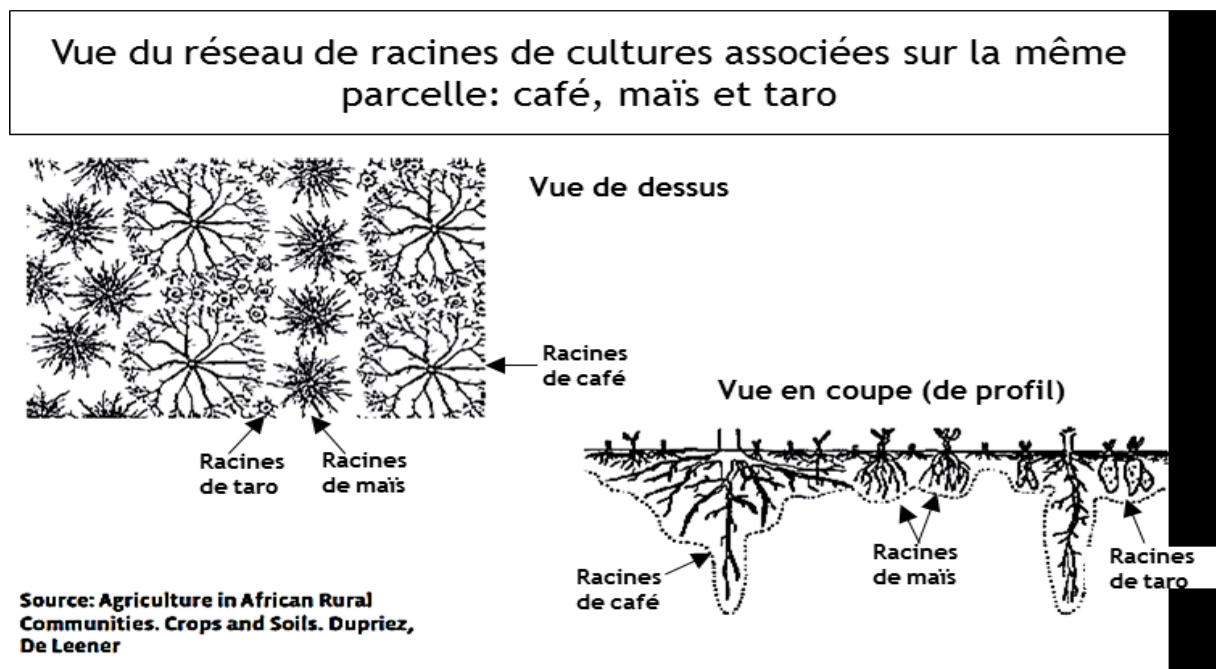


Figure 02. Utilisation optimale de l'espace dans le cas de cultures associées

b) Augmentation de la fertilité des sols

Les légumineuses, telles que les arachides et les haricots, ont la propriété de fixer l'azote de l'air dans le sol, au niveau de leurs racines. Lorsque ces plantes meurent, les parties aériennes et les racines pourrissent; l'azote peut alors être utilisé par d'autres cultures tel le maïs. Sans même appliquer de fertilisants de synthèse (souvent très chers), la rotation des cultures avec des légumineuses apporte des rendements élevés et stables (parfois de plus en plus élevés) dans le temps.

c) Meilleur contrôle des mauvaises herbes, des ravageurs et des maladies

La culture répétitive, année après année, de la même espèce végétale encourage certaines mauvaises herbes, insectes et/ou maladies à proliférer. Planter des cultures différentes d'une année sur l'autre brise donc leur cycle de vie et empêche leur reproduction.

d) Diversification de la production

La rotation des cultures permet de récolter différentes espèces (céréales, haricots, légumes, fourrages, etc.) et donc d'avoir une alimentation plus variées et plus équilibrées, mais aussi de vendre divers produits.

c) Abandon du labour des sols

La rotation des cultures évite, en quelque sorte, de labourer les sols. En effet, grâce à la succession au fil des années d'espèces différentes, le sol est aéré, les éléments nutritifs sont recyclés et les mauvaises herbes/ravageurs/maladies sont contrôlés.

Les cultures intercalaires, en rangs, en bandes ou en relai d'une autre culture, peuvent apporter les mêmes avantages que la rotation de cultures.

2. Gestion de fertilité et fertilisation

En agriculture biologique, les sources de nutriments pour la plante sont essentiellement d'origine organique, qu'elles soient issues des matières organiques du sol (fertilité du sol), ou d'apports extérieurs (engrais et amendements). Pour être assimilables par la plante, ces matières organiques doivent passer une phase de minéralisation dans le sol. En AB, fertiliser, c'est donc faire fonctionner le sol pour nourrir la plante.

2.1. La matière organique du sol : la clé d'une agriculture productive

La matière organique du sol est l'un des facteurs les plus négligés, alors qu'elle est essentielle pour la fertilité des sols, la lutte contre les maladies, l'efficacité de l'eau et la productivité de l'exploitation.

Elle a été grandement ignorée par l'agriculture conventionnelle, qui lui a préféré le modèle de nutrition hydroponique selon lequel les plantes reçoivent directement des ions minéraux dissous dans l'eau du sol. Cette combinaison d'ions minéraux dissous dans l'eau du

sol est appelée solution du sol. Les plantes absorbent ces minéraux dissous lorsqu'elles puisent la solution du sol dans leurs racines pour obtenir de l'eau.

2.2. La matière organique du sol : qu'est-ce que c'est ?

La matière organique du sol provient de la décomposition de parties de plantes vivantes et mortes et d'excréments de plantes, d'animaux, d'insectes, de micro-organismes et de toutes les formes de vie biotiques

2.3. Éléments de la fertilité du sol

2.3.1. Fertilité physique

La fertilité physique des sols fait appel à des notions de structure, densité, porosité qui ont un impact direct sur le développement racinaire des plantes ainsi qu'à des notions de transfert d'eau intimement liées à ces dernières (drainage, infiltration, capillarité) qui conditionnent la germination, le développement et la croissance des plantes. Elle est au cœur même du fonctionnement d'un sol. Elle est en effet en interrelation très étroite avec la fertilité physico-chimique (pH, humus, etc.) (Figure 03).

2.3.2. Fertilité chimique

La fertilité chimique a trait à la **nutrition minérale** des végétaux via les concepts de biodisponibilité des éléments, de **carences**, de toxicités et d'équilibres. Une nutrition équilibrée suppose que la plante trouve (quantité suffisante) et puisse absorber (équilibres chimiques, pH favorable, disponibilité en eau pour favoriser l'absorption, **minéralisation** de la **Mo...**) l'ensemble des éléments dont elle a besoin. Ces différents éléments nutritifs sont présents sous diverses formes, et seulement une partie est directement assimilable par les plantes. En effet, la **matière organique** et les minéraux du sol doivent être transformés (respectivement par minéralisation et dissolution) pour que leurs éléments constitutifs soient assimilables par les végétaux.

2.3.3. Fertilité biologique

La fertilité biologique des sols est complexe, elle repose sur le fonctionnement d'une chaîne alimentaire (on parle de chaîne trophique) qui transforme la matière organique en composés minéraux assimilables par les cultures et participe à la stabilité du sol. L'ensemble des organismes vivants qui participe à cette chaîne alimentaire peut être regroupé en grands ensembles : - micro-organismes (bactéries, champignons, nématodes) - mésofaune (acariens, collemboles ...) - et macro-organismes (coléoptères, mollusques, lombrics ...).

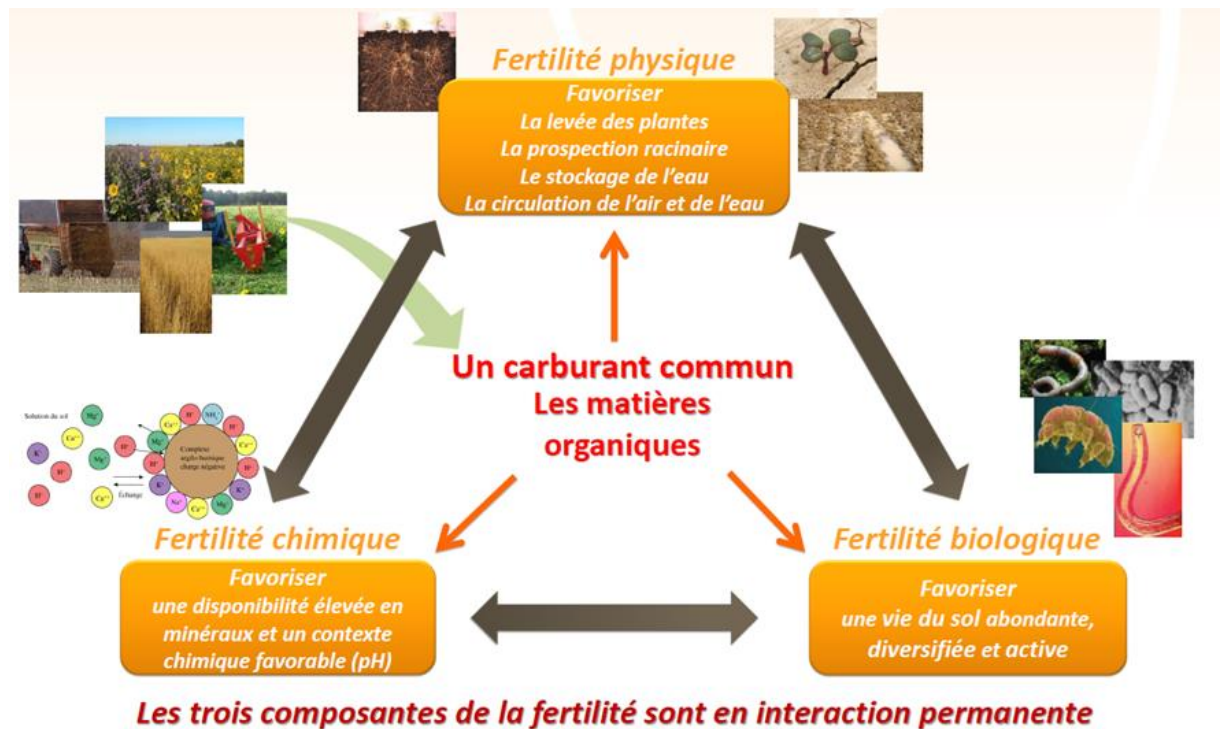


Figure 03. La fertilité des sols fait référence à trois piliers : la fertilité chimique, la fertilité physique et la fertilité biologique.

2.4. Gestion de la fertilité du sol dans l'agriculture biologique

2.4.1. Principes de gestion de la fertilité du sol

L'équilibre minéral

L'un des points critiques est que, pour être en bonne santé, un sol doit **disposer de quantités appropriées de tous les minéraux**. Il est important de s'assurer qu'il n'y a aucune carence ni gros excès. Les carences en macro-éléments et éléments-traces peuvent limiter les rendements, mais aussi prédisposer les plantes aux maladies et aux attaques de ravageurs. Un grand excès de nutriments peut entraîner le blocage d'autres minéraux. En effet, des nutriments en excès peuvent créer une carence artificielle de ces minéraux bloqués.

Compostage

Ajouter de la matière organique au sol est le moyen le plus **efficace d'en augmenter la qualité**. Cela peut être fait de différentes manières, notamment par l'utilisation de composts, de plantes de couverture, tant vivantes que mortes, ainsi que de cultures d'engrais verts.

L'engrais vert

Les engrais verts font généralement **partie de la rotation des cultures** qui permet de briser le cycle des mauvaises herbes et des maladies. L'autre utilisation principale des engrais verts consiste à les planter et à les intégrer dans le sol juste avant les cultures commerciales dans le but de libérer les nutriments dont ces cultures ont besoin.

Mise au point d'un programme de nutrition pour les cultures

Il est important de réaliser une analyse de sol complète pour définir les niveaux de tous les nutriments dans le sol.

2.4.2. Éviter les techniques agricoles qui détruisent la matière organique du sol

L'application continue de matières organiques, comme des composts, des fumiers et de plantes de couverture, et issues de la croissance des plantes ne permettra pas d'augmenter la concentration de matière organique si les pratiques agricoles détruisent la matière organique du sol. Voici quelques-unes des pratiques qui entraînent une diminution de la matière organique du sol et des méthodes alternatives qui permettent d'éviter cette perte.

3. Travail du sol

Le travail du sol comprend toutes les pratiques utilisées pour ameublir, tourner ou mélanger le sol, telles que le **labour** profond (à la charrue), le labour simple, le bêchage, le binage, le hersage, etc. Le travail du sol, lorsqu'il est fait avec précaution peut améliorer la capacité de rétention en eau du sol, son aération, sa capacité d'infiltration, son réchauffement, l'évaporation, etc. Mais le travail du sol peut aussi nuire à sa fertilité puisqu'il accélère l'érosion et la décomposition de l'humus.

Il n'y a pas une façon unique de travailler le sol, mais une gamme d'options. Selon le système de culture et le type de sol, des modèles appropriés de travail du sol doivent être développés.

3.1. Les objectifs du travail du sol

Les raisons pour lesquelles on travaille le sol sont multiples (Figure 04). Les plus importantes sont :

- Ameublir le sol pour faciliter la pénétration des racines des plantes.
- Améliorer l'aération (l'azote et l'oxygène de l'air).
- Encourager l'activité des organismes de sol.

- Augmenter l'infiltration de l'eau.
- Réduire l'évaporation.
- Détruire ou lutter contre les parasites du sol et les mauvaises herbes.
- Incorporer les résidus de récolte et les engrais dans le sol.
- Préparer la parcelle pour les graines et des jeunes plants.
- Réparer le tassement du sol causé par les activités précédentes.

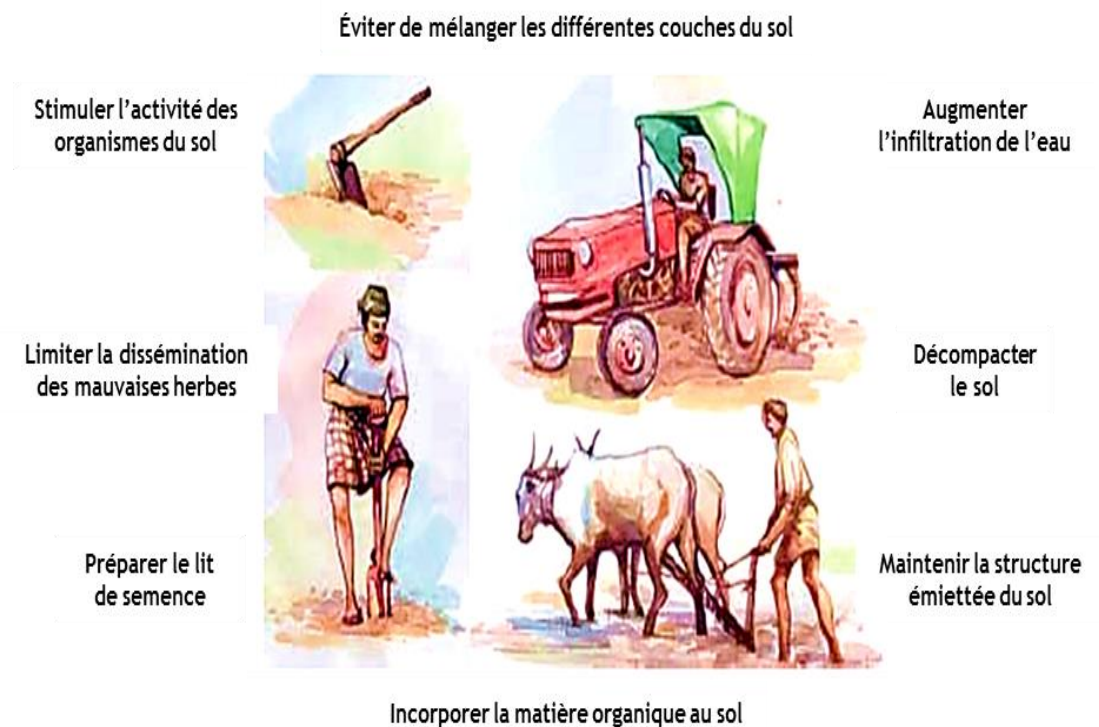


Figure 04. Les objectifs du travail du sol

3.2. Le tassement du sol

Si les sols sont cultivés dans des conditions humides ou avec la machinerie lourde, il y a un risque de tassement du sol qui nuit à la croissance des racines, réduit l'aération et favorise l'accumulation d'eau.

Là où le tassement du sol est un problème potentiel, les agriculteurs doivent être conscients des aspects suivants :

- Le risque de tassement du sol est plus élevé quand la structure du sol est dérangée dans les conditions humides.
- Ne pas conduire de véhicules dans les champs tout juste après les pluies.
- Labourer les sols humides peut endommager la lame de labour.
- Les sols sablonneux sont moins enclins au tassement que les sols riches en argile.

- Une forte teneur en matière organique réduit le risque de tassement du sol.
- Il est très difficile de rétablir une bonne structure du sol une fois que le tassement du sol a eu lieu.
- Le labour profond dans des conditions sèches et la culture de plantes à enracinement profond peut aider à corriger le tassement du sol.

3.3. Les types de travail du sol

Selon l'objectif poursuivi par le travail du sol, différentes pratiques culturales sont mises en œuvre pendant les différentes étapes du cycle de production : après la récolte, avant les semis ou la plantation ou pendant le développement des plantes.

3.3.1. Post-récolte

Pour accélérer la décomposition, les résidus de récolte précédente sont enfouis dans le sol avant la préparation du champ pour la culture suivante. Les résidus de récolte, l'engrais vert et le fumier de ferme doivent être enfouis dans la couche de terre arable (15 à 20 cm), puisque la décomposition dans les couches plus profondes du sol est incomplète, produisant des substances inhibitrices de croissance qui peuvent nuire à la culture suivante.

3.3.2. Le labour primaire

Pour les plantes annuelles et les plantations nouvellement installées, le labour primaire est fait d'habitude avec une houe ou un instrument semblable. En principe, le travail du sol doit retourner la couche superficielle du sol et ameublir la couche moyennement profonde. Le labour profond mélange les couches du sol, nuit aux organismes du sol et perturbe la structure naturelle du sol.

3.3.3. La préparation du champ

Avant les semis ou la plantation, le travail secondaire du sol est effectué pour rendre meuble la surface labourée. La préparation du champ a pour but d'obtenir un sol suffisamment meuble avec des mottes de taille appropriée. Si la pression des mauvaises herbes est forte, le champ peut être préparé plus tôt permettant ainsi aux graines des mauvaises herbes de germer avant que la culture ne soit semée. Le labour peu profond du sol quelques jours après suffit pour éliminer les mauvaises herbes. Là où l'accumulation d'eau est un problème, la préparation du sol peut consister en la mise en place de buttes et de sillons.

3.3.4. Entre une culture déjà installée

Une fois que la culture est installée, le travail peu profond du sol (binage par exemple) aide à

supprimer les mauvaises herbes. Elle améliore aussi l'aération du sol et réduit en même temps la perte d'eau par évaporation des couches les plus profondes du sol.

3.3.5. Les outils appropriés pour le travail du sol

Les outils pour le travail du sol peuvent être groupés en quatre catégories (Figure 05) :

- Les outils pour le travail primaire : lame de labour, disque de labour, lame de bêchage, bêche.
- Les outils pour la culture secondaire : laboueurs, herses, râteaux.
- Les outils pour le travail du sol entre les rangées de culture laboueurs enjambeurs, houes.
- Les outils pour le modelage du sol : billonneuses, houes.

Les outils doivent être choisis compte tenu de l'objectif recherché, du type de sol, de la culture et de la source d'énergie disponible. Par conséquent, il est difficile de faire des recommandations générales.

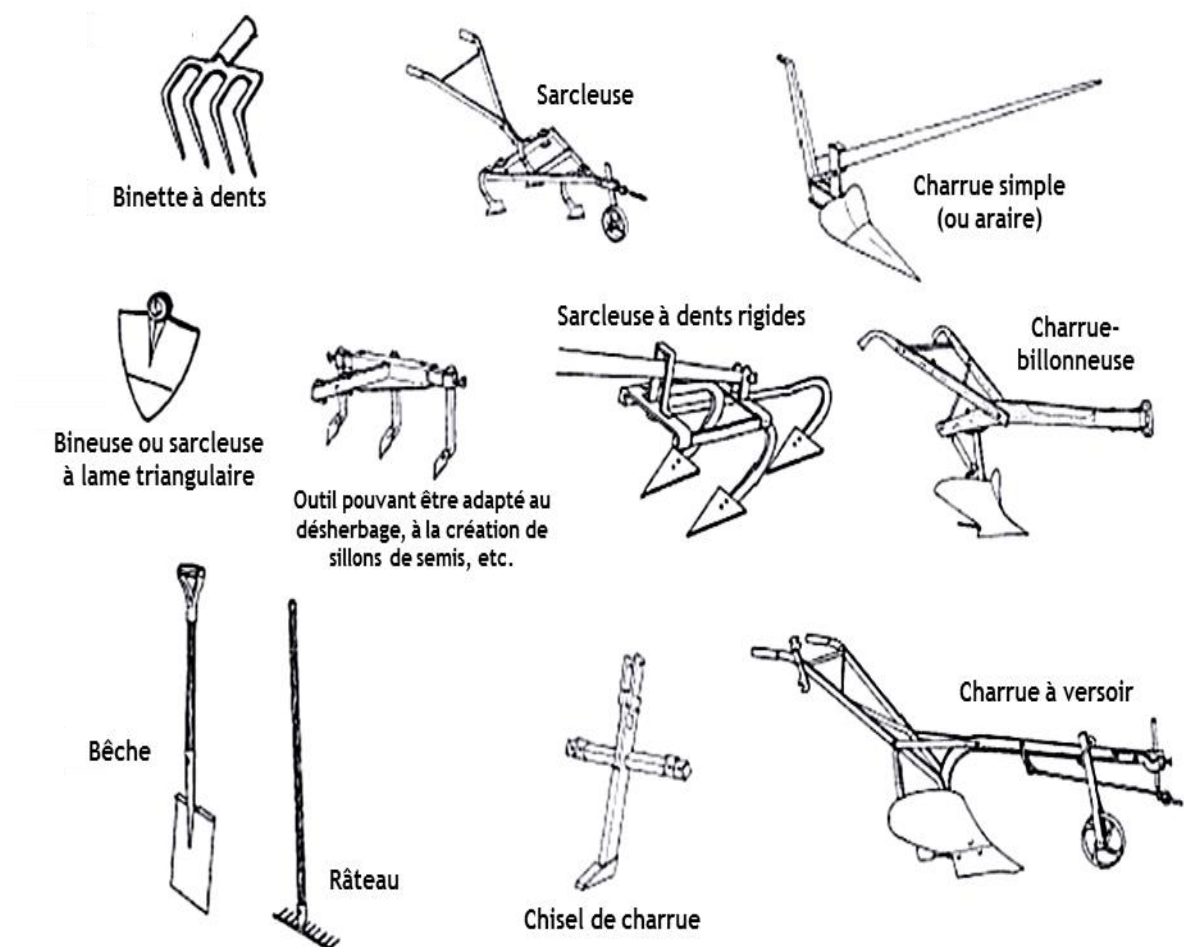


Figure 05. Les outils pour le travail du sol

4. Compostage

Ajouter de la matière organique au sol est le moyen le plus efficace d'en augmenter la qualité. Cela peut être fait de différentes manières, notamment par l'utilisation de composts, de plantes de couverture, tant vivantes que mortes, ainsi que de cultures d'engrais verts.

Le compost est la manière idéale d'améliorer la qualité du sol, augmenter sa richesse en matière organique et obtenir les bons équilibres minéraux. La meilleure manière d'atteindre l'équilibre minéral est de définir par une analyse du sol quelles sont les quantités nécessaires et de les ajouter sous forme de minéraux broyés, comme du phosphate naturel, du basalte broyé, du sulfate de potassium, du gypse, etc., dans la matière à composter au moment de démarrer un tas de compost. Les processus biologiques qui forment le compost rendront ces minéraux facilement disponibles pour les plantes sous des formes à libération rapide et lente.

Le compost résultant, riche en minéraux, est répandu sur les cultures. On peut appliquer périodiquement des éléments-traces, qui peuvent être mélangés à de la mélasse et/ou à des amendements microbiens et infusés pendant plusieurs jours pour les rendre biodisponibles. Ils peuvent être pulvérisés sur les champs, le pulvérisateur assurant une répartition homogène sur l'ensemble du champ. Le but est que la plupart des nutriments pénètrent dans le sol.

Ce système garantit que l'activité biologique du sol libère une quantité constante de tous les nutriments nécessaires pour la culture et permet d'obtenir un bon rendement. La nature exhaustive du programme de nutrition garantit l'absence de carences.

4.1. Méthodes de compostage

Le compostage peut se faire de bien des manières différentes

4.1.1. Le compostage de surface

Le fumier frais est étalé par-dessus une culture de couverture ou des résidus de culture et le processus de compostage est réalisé dans le sol. L'une des exigences de ce système est qu'il faut faire pousser ensuite une culture d'engrais verts, qui sont ensuite soit broyés soit labourée dans le sol. L'un des avantages est la très faible perte de nutriments par lessivage ou volatilisation.

Le risque encouru est la présence de résidus chimiques dans le fumier, par exemple des potions, des pesticides, de l'atrazine, des antibiotiques, etc. qui peuvent nuire à la décomposition microbienne de la matière organique brute et des pousses de mauvaises herbes (Figure 06).



Figure 06. Le compostage de surface

4.1.2. Compost aérobie

L'avantage de cette méthode est que c'est le moyen le plus rapide de fabriquer du compost (Figure 07). L'inconvénient est qu'il exige plus de travail pour retourner régulièrement la matière ; de plus, chaque retournement entraîne une perte d'azote volatil et d'autres composés.

Les exigences sont, entre autres, les suivantes :

- Rapport carbone/azote (C/N) idéal de 25/35 : 1.
- Humidité de 60 % à l'endroit du compostage (le test du poing fait apparaître de l'humidité).
- Températures pouvant atteindre 70 °C.
- Fourniture régulière d'oxygène par un retournement hebdomadaire au moins.
- Bien mélanger.
- Tas de jusqu'à 2 m de haut avec un angle de glissement de 45 à 60°.
- L'addition de poussières de pierre à pH élevé, comme de la chaux ou de la dolomie entraînera des pertes d'azote, d'où la nécessité d'une gestion minutieuse



Figure 07. Compost aérobie

4.1.3. Compost anaérobie

- Mêmes particularités que le compost aérobie.
- Moins d'oxygène signifie qu'il faut attendre deux fois plus longtemps avant qu'il ne soit prêt à utiliser.
- Moins de pertes d'azote.
- Les bactéries anaérobies génèrent un éventail d'acides organiques de faible pH et d'enzymes qui sont utiles pour rendre biodisponibles les poussières de pierre minérale (chaux, phosphate naturel, basalte broyé, dolomie, gypse, etc.).
- Plus économique, car ne nécessite pas autant de travail de retournement pour l'oxygénation.

4.2. Origine des ingrédients du compost

Le compost peut être fabriqué à partir de toute source de matière organique. On peut citer, entre autres, le fumier animal, des herbes, des buissons, des branches, des feuilles et en particulier les mauvaises herbes et le surplus de végétation.

La plupart des agriculteurs deviennent de bons récolteurs de matières organiques de diverses sources. Laisser la végétation se régénérer autour de l'exploitation sur les versants, les ruisselets, les ruisseaux et en bordure des champs est la meilleure manière de s'assurer un approvisionnement constant en matières organiques à des fins de compostage. Ceci peut être suivi de près pour éviter toute perte de contrôle et les déchets obtenus peuvent être utilisés pour fabriquer du compost.

4.3. Les avantages du compost

Les recherches démontrent qu'un compost de bonne qualité est l'une des manières les plus efficaces d'améliorer le sol. Il est très important de comprendre que le compost est bien plus qu'un engrais. Le compost contient de l'humus, des acides humiques et, plus important encore, une grande quantité de micro-organismes bénéfiques qui jouent un rôle important dans le processus de fabrication des sols sains, en particulier l'humus.

5. Semences et plants

5.1. Importance de disposer des bonnes variétés

Pour obtenir de bons résultats en agriculture biologique, choisir des variétés adéquates est essentiel. De nombreuses variétés modernes sont issues de programmes de sélection et nécessitent de grandes quantités d'intrants, en particulier d'eau, d'engrais hydrosolubles de synthèse et de pesticides, fongicides et herbicides de synthèse. De ce fait, leur performance n'est pas toujours optimale dans les systèmes biologiques.

Par ailleurs, des variétés adaptées aux conditions de la culture biologique peuvent présenter des rendements plus élevés et des récoltes de meilleure qualité dans un système biologique avec intrants réduits.

Lorsque l'on teste les variétés de l'exploitation en vue d'en sélectionner les meilleures, il convient de rechercher les caractéristiques suivantes :

- Des rendements élevés ;
- La résistance aux adventices ;
- La résistance aux mauvaises herbes ;
- La résistance aux ravageurs et aux maladies ;
- De faibles intrants ;
- Acceptables sur le marché ;
- Plusieurs variétés pour allonger la saison culturale.

5.2. Production de semences et de Plants

5.2.1. Multiplication des jeunes plants

Les jeunes plants sont généralement obtenus dans une pépinière où les semences sont plantées dans des pots ou en couches, dans un terreau et non de la terre pure. Le recours au terreau a pour objectif de disposer d'un support qui permet le mouvement aisé des tiges et des racines tout en fournissant des quantités suffisantes d'air, d'eau et de nutriments pour favoriser

une croissance optimale. Les sols lourds ne sont pas très favorables à la percée des nouvelles racines ni à l'émergence des feuilles qui cherchent la lumière.

5.2.2. La production de semences

De nombreuses variétés sont cultivées pour leurs semences, que ce soit pour l'alimentation ou en vue de la culture de la saison suivante. Dans l'horticulture, ces semences servent généralement à constituer une réserve de semences pour les cultures à venir plutôt que pour la consommation humaine. Il existe un grand nombre de cultures semencières destinées à la consommation humaine, par exemple les noix et des graines qui sont cultivées à titre d'aromates et d'épices comme le poivre, la cardamome, l'aneth, le fenouil, le pavot, le sésame, etc.

Le trempage des semences

Faire tremper les semences toute une nuit avant le semis s'est également avéré être une manière efficace d'accélérer la germination, d'augmenter la vigueur et de donner aux semis une longueur d'avance sur les mauvaises herbes. Cela permet aussi d'obtenir de meilleurs rendements.

5.3. Normes de qualité

5.3.1. Semences certifiées

De nombreux pays ont des lois exigeant que les variétés de semences soient conformes à des normes de qualité. Les tests correspondants sont généralement réalisés dans des laboratoires qualifiés.

Voici quelques exemples des types de tests nécessaires :

Pureté physique

Ce test garantit que l'échantillon ne contient pas d'impuretés, par exemple, des graines de mauvaises herbes, des cailloux, d'autres variétés de semences, de la matière organique étrangère et des insectes vivants, ou uniquement dans des quantités inférieures à un seuil donné (Figure 08).



Figure 08. Test de pureté physique sur des petits pois

Taux de germination

Ce test vérifie les semences pour garantir des taux de germination élevée (Figure 09).



Figure 09. Test de germination

Teneur en humidité

Ce test vérifie que les semences ont une teneur en humidité appropriée. Si cette teneur est trop élevée, les semences pourraient germer alors qu'elles sont encore entreposées et si

elle est trop faible, l'embryon pourrait être déshydraté, avec en corollaire des taux de germination bas.

Pureté variétale

Pour ce test, on cultive les semences pour s'assurer qu'elles correspondent bien et de manière constante à la variété donnée.

6. Protection phytosanitaire

6.1. Prévention

6.1.1. Lutte proactive/préventive contre les ravageurs

Une agriculture biologique efficace requiert une approche globale à l'échelon de l'exploitation. Autrement dit, il convient de gérer les cultures ou l'élevage en tant que partie intégrante de l'exploitation et non à part.

6.1.2. L'agriculture de substitution

Une bonne agriculture biologique ne consiste pas à simplement remplacer un produit chimique de synthèse par un produit biologique équivalent. Certains agriculteurs se convertissent dans un premier temps à l'agriculture biologique en remplaçant les produits chimiques par des produits biologiques autorisés. C'est ce que l'on appelle l'agriculture de substitution, qui est considérée comme l'une des premières étapes de la mise en place de systèmes biologiques à faibles apports et grand rendement. Il est très utile pour de nombreux agriculteurs conventionnels d'adopter cette approche, étant donné qu'elle n'exige pas un changement radical par rapport à leurs pratiques habituelles.

6.1.3. Évolution vers une approche d'ensemble de systèmes

Les agriculteurs biologiques confirmés redessinent l'exploitation de manière à ce qu'elle comporte une série de systèmes intégrés qui protègent la culture contre les ravageurs et les maladies de manière à conférer un avantage certain à la culture.

6.1.4. Aménagement des systèmes naturels pour lutter contre les ravageurs et les maladies

La biodiversité

L'agriculture classique cause actuellement un déclin de la diversité biologique, ce qui met en péril l'environnement et la durabilité. Plus grande est la complexité biologique du système agricole, plus faible sera le risque de colonisation et de domination du système par

les ravageurs et les pathogènes. Le but est de créer des systèmes durables et robustes à forte diversité dotés de mécanismes qui préviennent et contrôlent la majorité des problèmes liés aux ravageurs, aux maladies et aux mauvaises herbes et favorisent l'augmentation de la biodisponibilité des nutriments. Ces types de systèmes agricoles existent et demandent un minimum de dépenses en intrants, tout en étant très efficaces en termes de résultats pour l'exploitant et pour l'environnement.

La santé des sols

La santé des sols est la clé d'une agriculture durable et productive. Un sol bien équilibré minimise les dommages provoqués par les maladies et les insectes. De nombreuses preuves scientifiques sérieuses montrent que les plantes qui poussent sur des sols fertiles résistent mieux aux ravageurs et aux maladies que les plantes stressées ou carencées du fait de sols médiocres ou mal gérés.

6.1.5. Caractérisation et contrôle des ravageurs

La manière la plus efficace de gérer les ravageurs et les maladies est d'adopter une approche proactive et de mettre en place un plan de contrôle des ravageurs. En général, les meilleurs résultats sont obtenus par la mise en place d'un plan qui combine plusieurs stratégies et qui adopte une approche globale à l'échelon de l'exploitation.

Malheureusement, dans la plus grande partie des systèmes agricoles, la lutte contre les ravageurs se fait au cas par cas. Les agriculteurs réagissent *a posteriori* à une attaque de ravageurs ou mettent en place un système de pulvérisation très inefficace qui tue généralement tous les organismes bénéfiques, nuit à l'environnement et pose des problèmes de santé.

La lutte intégrée contre les ennemis des cultures (LI) a été introduite dans de nombreux secteurs ; elle est considérée comme un point de départ utile dans l'évolution vers un système agro-écologique. Les outils de surveillance, de définition de niveaux seuils de ravageurs et de pulvérisation des points sensibles de la LAI sont très utiles.

6.2. Méthodes curatives de protection

6.2.1. La lutte biologique

Les méthodes biologiques de contrôle des ravageurs sont d'excellents exemples de l'intensification éco-fonctionnelle. On utilise un éventail de solutions écologiques afin d'éviter

le recours à des pulvérisations pour faire face aux ravageurs et aux maladies. C'est l'écologie qui fait le travail.

a) Les insectariums : insectes bénéfiques et leurs plantes hôtes

Les insectariums sont des groupes de plantes qui attirent et abritent des insectes, des arthropodes et des espèces animales supérieures bénéfiques. Ce sont ces espèces qui éliminent les arthropodes ravageurs (insectes) des champs, des vergers et des jardins. On les appelle collectivement organismes bénéfiques (Figure 10).



Figure 10. Guêpe parasite sur une fleur de souci (*Calendula officinalis*)

Trois bonnes règles pour la conception des insectariums

1. Toute plante à fleurs qui attire les abeilles convient en tant que plante insectarium. Les insectes bénéfiques préfèrent les espèces qui sont riches en pollen et en nectar.
2. Les petites fleurs conviennent mieux aux guêpes parasites.
3. Plus la diversité des espèces est grande, plus l'insectarium sera efficace.

b) Cultures-appâts

Les cultures-appâts sont une variante des insectariums et permettent de piéger les ravageurs. On utilise un éventail de méthodes et de types de culture (Figure 11).



Figure 11. La culture appât

1. Une continuité d'hôtes préférés

Le principe consiste à **attirer les ravageurs à l'écart des cultures** parce qu'elles préfèrent la culture-appât à la culture commerciale.

2. Des plantes hôte intermédiaires synchronisées dans le temps

Il s'agit de planter des cultures qui attirent les ravageurs avant ou après la saison. Les ravageurs sont ensuite détruits afin de rompre leur cycle de reproduction et réduire leur population.

3. Les leurres

Les insectariums peuvent être utilisés en tant que cultures-appâts en plaçant/pulvérisant des leurres et des appâts pour attirer les ravageurs à l'écart de la culture commerciale et dans l'insectarium riche en prédateurs.

c) Les espèces répulsives

Certaines plantes sont répulsives pour les insectes ravageurs. La plantation d'espèces répulsives au sein de la culture rendra cette dernière moins attrayante pour les ravageurs. Planter près de la culture une espèce différente de l'espèce cultivée et préférée par le ravageur permet d'attirer ce dernier hors de la culture.

d) La méthode « Attirer – Repousser »

Les meilleurs systèmes fonctionnent en intégrant diverses stratégies de lutte biologique dans une approche « ensemble de systèmes ».

Pour le maïs, la méthode « Attirer – Repousser » fournit un excellent exemple d'une méthode biologique qui intègre plusieurs de ces éléments afin d'obtenir une importante augmentation des rendements. Ceci est important, car le maïs est un aliment de base en Afrique en Amérique latine. La méthode « Attirer – Repousser » (Figure 12) a été mise au point par des scientifiques de l'International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE).

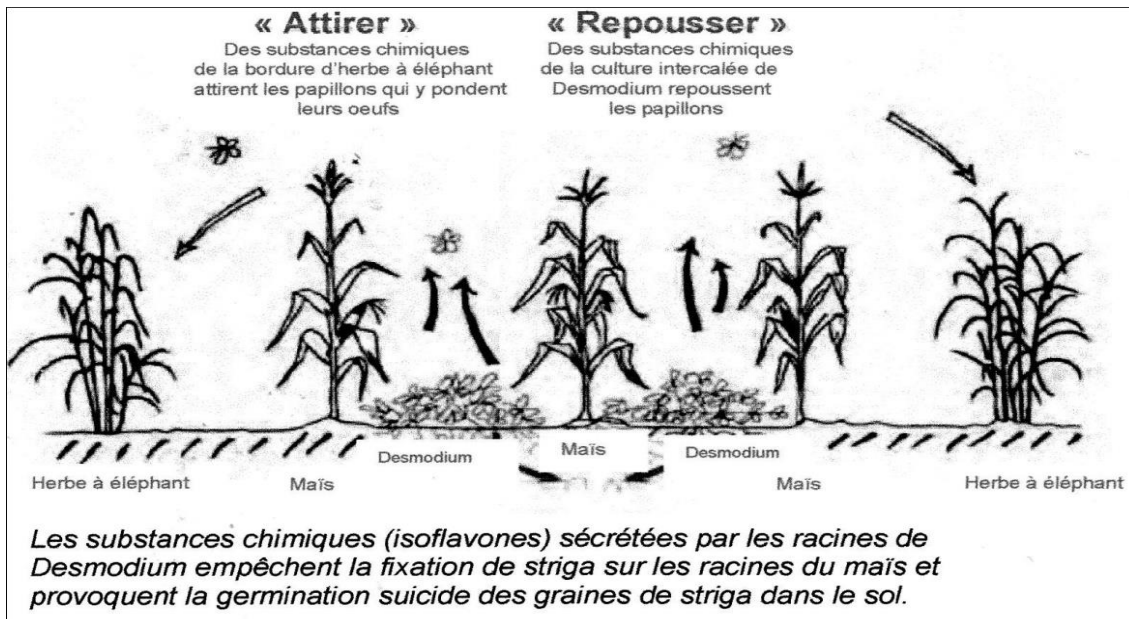


Figure 12. La méthode « Attirer – Repousser »

e) Les barrières

Les cultures-appâts et les insectariums permanents peuvent être utilisés comme barrière pour empêcher l'entrée des ravageurs dans une culture commerciale (Figure 13).



Figure 13. Tournesols plantés en tant que barrière

f) Les animaux supérieurs

Les insectariums ou bandes naturelles accueillent aussi des animaux supérieurs de grande valeur. De nombreuses espèces supérieures jouent un rôle très important dans la lutte contre les ravageurs dans l'agriculture.

De nombreuses espèces d'oiseaux mangent des insectes ravageurs. L'examen d'une culture et du contenu de l'estomac de la plupart des espèces d'oiseaux couramment observées dans les exploitations montre que ces oiseaux consomment de grandes quantités d'insectes. Un seul oiseau peut manger des milliers d'insectes par an.

h) Plantation d'espèces non hôtes de ravageurs et de variétés résistantes aux ravageurs

Dans la mesure du possible, il est important de choisir les variétés qui sont résistantes aux ravageurs et aux maladies les plus problématiques. De nombreuses herbes ou plantes de jardin peuvent abriter des insectes ravageurs. On peut citer, par exemple, des espèces de scarabées ravageurs comme *Antitrogus parvulus*, *Monolepta* et les larves de *Rhyparida*, qui vivent sur les racines des graminées. De nombreuses espèces de rats ravageurs font leur nid et vivent dans les herbes hautes.

I) Appâts, leurres, pièges et pièges à phéromones

On utilise toute une gamme de pièges, appâts et leurres pour lutter contre les insectes. Ce sont les méthodes les plus efficaces étant donné qu'elles sont axées sur la lutte contre les ravageurs et ne nuisent pas aux espèces non ciblées (Figure 14).



Figure 14. Appâts contenant des pièges à phéromones

6.2.2. La lutte mécanique

6.2.2.1. La rotation des cultures

La rotation des cultures est considérée comme l'un des moyens les plus efficaces de contrôler les cycles des ravageurs et des maladies. Beaucoup de ravageurs et de maladies sont propres à une culture donnée. En labourant la culture précédente et en plantant une culture très différente, le ravageur ou la maladie ne peuvent se développer faute d'hôtes adéquats.

6.2.2.2. Le labour stratégique

Il consiste à synchroniser le labour avec des méthodes biologiques. On utilise le labour en combinaison avec des plantes-pièges en le programmant de manière à détruire la culture hôte avant que le ravageur ne puisse se reproduire. On s'en sert particulièrement pour les ravageurs du sol et des maladies telles que celles provoquées par les nématodes et les anguillules. La clé consiste à laisser aux ravageurs le temps nécessaire pour pondre leurs oeufs qu'on laisse éclore, puis de détruire la source d'aliments à ce moment-là. Une génération entière de ces ravageurs sera éliminée et leur population diminuera sensiblement.

6.2.2.3. L'élagage

L'élagage des cultures dans le but de permettre à l'air de circuler et au soleil de pénétrer est l'un des moyens les plus efficaces pour lutter contre les maladies fongiques. La plupart des maladies fongiques se développent dans des conditions humides et à l'abri du soleil. Les rayons ultraviolets du soleil sont fatals pour de nombreuses maladies des plantes. Les courants d'air peuvent dessécher de nombreux organismes pathogènes qui vivent sur les surfaces.

Références bibliographiques

Emilie Boué et Jean Arino, 2013. En agriculture biologique, assolement diversifié et rotation adaptée font bon ménage. Volonté Paysanne du Gers n° 1224, 10-11

André Leu et Eva Mattsson, 2012. Produire en ACP des Fruits et Légumes issus de l'Agriculture Biologique. ed. PIP c/o COLEACP Bruxelles, 252 p.

Nadia Scialabba, 2015. Guide de formation à L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE. l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Italy, 145 p.

Sarah Le Douarin, 2020. L'agriculture bio dans le monde. Les carnets internationaux de l'Agence Bio, 146 p.

Frank Eyhorn, Marlene Heeb, Gilles Weidmann 2003. Manuel de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux, BONN (Charles-de-Gaulle-Strasse 5, 53113, ALLEMAGNE) : IFOAM - ORGANICS INTERNATIONAL, 371 p.