

MANUEL

DE FORMATION

- PRODUCTION AGRICOLE ET TRANSFORMATION -

AGRICULTURE BIOLOGIQUE



Ce manuel de formation a été conçu et réalisé par les services Formation et Information & Communication du COLEACP.

La présente publication a été élaborée par le COLEACP dans le cadre du programme de coopération Fit For Market et mise à jour dans le cadre du programme de coopération Fit For Market +. Ces programmes sont financés par l'Union européenne (Fonds Européen de développement – FED), l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP), et l'Agence française de Développement (AFD).

Le contenu de la présente publication relève de la seule responsabilité du COLEACP et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue officiel de l'Union européenne, de l'OEACP, et de l'AFD.



PRODUCTION AGRICOLE ET TRANSFORMATION

CHAPITRE 1 : AGRICULTURE BIOLOGIQUE : PRINCIPES ET DÉFINITION	1
1.1. Origines de l'agriculture biologique	3
1.2. Principes de l'agriculture biologique et définitions	9
1.3. Une opportunité de développement	16
CHAPITRE 2 : FERTILITÉ DU SOL DANS L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE	25
2.1. Les sols dans l'agriculture biologique	27
2.2. Éléments de la fertilité du sol	39
2.3. Gestion de la fertilité du sol dans l'agriculture biologique	57
2.4. Éviter les techniques agricoles qui détruisent la matière organique du sol	77
CHAPITRE 3 : PROTECTION PHYTOSANITAIRE	83
3.1. Prévention	85
3.2. Méthodes curatives de protection	90
3.3. Exemples de plans de lutte contre les ravageurs	114
CHAPITRE 4 : GESTION DES MAUVAISES HERBES ET DE LA VÉGÉTATION	121
4.1. Prévention	123
4.2. Traitements curatifs contre les mauvaises herbes	128
4.3. Utilisation de l'approche agro-globale	156

CHAPITRE 5: PRODUCTION DE SEMENCES ET DE PLANTS BIOLOGIQUES	159
5.1. Caractéristiques des variétés	161
5.2. Production de semences et de plants	167
5.3. Sélection des variétés	174
5.4. Définitions	179
CHAPITRE 6: CONVERSION BIOLOGIQUE	181
6.1. Principes et objectifs de la conversion	183
6.2. Indicateurs de faisabilité	186
6.3. Facteur positifs et négatifs pour la conversion	192
6.4. Considérations lors du lancement d'un projet biologique	193
6.5. Rapidité de la conversion	194
6.6. La durée de la période de conversion définie dans les réglementations et les normes	195
6.7. Le plan de conversion	197
CHAPITRE 7: RÉGLEMENTATION ET CERTIFICATION	201
7.1. Réglementations et normes internationales	203
7.2. Normes régionales en Afrique de l'Est, dans le Pacifique, en Asie et en Amérique centrale	214
7.3. Standards privés	222
7.4. Autres standards et systèmes de certification sociaux et environnementaux	226
7.5. Certification	228
ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES LES PLUS UTILISÉS	243
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	249
SITES WEB UTILES	253



Chapitre 1

Agriculture biologique : principes et définition

Origines de l'agriculture biologique..... 3

Principes de l'agriculture biologique et définitions 9

Une opportunité de développement 16

1.1. Origines de l'agriculture biologique

1.1.1. Les origines du terme « organic »¹

Jerome Irving Rodale fut le premier auteur et éditeur de livres et magazines important à traiter de l'agriculture biologique et à être reconnu à l'international. Son principal magazine s'appelait *Organic Farming and Gardening* (« Agriculture et jardinage biologiques »). Ce magazine était publié aux États-Unis, mais il était lu par plusieurs milliers de personnes dans le monde entier. Son auteur y faisait largement la promotion du terme *organic farming* (agriculture biologique) et l'adjectif *organic* a rapidement prévalu, se substituant à d'autres adjectifs tels que « naturel », « permanent » et « écologique » également utilisés à l'époque pour décrire ce type d'agriculture.

Le terme *organic* a différents sens dans les dictionnaires, de nombreuses personnes préférant la définition du dictionnaire Oxford (organisé, systématique ou coordonné) dans le contexte de l'utilisation du terme dans l'agriculture.

L'utilisation de l'expression *organic farming* par M. Rodale se rapportait spécifiquement à l'utilisation dans ce type d'agriculture de la matière organique comme principale source pour la santé du sol et la nutrition de plantes, s'opposant à l'utilisation de fertilisants chimiques de synthèse de l'agriculture conventionnelle. M. Rodale a maintes fois réitéré que le socle fondamental de l'agriculture biologique était l'amélioration de la santé des sols et la constitution d'humus par diverses pratiques qui permettent de recycler la matière organique (Rodale, 2011).

1.1.2. Les origines du mouvement

Le mouvement de l'agriculture biologique a vu le jour vers la fin des années 1800 en Europe et aux États-Unis, du fait des préoccupations liées à la perte de qualité des récoltes suite à une augmentation des maladies et des attaques de ravageurs nuisant au rendement, après l'introduction des engrais chimiques.

L'utilisation de ces engrais chimiques était fondée sur les recherches publiées du baron Justus Von Liebig en Allemagne dans les années 1840.

¹ NdT : En anglais, l'agriculture biologique est appelée « organic agriculture ». Ce paragraphe explique l'origine de l'expression anglaise. L'origine de l'expression utilisée en français est expliquée plus loin.

Liebig fut le premier chimiste moderne à s'intéresser à la croissance des plantes en laboratoire. Il a défini que les plantes avaient besoin pour se développer de minéraux du sol et de dioxyde de carbone de l'air. Il a démontré que même si les plantes sont en présence d'azote dans l'air, elles ont besoin de puiser cet élément par leurs racines sous forme d'ammoniaque. M. Liebig a déclaré que l'azote était le minéral le plus important et il a démontré que les engrais chimiques de synthèse pouvaient remplacer les engrais naturels comme le fumier animal en tant que source d'azote.

Du fait que nombre des expériences étaient réalisées au laboratoire dans du sable et d'autres milieux de culture hors sol qui ne contenaient pas d'humus ni de matière organique, Liebig a pensé que l'humus ne jouait pas un rôle important dans la nutrition des plantes. Il pensait que les plantes avaient seulement besoin de proportions adéquates de sels minéraux contenus dans certains types de composés chimiques solubles dans l'eau.

Les recherches de Liebig ont fondamentalement changé l'orientation de l'agriculture et ont constitué le fondement de l'agriculture conventionnelle telle qu'elle est pratiquée dans le monde entier.

Les personnes impliquées dans les mouvements qui donnèrent lieu à l'agriculture biologique moderne pensaient qu'il existait un lien direct entre la santé du sol, les cultures qui y poussaient et, en fin de compte, les animaux et les personnes qui consommaient ces cultures.

Paradoxalement, le baron Justus Von Liebig fut l'une des premières personnes à faire état par écrit de ses inquiétudes quant aux préjudices occasionnés par ces produits chimiques sur le sol et la qualité des cultures. Vers la fin de sa vie, il pensait que les autres chercheurs utilisaient sa recherche hors contexte, ce qui occasionnait des problèmes.

Dans le contexte de ces préoccupations exprimées par des agriculteurs et des chercheurs, plusieurs livres clés ont été publiés, prônant des solutions autres que les engrais chimiques. Ces livres figurent encore parmi les textes de référence du mouvement « bio ». Parmi ceux-là, nous pouvons citer *Bread from Stones* (Du pain à partir de la pierre) publié en Allemagne en 1893 par Julius Hensel et *Farmers of Forty Centuries – Permanent Agriculture in Japan, China and Korea* (« Quarante siècles d'agriculteurs – L'agriculture permanente au Japon, en Chine et en Corée »), écrit aux alentours de l'année 1900 par F.H. King et publié à titre posthume aux États-Unis en 1911.

On peut retracer **l'origine la plus plausible du mouvement en tant que tel en 1924 en Allemagne**, date à laquelle le philosophe **Rudolf Steiner** a animé une série de huit conférences sur l'agriculture. Cette participation faisait suite à des requêtes réitérées d'un groupe d'agriculteurs préoccupés par la dégradation de la qualité de leurs sols et de leurs cultures depuis l'introduction des engrais et pesticides de synthèse. Plus tard cette année-là, les conférences furent publiées dans un livre intitulé *Agriculture*.

M. Steiner a chargé Ehrenfried Pfeiffer de mettre au point des préparations spécifiques et des méthodes agricoles fondées sur les concepts philosophiques plus larges mis en avant dans ses conférences.

M. Pfeiffer a mis au point les préparations et a proposé le terme « Biodynamique » pour décrire ce nouveau concept agricole. Il a donné de nombreuses conférences dans toute l'Europe et a **initié le mouvement « biodynamique »**. C'est la raison pour laquelle de nombreux pays européens **utilisent les termes « bio » ou « biologique » pour décrire ce type d'agriculture.** Les pratiques et les préparations biodynamiques se sont maintenant répandues dans le monde entier.



Préparations biodynamiques

Peu de temps après le début du mouvement biodynamique, un éventail **d'autres organisations préoccupées par le lien entre la santé du sol et la santé humaine** ont vu le jour au cours des années 1930 et 1940.

Ces organisations, présentes essentiellement dans les pays de langue anglaise ou les anciennes colonies du Royaume-Uni comme l'Australie, la Nouvelle-Zélande, les États-Unis, l'Inde et l'Afrique du Sud, se fondaient sur le concept de la santé du sol et portaient des noms tels que *Soil Association, Healthy Soil Society, Soil and Health*.

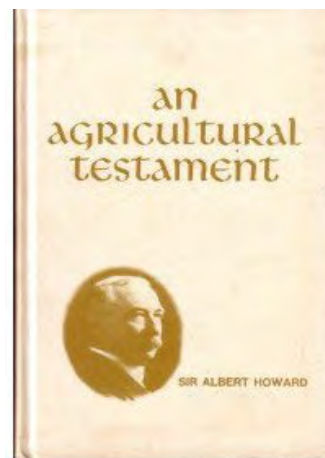
L'une des plus importantes est la **UK Soil Association** qui continue à jouer un rôle prépondérant au sein du mouvement bio au Royaume-Uni et à l'international. Ehrenfried Pfeiffer a pris la parole lors de conférences et d'événements importants organisés par les membres fondateurs de *la UK Soil Association*.

La plupart de ces organisations ont publié des magazines et des livres lus par un très large public.

Le livre qui eut la plus grande influence à l'époque fut « **An Agricultural Testament** », écrit par **Sir Albert Howard**.

M. Howard a passé beaucoup de temps en Inde et inventé des formes de compostage efficaces qui ont permis d'obtenir des rendements élevés de plantes saines.

Il a eu une grande influence sur M. Rodale qui a largement divulgué ses méthodes et diffusé le nom d'« agriculture biologique », pratique basée sur le recyclage de la matière organique grâce au compostage préconisé par M. Howard.

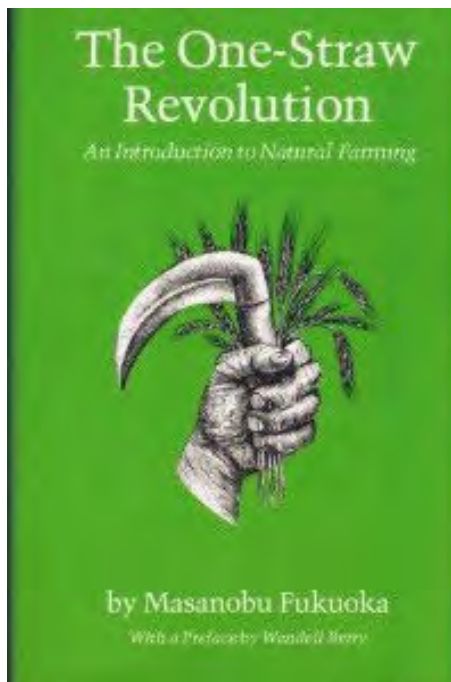




En 1962, la publication « *Silent Spring* » par Rachel Carson eut un effet retentissant pour sensibiliser le grand public aux dangers des pesticides alors couramment utilisés dans l'agriculture. Elle a suscité une énorme controverse et de **grandes préoccupations quant aux résidus chimiques présents dans les aliments et l'environnement.**

La pression du public a entraîné un renforcement des réglementations sur les pesticides et, encore plus important, **la création d'un mouvement de consommateurs exigeant que les aliments soient fabriqués sans produits chimiques toxiques.**

À ce moment aussi, la **sensibilisation du grand public quant à l'impact de l'agriculture** sur l'environnement s'est accrue et a entraîné un certain nombre d'approches « d'ensemble de systèmes » qui s'inscrivaient dans le paradigme biologique au sens large.



On peut citer, par exemple, ***The One-Straw Revolution*, écrit par l'agriculteur japonais Masanobu Fukuoka**, qui avait publié d'autres livres, mais celui-ci fut publié en anglais en 1978 et est rapidement devenu l'un des livres les plus influents. Ses méthodes d'« agriculture naturelle » se fondaient sur une **observation de la nature, puis sur la conception d'un système qui faisait de la nature son allié.** C'est la raison pour laquelle cette méthode était appelée parfois « agriculture du non-agir » (*Do-nothing farming* en anglais).

Malheureusement, certaines personnes ont mal compris le concept et, au lieu de mettre en place des systèmes soigneusement planifiés où la nature faisait le travail à la place des hommes, ils ne firent rien, puis critiquèrent M. Fukuoka disant que sa méthode était infructueuse.

Il fut l'un des **pionniers des systèmes de culture biologique des céréales sans labour et sans recours aux herbicides**. Ces systèmes étaient faciles à appliquer dans les petites exploitations.



En marge des travaux de M. Fukuoka, deux chercheurs australiens, **Bill Mollison et David Holmgren, publièrent en 1979 un livre intitulé *Permaculture***. Le terme permaculture est un mot-valise résultant de la fusion des termes « permanent » et « agriculture » ; le concept fut inventé par F.H. King dans son livre *Farmers of Forty Centuries*, publié en 1911.

La permaculture est un ensemble complet d'approches systémiques qui vise à former des systèmes entièrement intégrés incluant non seulement les pratiques culturelles, mais englobant aussi les concepts de l'écologie, l'horticulture, l'empilement vertical des systèmes de production pour augmenter le plus possible la captation de l'énergie solaire, les animaux, les systèmes aquatiques, l'architecture, l'efficacité énergétique et bien d'autres.

L'idéal serait de partir d'un bloc de terre libre et de concevoir un nouveau système basé sur les spécificités de ce bloc, son climat, sa topographie et d'autres particularités. Ainsi, chaque exploitation de permaculture serait unique.

En 1979, trois livres furent publiés traitant du concept de l'agroécologie. Gliessman publia le livre intitulé *Agroecosistemas y tecnologia agricola tradicional*, alors que Cox et Atkins publiaient *Agricultural Ecology: An Analysis of World Food Production Systems*, et Hart *Agroecosistemas: conceptos básicos*.

Ce fut le début du **mouvement de l'agroécologie**. Le laboratoire d'agroécologie de l'université de Californie à Berkeley propose la définition suivante : « *L'agroécologie est à la fois une science et un ensemble de pratiques : en tant que science, l'agroécologie consiste à appliquer la science écologique à l'étude, la conception et la gestion d'agrosystèmes durables* » (Altieri, 2002). « *Cela implique une diversification des exploitations en vue de faciliter les interactions et les synergies biologiques parmi les composantes de l'agrosystème, de manière à ce que la fertilité du sol puisse se régénérer, à maintenir la productivité et à protéger les cultures* » (Altieri, 2002).

Tous ces **systèmes agricoles s'inscrivent dans le paradigme de l'agriculture biologique au sens large** et font partie intégrante de la croissance continue et l'évolution des systèmes organiques.

1.1.3. Les origines du mouvement international formel

Le mouvement international formel a vu le jour le 5 novembre **1972** à Versailles, en France où, invités par Roland Chevriot de *Nature et Progrès*, Lady Eve Balfour, l'une des fondatrices de l'*UK Soil Association* au Royaume-Uni, Kjell Arman de la *Swedish Biodynamic Association*, Pauline Raphaely de la *Soil Association of South Africa* et Jerome Goldstein du *Rodale Institute* ont tenu une réunion et constitué l'**International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM)**.



Il s'agit l'organisation faitière internationale dont le rôle est à la fois de mener et d'unir le secteur bio dans le monde entier. C'est l'IFOAM qui définit les normes internationales, les politiques, les définitions et les positions autour de la multifonctionnalité de l'agriculture biologique, en consultation avec ses membres qui couvrent un large spectre de la filière dans la plupart des pays du monde.

De ce fait, les documents de l'IFOAM sont considérés comme des textes de référence crédibles.

1.2. Principes de l'agriculture biologique et définitions

1.2.1. Les principes de l'agriculture biologique

Les principaux enjeux et concepts défendus par les fondateurs et les leaders d'opinion clés du mouvement biologique au cours du siècle dernier, entre autres la santé des sols, l'écologie, la précaution et l'application du principe de précaution vis-à-vis des nouvelles technologies, ont été clairement abordés dans les quatre principes de l'IFOAM pour l'agriculture biologique.

Les quatre principes de l'agriculture biologique ont été définis à partir des pratiques biologiques actuelles au moyen d'une consultation étendue dans le monde entier menée par l'IFOAM (*International Federation of Organic Agricultural Movements*). Ils constituent le consensus international convenu relatif au fondement de la production biologique.

Ces principes sont utilisés par l'IFOAM et d'autres organisations bio pour définir la mise en place de pratiques, positions, programmes et normes.

L'agriculture biologique se base sur :

1. Le principe de la santé
2. Le principe de l'écologie
3. Le principe de l'équité
4. Le principe de précaution

☐ Principe de la santé



L'agriculture biologique doit conserver et favoriser la **santé du sol, des plantes, des animaux, de l'être humain et de la planète en tant qu'unité indivisible.**

Ce principe souligne que la santé des personnes et des communautés ne peut être séparée de la santé des écosystèmes : un sol sain produit une culture saine qui sera bénéfique pour la santé des animaux et des 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 résistance et la régénération sont les caractéristiques clés de la santé.

Le rôle de l'agriculture biologique, que ce soit en production, 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 grande qualité qui sont nutritifs** et contribuent à la prévention des maladies et au bien-être. En conséquence, elle se doit d'éviter l'utilisation de fertilisants, pesticides, produits vétérinaires et additifs alimentaires qui peuvent avoir des effets pervers sur la santé.

❑ Principe de l'écologie

L'agriculture biologique doit se fonder 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 postule 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 doivent 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, leur recyclage et une gestion efficace des matériaux et de l'énergie de façon à maintenir et améliorer la qualité environnementale et à préserver les ressources.



L'agriculture biologique doit **atteindre l'équilibre écologique** au travers de la conception des systèmes de culture, de la mise en place des habitats et de l'entretien de la diversité génétique et agricole. Ceux qui produisent, transforment, commercialisent ou consomment des produits biologiques doivent protéger et agir au bénéfice de l'environnement commun, incluant le paysage, le climat, l'habitat, la biodiversité, l'air et l'eau.

❑ Principe de l'équité

L'agriculture biologique doit 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 doit fournir à chaque personne engagée, une **bonne qualité de vie**, 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, 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 doivent être gérées d'une façon 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.

❑ Principe de précaution

L'agriculture biologique doit être conduite de manière prudente et responsable pour 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 à **des demandes et des conditions internes et externes**. Les personnes intéressées par l'agriculture biologique peuvent améliorer l'efficacité et augmenter la productivité, mais cela ne doit pas être fait **aux dépens de la santé et du bien-être**. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire d'évaluer les nouvelles technologies et de réexaminer les méthodes existantes. Étant donné les lacunes qui existent dans la compréhension des écosystèmes et de l'agriculture, la prudence est de mise.



Ce principe établit que **la précaution et la responsabilité sont des critères importants 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. Cependant, la connaissance scientifique seule n'est pas suffisante. L'expérience pratique, la sagesse accumulée, et le savoir traditionnel et indigène offrent des solutions valables et

éprouvées par le temps. L'agriculture biologique doit éviter de grands risques en adoptant des technologies adaptées et en rejetant celles qui sont imprévisibles, notamment le génie génétique. Les décisions doivent refléter les valeurs et les besoins de ceux qui pourraient être concernés, au travers de processus transparents et participatifs.

1.2.2. La définition de l'agriculture biologique

L'IFOAM a proposé une définition consensuelle de l'agriculture biologique qui montre clairement que les systèmes biologiques sont fondés sur la durabilité environnementale et sociale et englobent les sciences écologiques, les cycles naturels et les personnes.

Définition de l'IFOAM :

« L'agriculture biologique est un système de production qui maintient et améliore la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants ayant des effets adverses. L'agriculture biologique allie tradition, innovation et science au bénéfice de l'environnement commun et promeut des relations justes et une bonne qualité de vie pour tous ceux qui y sont impliqués ».

(www.ifoam.org)

Le **Codex Alimentarius de la FAO** (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), norme internationale pour le commerce des produits alimentaires, comporte une section qui couvre la production biologique, à savoir le **Codex Alimentarius pour la production, la transformation, la commercialisation et l'étiquetage des aliments issus de l'agriculture biologique**.



Elle ne propose pas une définition simple de l'agriculture biologique, mais plutôt un aperçu des types de pratiques et de principes qu'elle considère former un système biologique.

Quelques lignes du **Codex Alimentarius** relatives à l'agriculture biologique

L'agriculture biologique repose sur les principes suivants : utiliser le moins possible d'intrants et éviter l'emploi d'engrais et de pesticides de synthèse. Les pratiques culturales biologiques ne peuvent garantir que les produits soient totalement exempts de résidus, en raison de la pollution générale de l'environnement. Cependant, les méthodes utilisées ont pour objectif de minimiser la pollution de l'air, des sols et de

l'eau. Les intermédiaires, transformateurs et détaillants de denrées biologiques se conforment à des normes afin de maintenir l'intégrité des produits de l'agriculture biologique. Le principal objectif de l'agriculture biologique est d'optimiser la santé et la productivité d'entités interdépendantes que constituent la vie des sols, les plantes, les animaux et les êtres humains.

L'agriculture biologique est un système de gestion holistique de la production qui favorise la santé de l'agrosystème, y compris la biodiversité, les cycles biologiques et l'activité biologique des sols. Elle privilégie les pratiques de gestion plutôt que les facteurs de production d'origine extérieure, en tenant compte du fait que les systèmes locaux doivent s'adapter aux conditions régionales. Dans cette optique, des méthodes culturales, biologiques et mécaniques sont, dans la mesure du possible, utilisées de préférence aux produits de synthèse, pour remplir toutes les fonctions spécifiques du système.

Un système de production biologique est conçu pour :

- a) augmenter la diversité biologique dans l'ensemble du système ;
- b) accroître l'activité biologique des sols ;
- c) maintenir la fertilité des sols à long terme ;
- d) recycler les déchets d'origine végétale et animale afin de restituer les éléments nutritifs à la terre, réduisant ainsi le plus possible l'utilisation de ressources non renouvelables ;
- e) s'appuyer sur les ressources renouvelables dans les systèmes agricoles organisés localement ;
- f) promouvoir le bon usage des sols, de l'eau et de l'air et réduire le plus possible toutes les formes de pollution que les pratiques culturales pourraient provoquer ;
- g) manipuler les produits agricoles, en étant notamment attentif aux méthodes de transformation, afin de maintenir l'intégrité biologique et les qualités essentielles du produit à tous les stades...

1.2.3. Principales différences entre les systèmes conventionnels et les systèmes biologiques

La plupart des normes de production biologique imposent que la **production biologique évite l'emploi d'engrais et de pesticides de synthèse.**

Il s'agit là d'une grande différence entre les produits conventionnels et les produits bio. Malheureusement, cette notion a induit certaines personnes à penser erronément que comme les systèmes biologiques n'utilisaient pas ces deux intrants conventionnels principaux, ils n'utilisaient aucun engrais pour pallier les insuffisances nutritionnelles ni aucun procédé pour traiter les ravageurs et les maladies.



L'agriculture biologique n'est pas un système négligent.

Elle refuse la nécessité de recourir à des pesticides ou engrais de synthèse en améliorant la fertilité du sol par l'usage de composts, sels minéraux naturels, les cultures de couverture et le recyclage des matières organiques. **Elle fait appel à des systèmes de gestion culturale et écologique pour lutter contre les ravageurs, les mauvaises herbes et les**

maladies, et utilise de manière parcimonieuse des biocides naturels d'origine minérale, végétale et biologique en tant qu'outils de dernier recours.

1.2.4. De l'agriculture de substitution à l'approche de l'ensemble de systèmes

Lorsque des produits certifiés « bio » sont vendus sur le marché, ils doivent satisfaire les normes spécifiques et les exigences juridiques de ce marché.

Cependant, du point de vue général, l'agriculture biologique est très vaste et peut couvrir un grand nombre de types de systèmes agricoles différents. L'objectif de l'IFOAM « vise à l'adoption, dans le monde entier, de systèmes écologiquement, socialement et économiquement solides, fondés sur les principes de l'agriculture biologique ».

Cela signifie que les systèmes agricoles sont biologiques lorsqu'ils sont conformes aux principes de l'IFOAM relatifs à l'agriculture biologique et à sa définition. En réalité, si l'on observe l'agriculture dans le monde entier on s'aperçoit que la **majorité des agriculteurs sont des petits exploitants qui sont en grande partie biologiques par défaut**.

Il est possible **d'augmenter sensiblement les rendements** en montrant à ces exploitants comment **compléter leurs méthodes traditionnelles avec de bonnes pratiques biologiques** telles que :

- une meilleure fertilisation des sols ;
- une meilleure lutte contre les ravageurs et les maladies ;
- une utilisation efficace de l'eau ;
- de meilleures méthodes de lutte contre les mauvaises herbes ;
- une intensification écologique.

Il est **reconnu que l'agriculture biologique améliore les rendements** tout en apportant un éventail d'avantages sociaux et environnementaux, **en particulier pour les petits exploitants dans les pays en développement** (Badgley, 2007) ; (FAO, 2007) ; (Leu, 2004) ; (Pimentel, 2005) ; (PNUE-CNUCED, 2008).

Un rapport de deux institutions des Nations Unies, le PNUE et la CNUCED, a montré que l'agriculture biologique augmente sensiblement les rendements en Afrique. « [...] le rendement moyen des cultures [...] avait augmenté de 116 % dans tous les projets africains [...]. Les informations fournies dans cette étude soutiennent l'hypothèse qui postule que **l'agriculture biologique peut être plus bénéfique pour la sécurité alimentaire en Afrique que la plupart des systèmes de production traditionnels** et qu'elle est susceptible d'être plus viable sur le long terme ».

Supachai Panitchpakdi, secrétaire général de la CNUCED, et Achim Steiner, directeur exécutif du PNUE, ont déclaré : « Toutes les études de cas relatives à la production alimentaire dans cette recherche où les données ont été rapportées ont démontré une augmentation de la productivité des cultures par hectare, ce qui remet en question le mythe populaire selon lequel l'agriculture biologique n'est pas à même d'augmenter la productivité agricole » (PNUE-CNUCED, 2008).

Dans de nombreux cas, lorsque les agriculteurs se lancent dans la voie de l'agriculture biologique, ils pratiquent l'« **agriculture biologique par négligence** », l'« **agriculture biologique par défaut** » ou une « **agriculture de substitution** ».

Les deux premiers systèmes concernent des agriculteurs qui évitent principalement d'avoir recours à des engrais et des pesticides de synthèse sans prendre les mesures appropriées pour conserver la fertilité des sols. Ce sont les exemples les moins heureux de systèmes biologiques, généralement à faible rendement, et qui sont critiqués à juste titre par la majorité des analystes.

L'« agriculture de substitution » est celle où les agriculteurs biologiques remplacent les engrais et pesticides chimiques de l'agriculture conventionnelle par des apports agréés du point de vue biologique. Ces systèmes biologiques sont principalement des systèmes conventionnels dont les apports sont bien meilleurs pour l'environnement et la santé humaine. Certains de ces systèmes arrivent à obtenir un très grand rendement grâce aux niveaux de nutriments et aux systèmes de gestion des traitements phytosanitaires.

Les agriculteurs et exploitants de terres devraient viser des systèmes biologiques suivant une approche d'ensemble de systèmes intégrant tous les éléments de l'exploitation dans un système hautement productif et robuste. Les bons exploitants peuvent tirer des leçons de l'agroécologie, la permaculture, l'agriculture naturelle, la science des sols moderne, la microbiologie, l'entomologie et de nombreuses autres sciences appliquées et pratiques pour atteindre ce résultat.

Ce manuel est fondé sur le modèle l'« approche de l'ensemble de systèmes » de l'agriculture biologique et permettra au lecteur de trouver les informations nécessaires pour appliquer cette approche à leurs systèmes agricoles.

1.3. Une opportunité de développement

1.3.1. Biologique : la filière agricole en plus forte croissance dans le monde entier

Le livre *The World of Organic Agriculture* est édité tous les ans et contient les statistiques produites par le FiBL et l'IFOAM. Il donne un excellent aperçu des informations sur la filière biologique dans le monde entier (rapport de février 2022).



La croissance des **marchés pour les ventes de produits bio** ne cesse d'**augmenter** et de résister au ralentissement des marchés globaux dans de nombreux pays. Les données montrent que, dans presque tous les continents et tous les pays, la filière bio est en expansion et les marchés bio en forte croissance.

Si l'on compare les ventes mondiales de produits biologiques de 33,2 milliards USD en 2005 au chiffre de 15,2 milliards USD en 1999, on observe une tendance constante à une forte croissance. Le chiffre d'affaires du commerce de détail bio dépassait les 120 milliards d'euros en 2020. La tendance positive se poursuit.

Avec une hausse de 14 milliards d'euros par rapport à 2019, le marché mondial des produits biologiques a connu une croissance sans précédent en raison de la pandémie. En 2020, le marché total s'élevait à plus de 120 milliards d'euros. Le premier marché était celui des États-Unis (49,5 milliards d'euros), devant l'Allemagne (15 milliards d'euros) et la France (12,7 milliards d'euros). En 2020, de nombreux marchés importants ont enregistré des taux de croissance à deux chiffres : le marché bio allemand, par exemple, a connu une croissance de 22 %. Ce sont les consommatrices et consommateurs suisses qui ont le plus dépensé pour les aliments bio en 2020. Le Danemark, quant à lui, détenait la part de marché bio la plus élevée (13 % de son marché alimentaire total). Dans de nombreux pays, la crise liée à la COVID-19 a entraîné une forte hausse de la demande de produits biologiques.

Si l'on compare les ventes mondiales de produits biologiques de 33,2 milliards USD en 2005 au chiffre de 15,2 milliards USD en 1999, on observe une tendance constante à une forte croissance.

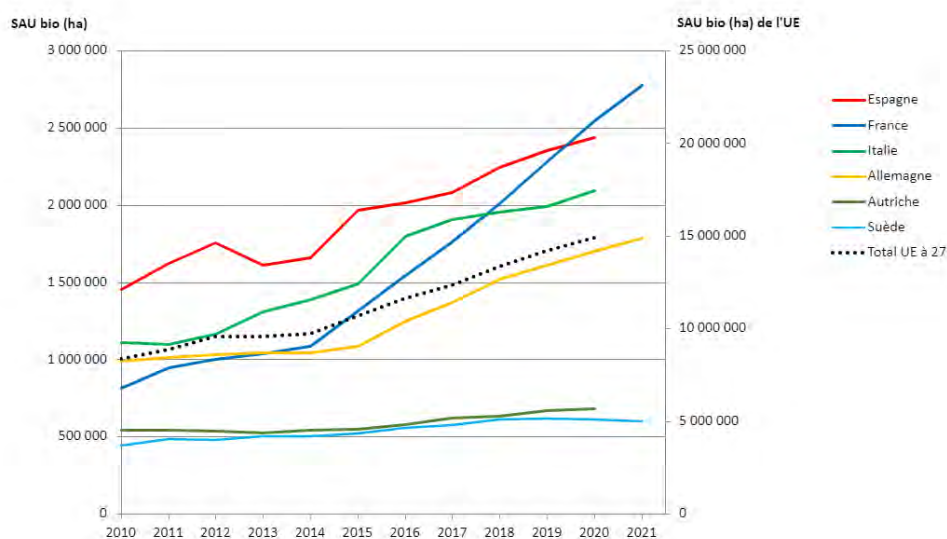
En 2020, **on a recensé 3,4 millions de productrices et producteurs bio à travers le monde**, soit une augmentation de 7,6 % par rapport à 2019. L'Inde est le pays qui comptait le plus grand nombre de productrices et producteurs bio (1,6 million).

Près de 75 millions d'hectares de surface agricole étaient cultivés en bio fin 2020, soit une hausse de 4,1 % ou de près de 3 millions d'hectares par rapport à 2019. L'Australie restait le pays ayant la plus grande surface agricole biologique (35,7 millions d'hectares), devant l'Argentine (4,5 millions d'hectares) et l'Uruguay (2,7 millions d'hectares). **La surface consacrée à l'agriculture biologique a augmenté sur tous les continents.**

La moitié de la surface agricole biologique mondiale se trouvait en Océanie (35,9 millions d'hectares). L'Europe comptait la deuxième plus grande surface (17,1 millions d'hectares), suivie de l'Amérique latine (9,9 millions d'hectares).

À l'échelle mondiale, 1,6 % de la surface agricole était cultivée en bio en 2020. Néanmoins, de nombreux pays avaient des parts beaucoup plus élevées. Les pays ayant la part bio la plus élevée par rapport à leur surface agricole totale étaient le Liechtenstein (41,6 %), l'Autriche (26,5 %) et l'Estonie (22,4 %). Dans 18 pays, 10 % ou plus de la surface agricole était cultivée en bio.

En 2019, le marché bio de l'Union européenne approchait 45,2 milliards d'euros. Plus de 343 600 exploitations agricoles cultivaient près de 14,7 millions d'hectares selon le mode biologique dans l'Union européenne à 28 (y compris les surfaces en conversion), soit 8,1% de la surface agricole utile européenne.



Évolution des surfaces bio et en conversion dans les principaux pays européens

Alors que la croissance du marché des produits agroalimentaires biologiques de l'UE s'est poursuivie, **les importations** de produits agroalimentaires biologiques ont légèrement diminué entre 2019 et 2020. En 2020, 2,79 millions de tonnes métriques (MT) de produits agroalimentaires biologiques ont été importées, soit une diminution de 1,9 % par rapport aux 2,85 millions de MT importées en 2019. Un examen détaillé des catégories de produits montre une augmentation des importations de fruits tropicaux et une baisse des importations de céréales, de tourteaux et de sucre. **Les principaux États membres de l'UE importateurs en 2020 étaient les Pays-Bas, l'Allemagne et la Belgique.**

Une autre filière qui a le vent en poupe est la cueillette sauvage certifiée bio. Elle concernait plus de 41 millions d'hectares en 2009 par rapport à 31 millions d'hectares en 2008.

Cette activité est très importante, car elle permet la cueillette durable de ressources sauvages, garantissant la conservation des écosystèmes à forte biodiversité et fournissant des ressources aux personnes qui exploitent ces écosystèmes. Il s'agit de l'un des exemples les plus réussis d'un système axé sur le marché qui rétribue les propriétaires terriens pour des services écosystémiques et représente une incitation économique pour la conservation des écosystèmes qui deviennent des sources de revenus durables.

Cela signifie qu'il existe plus de 78 millions d'hectares certifiés pour une production biologique. Le chiffre réel de la superficie de terres gérées de manière biologique serait largement plus de deux fois supérieur, étant donné que la majorité des agriculteurs sont de petits exploitants qui utilisent des méthodes biologiques, mais ne sont pas certifiés.

☐ Afrique

En 2020, il y avait plus de 2 millions d'hectares de terres agricoles certifiées biologiques en Afrique. **L'Afrique a déclaré 149 000 hectares de plus qu'en 2019, soit une augmentation de 7,7 %**. On comptait près de 834 000 producteurs biologiques en Afrique. Les pays ayant le plus de producteurs biologiques étaient l'Éthiopie (près de 220 000), la Tanzanie (près de 149 000) et l'Ouganda (plus de 139 000). On peut supposer que le nombre total de producteurs est plus élevé car certains pays ne communiquent que le nombre des entreprises ou sociétés agricoles, et non le nombre d'agriculteurs ou de petits exploitants (enquête FiBL 2022).

La Tunisie était le pays avec la plus grande superficie biologique (plus de 290 000 hectares en 2020). Le pays ayant le pourcentage le plus élevé de terres consacré à l'agriculture biologique dans la région était l'État insulaire de São Tomé-et-Príncipe, avec 20,7 % de sa superficie agricole consacrée aux cultures biologiques.

La majorité des produits biologiques certifiés en Afrique sont destinés aux marchés d'exportation. Les principales cultures concernées sont les noix, les olives, le café, le cacao, les oléagineux et le coton.

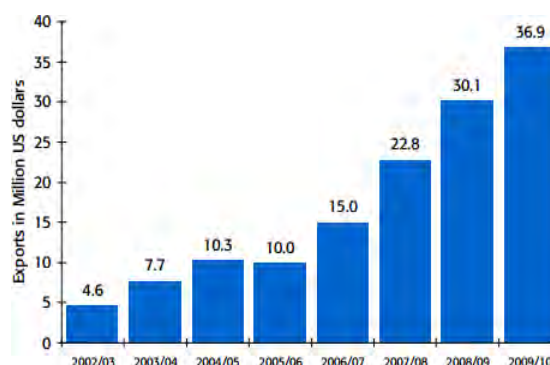
Cinq pays d'Afrique ont une législation sur l'agriculture biologique, et cinq pays sont en train d'en élaborer une. Six pays d'Afrique disposent d'une norme nationale mais n'ont pas de législation sur la définition de l'agriculture biologique (*East African Organic Product Standard*).

Un instantané des données de 2010 pour quelques pays clés montrait déjà que le taux de croissance continue à augmenter.

☐ Ouganda

En Ouganda, actuellement **226 954 hectares** sont affectés à l'agriculture biologique (en augmentation par rapport à 2008/2009 où le pays comptait 210 245 hectares), avec **187 893 agriculteurs** soit 1,3 hectare par agriculteur en moyenne. La plupart de ces agriculteurs sont des petits exploitants.

Les principaux produits exportés sont le café, le cacao, les fruits secs, des fruits/pulpes surgelés, des produits frais (comme l'ananas, la pomme, la banane, la mangue, le jaque, le plantain, la papaye), le gingembre, le sésame, le coton, la vanille, le piment oiseau, le poivre noir et la cardamome, tous des produits bio.



Valeur des exportations de produits biologiques en millions USD pour la période 2002-2010

La filière de **l'exportation de produits biologiques de l'Ouganda** a enregistré une croissance à deux chiffres en 2009/2010 malgré la crise économique mondiale. L'étude a montré que les exportations de produits bio en 2009/2010 ont progressé de 30,1 millions USD à 36,9 millions USD, soit **une croissance globale de 22,7 % en valeur**, par rapport à la période précédente.

☐ Kenya

Au Kenya, le marché intérieur des produits bio est en rapide croissance (données de 2008).

Le nombre d'entreprises certifiées bio qui alimentent le marché intérieur a augmenté pour atteindre le nombre de 27, dont neuf sont des groupements de petits producteurs. Neuf autres entreprises bio axées sur l'exportation vendent aussi une petite partie de leurs produits localement.



Le réseau kényan de l'agriculture biologique KOAN estime le montant à près de 30 millions KES (soit environ 270 000 EUR), ce qui représente 4,6 % du chiffre d'affaires total de la filière bio.

La **croissance annuelle du volume du marché bio intérieur** est actuellement estimée à **40 %**. Avec un coup de pouce de la communauté internationale au sens large, qui collabore avec plusieurs bureaux des Nations unies, les primes attribuées aux produits agricoles représentent de 30 à 40 %.

Actuellement, **près de 3 000 agriculteurs vendent des produits bio** dans différents points de vente. 1 300 de ces agriculteurs représentant 7 associations d'agriculteurs et 17 exploitants, ont obtenu la **certification via un système de vérification tiers**, les autres étant formés aux technologies de production biologique et ayant conclu un arrangement de vérification avec l'acheteur. Les produits commercialisés par ces agriculteurs sont entre autres des légumes, des fruits, des salades, des herbes, des épices, des légumineuses et des produits transformés tels que le miel, les confitures, les produits laitiers, les légumes déshydratés, les tisanes et les fruits secs.

☐ Allemagne

Les trois premiers trimestres de l'année ont été positifs pour le commerce allemand d'aliments bio en gros qui a enregistré une croissance de 6 % pour atteindre un chiffre de vente d'environ 628 millions EUR. Cette croissance était légèrement inférieure au chiffre des trois premiers trimestres de 2008 qui était de 7,7 %.

La filière des produits frais a augmenté de 6,2 % (395 millions EUR), chiffre légèrement supérieur à celui des produits d'épicerie de 5,6 % (233 millions EUR), selon les informations de BNN².

☐ Italie

La croissance moyenne de la filière des aliments bio est de 7,5 % par an depuis 2004.

L'étude d'Ismea/AC Nielsen a révélé que les ventes de fruits et légumes frais avaient connu une augmentation de 32 %, ce chiffre étant de 24,7 % pour les œufs, de 7,5 % pour le pain et de 4,5 % pour les boissons en 2009.

Les Italiens ont acheté 6,6 % plus d'aliments bio conditionnés en 2009, en augmentation par rapport au chiffre de 5,2 % en 2008.

20 % du montant total dépensé pour les produits bio conditionnés concernait les produits laitiers, 19,5 % les fruits et les légumes et 14 % les produits pour le petit déjeuner. Les produits individuels les plus achetés étaient les œufs, le lait frais et les yaourts, ainsi que les boissons au soja, les aliments pour bébés, les jus de fruits, les huiles d'olive et les pâtes. Les achats dans les discounts ont augmenté de 45,9 %.

❑ États-Unis

L'étude annuelle réalisée par l'*Organic Trade Association* a montré que la filière bio aux États-Unis avait atteint 29 milliards USD en 2010 par rapport à 26,6 milliards USD en 2009. En 2008, elle valait 24,6 milliards USD en nette croissance de 17,1 % par rapport aux ventes de 2007, pendant une période économique difficile.

Malgré la pire crise économique à laquelle le pays ait été confronté en 80 ans, la filière bio aux États-Unis est sortie de la récession en embauchant des employés, multipliant les exploitations et augmentant ses revenus.

Les résultats de la filière bio ont augmenté de 8 % en 2010, laissant sensiblement derrière l'industrie alimentaire dans son ensemble qui a affiché une croissance inférieure à 1 % en 2010.

❑ Chine

L'*Organic Food Development Center* (OFDC) officiel évalue le chiffre des ventes intérieures de produits bio à environ 500 millions USD. Les organismes de certification bio estiment que la production augmentera de 30 à 50 % dans les années à venir et que les exportations de produits bio pourraient augmenter pour représenter 5 % du total des exportations d'aliments à l'horizon 2020.

❑ Pérou

Le **commerce d'exportation** péruvien de produits bio a poursuivi sa **croissance au cours des deux dernières années**, malgré la récession mondiale. L'Office de promotion du tourisme et des exportations du Pérou a estimé que le montant des **exportations d'aliments bio du pays a augmenté de 13 % en 2009** pour atteindre 225 millions USD. Le café bio est celui qui obtient les meilleurs résultats. Le Pérou est l'un des plus gros exportateurs de grains de café certifiés bio. Il exporte aussi du cacao et des bananes, parmi d'autres produits.

Les exportations bio du Pérou continueront d'augmenter, permettant aux petits exploitants d'accroître considérablement leurs recettes.

1.3.2. Nourrir d'abord les siens, pour s'occuper ensuite du marché

Le **problème le plus urgent** pour des centaines de millions de petits exploitants consiste à **nourrir leur famille**. La sécurité alimentaire s'inscrit d'abord dans la nécessité de pouvoir assurer l'alimentation de leur famille.

Cependant, pour ces agriculteurs comme pour tous les autres, **une alimentation de subsistance ne suffit pas**. Ils doivent pouvoir compter sur des revenus de manière à pouvoir assurer la scolarité de leurs enfants, payer les médicaments et les soins médicaux, assurer les soins vétérinaires de leur bétail, acheter des vêtements, un logement et pourvoir aux besoins de base de la vie.



Ils ont **besoin d'avoir accès à des marchés** pour vendre leurs produits et gagner l'argent nécessaire.

Le principal problème pour le petit exploitant, mais aussi pour ceux qui gèrent de grandes exploitations, est de pouvoir compter sur des marchés qui leur permettent de vendre leurs produits à des prix corrects. Dans de nombreux cas, les agriculteurs produisent des cultures dont ils envoient le surplus aux marchés ou à des grossistes, pour s'apercevoir qu'ils n'en reçoivent que peu, voire rien du tout en raison d'un excédent d'offres sur ce marché.

Si les agriculteurs ne peuvent pas vendre des produits de manière à obtenir des rentrées financières rentables, cela signifie généralement qu'ils perdent de l'argent.

Il est indispensable que les agriculteurs s'intéressent à leurs marchés et mettent en place des programmes pour adapter les types, les quantités et le moment de mise sur le marché de leurs cultures et connaître les prix qu'ils en obtiendront avant même de semer les premières graines.

Les meilleurs agriculteurs travaillent avec leurs marchés et instaurent une relation professionnelle et de confiance avec leurs acheteurs.

1.3.3. Passer du local à l'exportation

Le **meilleur moment pour pénétrer** un marché quel qu'il soit, c'est **quand il est encore petit et en pleine croissance**. Cela veut dire qu'il est plus facile de pénétrer un marché et de faire reconnaître sa marque lorsque la filière ne représente que 2 ou 3 % du marché global que lorsqu'elle est très étendue. La reconnaissance de la marque et les ventes augmentent au fur et à mesure de la croissance du marché.

Pour de nombreux produits, la filière bio remplit ces critères.

Un autre problème important est que, généralement, il est **préférable que les petits producteurs ciblent plutôt les marchés de niche brassant de petits volumes de grande valeur plutôt que** d'essayer d'entrer en concurrence avec des sociétés multinationales dans les **marchés de marchandises brassant de grands volumes de petite valeur**.



De nombreux domaines de la filière bio correspondent aux catégories des **marchés de niche brassant de petits volumes de grande valeur**.

La filière bio comprend de **nombreux marchés** adaptés à la vente de produits agricoles. Il peut s'agir de secteurs aux chaînes d'approvisionnement courtes, par exemple, les **ventes en direct de la ferme**, les partenariats entre consommateurs et agriculteurs (*Tei Kei* au Japon) et des **marchés paysans locaux**, mais aussi de grossistes régionaux et nationaux, des **ventes aux supermarchés et des exportations** dans le monde entier.



Marché paysan bio local

Tous ces points de vente sont en expansion et proposent un large éventail d'options. Les bons agriculteurs doivent réfléchir et identifier une liste de marchés adaptés. Étant donné que la valeur des marchés est instable, il est **important de se positionner sur plusieurs marchés**. Si un producteur n'est positionné que sur un marché confronté à un problème et qui ne peut plus payer ou accepter ses produits, cela signifie que le producteur perd des revenus. Cependant, s'il est positionné sur plusieurs marchés et que l'un des marchés est confronté à un problème, il peut alors replacer ses produits sur les autres marchés et ne pas perdre de revenus.

Un bon exemple de cette stratégie est la tendance observée en Italie quant aux nouveaux débouchés de marché. Le rapport annuel de Bio Bank qui révèle que plusieurs chiffres de ventes d'opérateurs bio en Italie ont augmenté de 2007 à 2009, a analysé la croissance de divers marchés du bio et révèle qu'alors que les ventes en magasin avaient augmenté de 2 %, les ventes dans de **nombreux autres domaines** avaient augmenté bien davantage :

- les groupements d'achat ont augmenté de 68 % ;
- la vente directe à la ferme a augmenté de 32 % ;
- les restaurants de 31 % ;
- les ventes par Internet de 25 % ;
- les cantines scolaires de 23 % ;
- les vacances à la ferme de 22 % ;
- les marchés paysans de 10 %.

Cela montre qu'il existe de **nombreux débouchés intéressants qui devraient être mis à profit par les agriculteurs**. Un vieil adage paysan dit : « Il ne faut jamais mettre tous ses œufs dans le même panier ».

Les agriculteurs biologiques ont toujours disposé d'un large éventail de marchés et ils sont nombreux à être en contact direct avec leurs consommateurs. C'est l'une des principales raisons justifiant que le nombre d'exploitations biologiques continue à augmenter et le nombre total d'exploitations conventionnelles ne cesse de diminuer.

Il est aussi important de signaler que ces types de marchés locaux garantissent la viabilité des exploitations familiales et de petite taille.

Actuellement, **deux tendances facilitent l'accès des petits exploitants à des marchés viables.**

Les **systèmes de garantie participative** (SGP) sont des systèmes où les agriculteurs s'évaluent les uns les autres pour certifier qu'ils sont entièrement biologiques. Ces systèmes fonctionnent essentiellement pour les marchés au niveau local et national.



Panneau d'un agriculteur indiquant qu'il fait partie d'un système de garantie participative

Les **systèmes de certification groupée** concernent les systèmes certifiés par un organisme de certification tiers agréé en tant que groupement pour divers marchés, dont les marchés à l'exportation.

Ces deux systèmes permettent de diminuer sensiblement les coûts pour les entreprises individuelles et de garantir tant à l'agriculteur qu'au client que les produits sont issus de systèmes réellement biologiques.

Les **agriculteurs biologiques** travaillent encore en **coopératives** qui font partie des entreprises les plus fructueuses dans le monde entier.



Agriculteurs de la Huiwani Cooperative Society en Nouvelle-Guinée

La plus grande entreprise bio du monde est une coopérative portant le nom d'Organic Valley située aux États-Unis. Son chiffre d'affaires est supérieur à 200 millions USD par an.

La coopérative Organic Valley a été créée en janvier 1988, période à laquelle les exploitations familiales étaient en voie d'extinction. Une poignée d'agriculteurs du sud-ouest du Wisconsin partageant leur amour de la terre ont créé la coopérative paysanne.



La clé de leur réussite réside dans le modèle d'entreprise de leur coopérative. Elle s'agrandit d'année en année et intègre de nouveaux membres agriculteurs. Les 1 658 familles d'agriculteurs qui produisent les produits alimentaires de qualité supérieure ont leur mot à dire quant à l'avenir de l'entreprise, car cette dernière leur appartient.

La réunion des agriculteurs en coopérative pour commercialiser leurs produits est l'une des meilleures stratégies.



Chapitre 2

Fertilité du sol dans l'agriculture biologique

Les sols dans l'agriculture biologique	27
Éléments de la fertilité du sol	39
Gestion de la fertilité du sol dans l'agriculture biologique	57
Éviter les techniques agricoles qui détruisent la matière organique du sol.....	77

2.1. Les sols dans l'agriculture biologique

2.1.1. La santé des sols

La santé des sols est essentielle pour une agriculture biologique durable et productive.



Un sol de mauvaise qualité ne peut faire pousser que des plantes de qualité médiocre, entraîne un accroissement des ravageurs et des maladies et un faible rendement. La clé pour obtenir un sol en bonne santé est une **bonne gestion de la matière organique**, car cette dernière lui confère une structure friable ouverte qui facilite le drainage et la rétention de l'eau, et régule le pH des sols qui ont naturellement tendance à devenir acides ou alcalins.

Elle permet aussi de créer de grandes molécules organiques complexes qui **permettent l'adsorption (la rétention) d'ions minéraux qui pourront être ultérieurement utilisés par les cultures**. Ceci est très important dans les régions inondées par de grosses pluies périodiques, car ces molécules de carbone organique empêchent le lessivage des ions minéraux, retiennent ces nutriments sur l'exploitation pour une utilisation ultérieure par les cultures et empêchent l'eutrophisation des captages d'eau. Les formes stables de la matière organique telle que l'humus et le charbon agissent en tant que support de stockage et de réserve pour ces minéraux. Les acides humique, fulvique, ulmique et autres acides organiques tels que les acides carboniques et acétiques provenant de la dégradation de la matière organique aident à libérer les minéraux captifs qu'ils transforment pour les mettre à la disposition des plantes. On dit alors que les **minéraux sont biodisponibles**.

Un autre rôle important de la matière organique est **d'encourager la croissance des micro-organismes bénéfiques du sol** qui rendent biodisponibles des éléments tels que l'azote, le phosphore, le potassium et les éléments traces. Elle abrite aussi des champignons utiles tels que *Trichoderma* spp. et *Penicillium* spp., qui participent à la lutte contre des pathogènes tels que *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Armillaria*, *Pythium*, etc.

Pour obtenir des rendements élevés, il faut privilégier une approche d'ensemble de systèmes pour la gestion des sols, notamment faire une analyse complète du sol pour évaluer l'équilibre du sol en éléments minéraux. Il est important que le sol renferme suffisamment de nutriments disponibles pour les plantes dans un équilibre adéquat pour s'assurer que la culture ne souffre pas de carences et qu'elle peut atteindre son plein potentiel génétique. **Un équilibre correct des éléments minéraux** est indispensable pour la santé des cultures et pour les micro-organismes qui font partie du réseau trophique du sol et participent à la production de cultures saines.

Un avantage de la nutrition totale est **que les plantes saines sont plus robustes** dans les conditions défavorables telles que la sécheresse et les pluies abondantes et résistent mieux aux ravageurs et aux maladies.

2.1.2. 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. La plupart des manuels d'agronomie proposent uniquement ce modèle d'absorption des nutriments par les plantes, ce qui explique pourquoi on accordait si peu d'importance au rôle de la matière organique dans le sol.

Alors que l'absorption de minéraux présents dans la solution du sol permet à la plante de satisfaire une grande partie de ses besoins en minéraux, ce n'est pas la seule méthode dont elle dispose. Les recherches ont démontré que les plantes **obtiennent aussi des niveaux sensiblement élevés de nutriments par échange d'ions, en absorbant des molécules organiques plus grandes**, par exemple, des chélates et des acides aminés **grâce à une symbiose directe** avec des micro-organismes, **à l'action des enzymes des racines et au travers des stomates de leurs feuilles**. Plusieurs de ces éléments critiques pour la nutrition des plantes sont clairement liés au cycle de la matière organique dans les sols.

La première étape consiste à comprendre ce qui constitue la matière organique et en particulier la matière organique du sol (MOS).

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

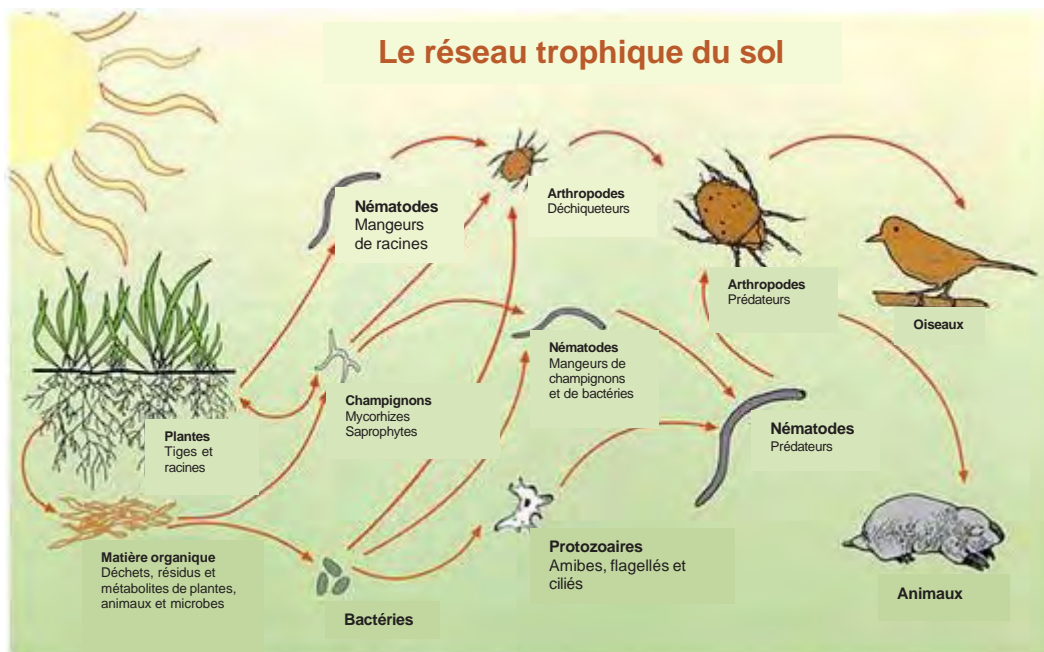
La matière organique du sol provient de la décomposition de parties de plantes vivantes et mortes et d'excréments de plantes, d'animaux, d'insectes, de micro-organismes et de toutes les formes de vie biotiques.

La matière organique du sol est très complexe, et les scientifiques et les chercheurs commencent à peine à comprendre une partie de cette complexité. Les recherches en cours montrent qu'elle est composée de deux fractions principales qui font partie de deux cycles qui se recoupent et se chevauchent en permanence.

Ces principaux cycles sont la **fraction labile ou volatile** et la **fraction non labile ou stable**.

❑ La fraction labile ou volatile

La fraction labile est composée de matière organique en décomposition. Il s'agit de la partie la plus importante des cycles de la matière organique du sol. C'est là que les microbes décomposent les résidus des cultures, feuilles, brindilles, branches, excréments des racines, déjections animales, cadavres d'animaux et qu'ils libèrent tous les éléments minéraux, les sucres et autres composés dans les sols pour alimenter les plantes et d'autres micro-organismes. Ce processus complexe s'appelle le **réseau trophique du sol**.



L'une des propriétés essentielles de ce cycle est qu'il doit être continuellement alimenté en matière organique fraîche pour rester actif.

Certains modèles ne considèrent que ce cycle, sans analyser de plus près les cycles de la matière organique du sol. Ces modèles supposent que tout le carbone de la matière organique doit être entièrement décomposé en dioxyde de carbone (CO_2) avant que les éléments minéraux ne puissent être libérés pour nourrir les plantes.

Dans les écosystèmes naturels et les systèmes agricoles bien gérés, certaines parties de la matière organique en décomposition forment des fractions stables de carbone et de matière organique du sol.

❑ La fraction non labile ou stable

Les fractions de la matière organique **les plus stables sont l'humus**, la glomaline (produite par les champignons) et le **charbon**. Les recherches démontrent que l'humus et le charbon peuvent perdurer dans le sol pendant des milliers d'années. D'autres fractions sont moins stables (labiles) et se volatilisent facilement en CO_2 .

Les biocharbons (charbon provenant de sources vivantes) sont actuellement mis en avant en tant que forme stable du carbone du sol, parmi d'autres avantages qu'ils procurent au sol et aux cultures.

Alors que les biocharbons présentent plusieurs avantages, **ceux de l'humus du sol sont encore plus importants.**

☐ L'humus améliore la disponibilité des nutriments

- Il stocke de **90 à 95 % de l'azote**, de **15 à 80 % du phosphore** et de **20 à 50 % du soufre** dans le sol.
- Il possède de nombreux sites qui retiennent les minéraux et augmente donc grandement la concentration totale en cations extractibles (la quantité de nutriments disponibles pour les plantes que le sol peut stocker).
- Il stocke des cations, tels que le calcium, le magnésium, le potassium et tous les éléments traces.
- Il peut stocker des quantités d'anions (nitrates, soufre, phosphore) bien supérieures que les argiles.
- Le complexe des acides humiques (humique, fulvique, ulmique et autres) permet de rendre les éléments minéraux disponibles en dissolvant ceux qui sont captifs.
- Il empêche le blocage des ions minéraux.
- Il empêche le lessivage des nutriments en les retenant.
- Il favorise la présence d'un éventail de microbes qui rendent des éléments minéraux captifs disponibles aux plantes.
- Il aide à neutraliser le pH.
- Il régule le pH du sol et évite les fluctuations importantes.

☐ L'humus améliore la structure des sols

- Il améliore la structure du sol en créant des espaces dans lesquels peuvent s'infiltrer l'air et l'eau.
- Il favorise la formation d'agrégats robustes de bonne qualité.
- **Il empêche l'érosion des sols.**
- Il encourage la présence de macro-organismes (vers de terre, scarabées, etc.) qui forment des pores dans le sol.

☐ L'humus est directement favorable aux plantes

- Les pores permettent aux micro-organismes de transformer l'azote de l'air en nitrate et ammoniaque.
- Le dioxyde de carbone du sol présent dans ces poches d'air favorise la croissance des plantes.
- **Il favorise la croissance des plantes et des microbes** grâce à des composés qui stimulent la croissance.
- Il favorise la croissance des racines en facilitant leur cheminement dans le sol.

☐ L'humus améliore les relations entre le sol et l'eau

- Sa structure ouverte **augmente l'absorption de l'eau de pluie**.
- Il empêche la déperdition d'eau par ruissellement.
- Les molécules d'humus peuvent absorber 30 fois leurs poids d'eau.
- Cette eau est **stockée** dans le sol pour **une utilisation ultérieure par les plantes**.
- L'amélioration de la formation des agrégats permet de maintenir un bon drainage du sol.

☐ L'humus et les nutriments du sol : les échanges d'ions

Les ions sont des atomes ou des molécules de minéraux qui ont une charge. Les ions à charge positive sont appelés cations et ceux à charge négative sont appelés anions.

Dans les manuels d'agronomie classiques, les ions sont dissous dans la solution du sol et lorsque les plantes absorbent de l'eau par leurs racines, elles absorbent les ions dissous en tant que nutriments.

Bon nombre de ces ions sont également adsorbés sur les sites chargés de l'humus et ne sont pas dissous dans la solution du sol. Cela empêche le lessivage de ces ions, ainsi que des problèmes environnementaux, en particulier au niveau des rivières et des mers.

Les plantes utilisent un processus appelé échange d'ions qui leur permet de séparer l'eau en ions chargés utiles. Il s'agit de l'ion hydrogène à charge positive et de l'ion hydroxyle à charge négative.

Ce sont ces charges qui sont responsables du déplacement des ions adsorbés sur l'humus, puis de leur absorption par les racines de plantes (Handrek).

L'humus peut stocker des quantités sensiblement supérieures de cations et d'anions que les argiles, car il possède plus de sites sur lesquels ils peuvent être adsorbés (collés). Ces sites ont des charges électrostatiques négatives et positives qui fonctionnent comme des aimants pour attirer les ions.

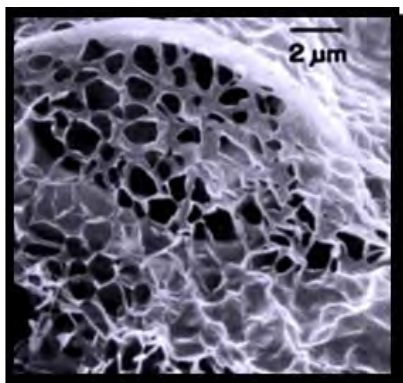
L'échange d'ions est un processus important dans la nutrition des plantes des systèmes biologiques qui ont des quantités élevées d'humus dans la matière organique du sol.

☐ Formation d'une matière organique du sol de longue durée

L'humus est l'élément de la matière organique du sol dont la durée de vie est la plus longue. Il peut perdurer pendant plusieurs milliers d'années. Au fil du temps, les biocharbons sont transformés en humus et/ou en CO₂ en fonction des systèmes de gestion des sols. L'humus résiste généralement bien à la décomposition microbienne ; cependant, il peut rapidement décliner suite à l'effet combiné d'un apport d'engrais azotés de synthèse et de l'oxydation consécutive à de mauvaises pratiques de labour. L'érosion des sols est l'autre cause majeure de pertes d'humus étant donné que ce sont les couches les plus superficielles du sol qui ont le pourcentage d'humus le plus élevé.

La nature exacte de l'humus fait encore l'objet de recherches. Il s'agit d'un complexe de substances formé plutôt à partir des lignines, huiles et cires des plantes qu'à partir des autres principaux composés organiques tels que la cellulose, les sucres et les amidons.

Au microscope électronique, **l'humus ressemble à une éponge** : c'est une substance collante qui présente de nombreux pores. C'est la raison pour laquelle il peut stocker jusqu'à 30 fois son propre poids d'eau et peut retenir les nutriments du sol pour en empêcher le lessivage.

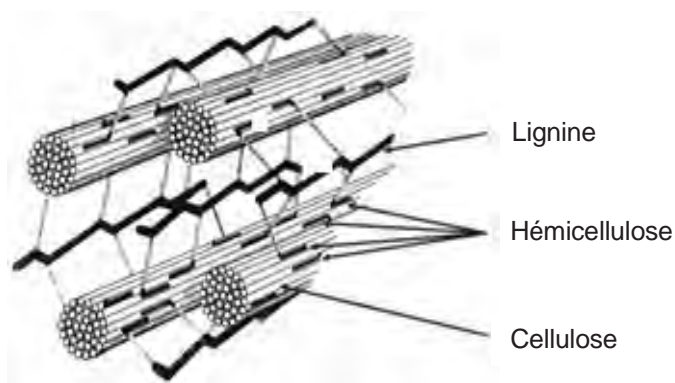


Humus au microscope électronique (source : Institut Rodale)

Pendant la **formation de l'humus**, le principal problème consiste à laisser **la couverture végétale, les engrais verts, le chaume, etc., mûrir jusqu'à ce qu'ils aient formé des lignines**. Les structures de la plupart des plantes sont composées de cellulose et de lignine. La cellulose est la substance à la base du bois et du papier. Les lignines sont des fibres souples et résistantes qui collent ensemble les structures des plantes pour leur conférer souplesse et résistance.

Les jeunes plantes fraîches contiennent peu de lignine étant donné qu'elles sont essentiellement formées de cellulose, de sucre et d'amidon. Elles sont rapidement décomposées par les micro-organismes qui s'en nourrissent et sont ainsi introduites dans le cycle labile du réseau trophique du sol.

La décomposition de la cellulose prend plus longtemps. La cellulose est formée dans les plantes par la fabrication de chaînes de glucose. Elle est très stable, insoluble dans l'eau et résistante à la décomposition. Quelques micro-organismes (en particulier des champignons) sont capables de la décomposer. Ils utilisent des enzymes, par exemple, la cellulase, qui la décompose en glucose et en eau. Les ruminants et les termites forment dans leur système digestif des symbioses avec des micro-organismes qui dégradent la cellulose. C'est la raison pour laquelle les termites peuvent vivre dans des zones arides, car elles obtiennent leur eau et leur glucose grâce à la décomposition de la cellulose présente dans le bois ou dans les herbes.



Les **lignines** sont souvent **les dernières parties à être consommées par les micro-organismes**. Elles peuvent être converties en humus et acides humiques, à condition que soient présentes les bonnes espèces de micro-organismes et d'éviter des pratiques agricoles nuisibles.

La meilleure manière de garantir **une grande teneur des plantes en lignines** est de les **laisser croître** pour qu'elles deviennent rugueuses et ligneuses. Ce sont les lignines qui sont responsables du durcissement des parties tendres des plantes. Dans la mesure du possible, il est préconisé de laisser les engrais verts atteindre leur pleine maturité avant de les recycler dans le sol.

Les engrais verts jeunes et frais sont très utiles pour fournir des sucres aux micro-organismes du sol et des nutriments tels que de l'azote aux cultures, mais ils ne produisent pas autant d'humus que la matière organique lignifiée et mature.

Sans un apport régulier de matières organiques, la quantité de matière organique du sol peut décliner au fil du temps, au fur et à mesure que les sucres et les amidons sont consommés par le réseau trophique du sol en tant que source d'aliments.

Dans la majorité des systèmes agricoles conventionnels, la matière organique du sol a tendance à se volatiliser en CO₂. Cependant, les systèmes bien gérés peuvent continuellement augmenter tant la fraction non labile que la fraction labile. Les recherches menées par le Dr Christine Jones ont démontré que la plupart des nouveaux apports en carbone du sol se faisaient dans les fractions stables. « 78 % du carbone nouvellement capturé se trouvent dans la fraction non labile (humique) du sol, ce qui rend ce carbone très stable » (Jones, 2011).

Une recherche menée sur le long terme pendant plus de 100 ans à la Rothamsted Research Station au Royaume-Uni et à l'University of Illinois Morrow Plots aux États-Unis a montré qu'il est possible d'augmenter régulièrement la concentration du carbone du sol pour atteindre un nouvel équilibre stable dans les systèmes agricoles qui utilisent des apports de matière organique. Cela signifie que les **systèmes biologiques bien gérés peuvent augmenter** et maintenir les **fractions labiles** aussi bien que les **fractions stables**.

2.1.4. Gestion de l'eau

Une information qui émane systématiquement des nombreuses études est que l'agriculture biologique permet d'obtenir de meilleurs résultats que l'agriculture conventionnelle en cas d'événements climatiques défavorables tels que les sécheresses et les pluies abondantes.

❑ Les systèmes biologiques font un usage plus efficace de l'eau

La recherche a démontré que les systèmes biologiques font un usage plus efficace de l'eau grâce à une meilleure structure du sol et à des taux plus élevés de matières organiques, en particulier d'humus. La structure ouverte de l'humus permet à l'eau de pluie de pénétrer plus rapidement dans le sol et donc de diminuer les pertes d'eau par ruissellement.

L'humus est l'un des éléments les plus importants de la matière organique. Il peut stocker jusqu'à 30 fois son poids d'eau et empêcher que l'eau de pluie ou d'irrigation ne soit perdue par lessivage ou évaporation. Cette eau est stockée dans le sol pour une utilisation ultérieure par les plantes (Handrek, 1990 ; Stevenson, 1998 ; Zimmer, 2000 ; Handrek et Black, 2002).

L'analyse scientifique faite par l'Université de Cornell de l'étude sur le terrain réalisée par Rodale pendant 22 ans a permis de conclure les éléments suivants :

- le rendement des cultures conventionnelles s'écroulait pendant les années de sécheresse ;
- celui des cultures biologiques ne fluctuait que légèrement pendant les années de sécheresse grâce à la plus grande capacité de rétention d'eau des sols enrichis ;
- au moment de calculer la moyenne de ces rendements fluctuants, le rendement des cultures biologiques était égal à meilleur que celui des cultures conventionnelles (Pimentel, D. *et al.*, 2005).

Le *Farm Systems Trial* de Rodale a montré que les systèmes biologiques produisaient plus de maïs que le système conventionnel pendant les années de sécheresse. « *Les rendements moyens de maïs pendant ces cinq années de sécheresse étaient sensiblement supérieurs (de 28 à 34 %) dans les deux systèmes biologiques : 6 938 et 7 235 kg par hectare pour les systèmes de culture de maïs biologique pour les animaux et pour les systèmes de culture de maïs biologique de consommation humaine respectivement, par rapport aux 5 333 kg par hectare obtenus dans le système conventionnel* » (Pimentel, D., 2005).

Les chercheurs ont attribué les **rendements supérieurs pendant les années de sécheresse** à la capacité des sols à **mieux absorber l'eau** de pluie dans les exploitations biologiques. Cela s'explique par le **taux plus élevé en carbone organique**, ce qui rend les **sols plus friables et plus capables de stocker et capturer l'eau de pluie**. Selon les auteurs, « *ce meilleur rendement pendant les années de sécheresse s'explique du fait que les sols à teneur plus élevée en carbone peuvent capturer davantage d'eau et la mettre à disposition des plantes de la culture* » (La Salle et Hepperly, 2008).

❑ Importance de la matière organique pour la rétention de l'eau

Il existe un lien étroit entre les taux de matière organique dans le sol et la quantité d'eau qui peut être stockée dans la région des racines du sol. Les données du tableau ci-dessous doivent être prises comme étant empiriques, plutôt que comme des mesures précises. Différents types de sol retiennent des volumes d'eau différents à quantité de matière organique égale. Les sols sablonneux retiennent moins d'eau en général que les sols argileux.

Le tableau permet de comprendre quelle est la quantité potentielle d'eau de pluie qu'un sol peut capturer et stocker dans la région des racines en fonction du taux de matière organique dans le sol.

Volume d'eau retenue/ha (jusqu'à 30 cm de profondeur) en fonction de la matière organique du sol (MOS) :

0,5 % de MO	80 000 litres
1 % de MO	160 000 litres
2 % de MO	320 000 litres
3 % de MO	480 000 litres
4 % de MO	640 000 litres
5 % de MO	800 000 litres

Les informations de ce tableau sont fournies à titre indicatif. La quantité précise d'eau stockée dépend du type de sol, de la densité spécifique du sol et d'un éventail d'autres variables ; tous ces paramètres peuvent faire augmenter ou diminuer cette quantité. Ce tableau permet tout de même de comprendre le concept.

Il existe une grande différence dans la quantité d'eau de pluie susceptible d'être capturée et stockée entre le niveau réel de MOS dans la plupart des exploitations conventionnelles et une bonne exploitation biologique avec des niveaux de MOS raisonnables. C'est l'une des raisons pour lesquelles les exploitations biologiques s'en sortent mieux en cas de sécheresse et de faibles pluies.

Le **sol** peut être le **plus grand réservoir d'eau si les taux de MOS sont bons**. Cette eau est stockée dans la région des racines pour être utilisée au fur et à mesure des besoins.

1 000 ha de terres agricoles avec à peine un peu plus de 3 % de MOS pourraient stocker 500 millions de litres d'eau dans le sol. Cela représente d'énormes économies par rapport à la nécessité d'acheter l'eau ou d'aménager une citerne pour stocker les 500 millions de litres et un système d'irrigation.

❑ Comment la matière organique permet une utilisation plus efficace de l'eau

La matière organique du sol améliore la rétention d'eau de plusieurs manières. Comme nous l'avons déjà indiqué, l'humus, l'un des principaux éléments de la matière organique,

peut stocker jusqu'à 30 fois son propre poids d'eau. Son autre rôle très important consiste à conférer au sol une structure ouverte de type éponge qui capture l'eau avec efficacité et la stocke dans ses nombreux pores.

Un bon sol doit pouvoir contenir une grande quantité d'eau, d'air et de nutriments. L'air est indispensable pour la respiration des racines. Les plantes tout comme les animaux ont besoin d'oxygène. Dans la plupart des cas, les racines doivent puiser leur oxygène directement au contact de l'air. Certaines plantes aquatiques comme les nénuphars, les roseaux et les mangroves possèdent des tubes spéciaux qui peuvent transporter l'air de la surface aux racines.

Cependant, la majorité des plantes doivent avoir leurs racines en contact direct avec l'air. Si de l'eau en excès vient remplacer l'air, les racines sont noyées et la plante meurt. L'air est indispensable pour l'activité microbienne du sol. Un excédent d'eau crée aussi des conditions anaérobies (sans air) létales pour les micro-organismes utiles et qui favorisent le développement de micro-organismes pathogènes.

Le sol doit ressembler à **une éponge avec de nombreux espaces (pores)** qui peuvent contenir **aussi bien de l'eau que de l'air**. C'est la matière organique qui le permet.

Le sol doit être formé de granules. Ces granules sont appelés agrégats. Lorsque des agrégats de bonne qualité sont triturés entre les doigts, ils doivent se désagréger et former des agrégats de plus petite taille.

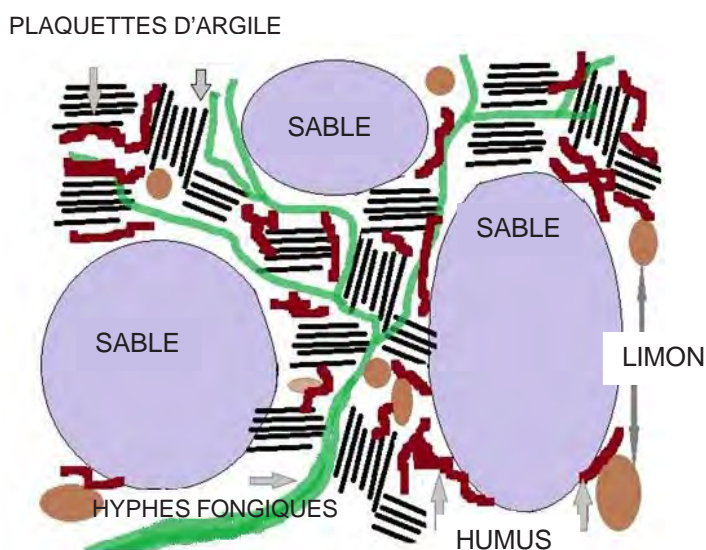
Cela donne au sol de **nombreux pores de taille différente. Certaines tailles conviennent mieux à l'air et d'autres sont meilleures pour la rétention d'eau**. Il est très important de noter que la structure ouverte du sol garantit une bonne capture de l'eau de pluie et d'irrigation.

Les sols compactés et ceux qui présentent des croûtes à la surface renferment très peu d'espaces pour que l'eau puisse s'infiltrer, tant et si bien que l'eau de pluie ou d'irrigation ruisselle ou s'évapore.

❑ Mise en place d'agrégats de bonne qualité

La matière organique, le calcium, l'argile, les micro-organismes, l'air, le degré d'humidité et les racines de plantes sont nécessaires pour la mise en place d'agrégats. Ils jouent des rôles imbriqués et il est difficile d'obtenir de bons sols sans ces éléments.

Schéma du sol



Les argiles sont nécessaires pour jouer le rôle **d'agents de liaison**. Quasiment tous les sols, même les sols les plus sablonneux, ont une composante argileuse.

L'addition régulière de petites quantités d'argile permet d'améliorer les sols sablonneux. Cependant, sans matière organique, ces argiles peuvent se disperser dans les pores du sable pour arrêter l'infiltration et se lier étroitement à l'eau. Les argiles pures retiennent plus d'eau que les sables, mais la retiennent si fort qu'elle est difficilement accessible aux plantes.

Les micro-organismes sont essentiels pour la mise en place des agrégats. Ils jouent de nombreux rôles. Ils transforment la matière organique en humus. L'humus est formé de **polymères phénoliques**. Ces derniers sont très **collants**, ce qui explique pourquoi ils sont efficaces pour **retenir les nutriments du sol et empêcher leur lessivage hors du sol**. Ils jouent le rôle de colle dans le sol. Les diverses particules d'argile, de limon et de sable y adhèrent.

Le **calcium** joue aussi un **rôle essentiel**. Il facilite l'agglutinement des différents éléments qui rentrent dans la composition du sol pour former les agrégats. On peut le comparer au mortier entre les briques.

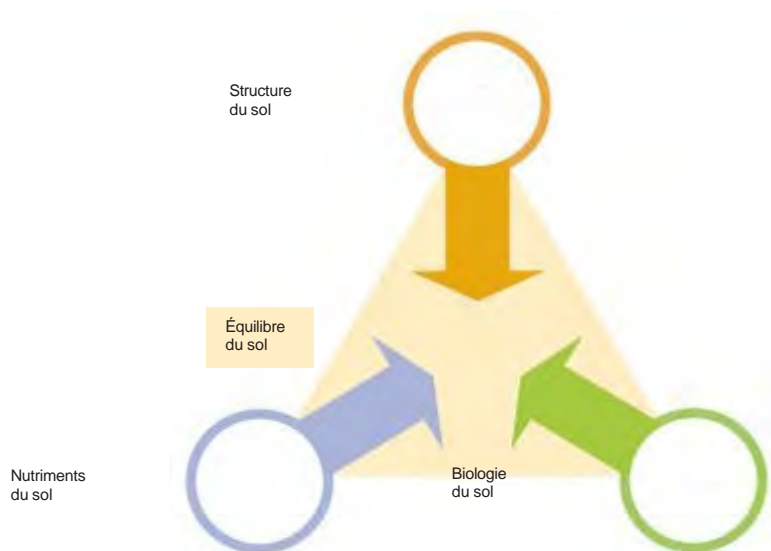
Au fil du temps, les micro-organismes assemblent les diverses particules du sol en agrégats en utilisant l'humus en tant que colle et le calcium en tant que mortier. C'est cela qui confère au sol cette combinaison de résistance et de souplesse. Les champignons du sol le maintiennent aussi avec leurs hyphes (filaments fongiques) et en sécrétant des substances comme la glomaline.

La glomaline est un polymère stable de carbone qui forme de longs filaments qui jouent le rôle de tiges de renfort dans le sol. Les recherches montrent actuellement qu'ils jouent un rôle important dans la mise en place d'une bonne structure de sol qui résiste à l'érosion et au compactage. Cette structure facilite une bonne aération et l'infiltration de l'eau.

Les plantes jouent aussi un rôle important. Le **carbone fourni par les racines** sert d'aliment aux micro-organismes qui produisent l'ensemble de la matière organique utilisée pour fabriquer l'humus et le sol. Les racines font également office de **tiges de renfort et augmentent l'épaisseur de la couche du sol au fil du temps.**

C'est ainsi qu'un bon sol vivant peut se rétablir après un compactage suite à un passage modéré de véhicules.

2.2. Éléments de la fertilité du sol



2.2.1. Fertilité physique

Les sols comportent généralement **3 couches ou horizons**. Ce sont la **couche arable ou horizon A**, le **sous-sol ou horizon B** et la **roche-mère ou horizon C**.



La zone la plus importante est la couche arable, car c'est la plus fertile. C'est là que l'on trouve la plupart des nutriments et des racines des cultures. La couche arable se forme à partir du sous-sol par l'action des racines des cultures et d'autres parties des plantes qui déposent de la matière organique qui alimente la biologie du sol à l'origine du sol.

Le sous-sol ou horizon B est généralement plus clair étant donné que sa teneur en carbone organique est inférieure à celle de la couche arable et qu'il n'a pas le même degré de fertilité.

Du fait d'une gestion médiocre, de nombreux sols ne comportent pas de couche arable ou alors celle-ci n'est pas très différente du sous-sol. Ce sont généralement des sols dont la structure et la fertilité sont médiocres, sauf dans le cas de certains sols d'origine volcanique récente ou glaciaire.

La **roche-mère** ou **horizon C** comporte le matériau rocheux « **en cours de décomposition** » ou en « **cours de dégradation** » qui est à l'origine des couches de sol ci-dessus. Dans certains cas, cette roche mère a été déposée par des éruptions volcaniques telles que de la lave ou des cendres, sous forme de rochers ou de poussière de pierre par des glaciers en retrait ou par des événements sédimentaires récents comme des rivières en crue, des lacs ou du sable marin.

D'autres sols proviennent de la décomposition de roches plus dures d'origine ignée, métamorphique ou sédimentaire tout au long de périodes géologiques plus longues. Les manuels de géologie et de pédologie classiques expliquent que ces roches ont été décomposées par des phénomènes physiques normaux, par exemple, une chaleur et un froid extrêmes, le vent, l'écoulement des eaux ou une décomposition chimique en présence d'acides faibles pour former leurs sols respectifs. La décomposition chimique peut s'appliquer aux pierres calcaires et dolomies, mais la plupart des acides et des bases ont peu d'effet sur les silicates qui constituent la plupart des roches, surtout les acides organiques très dilués qui se forment tout au long des processus normaux dans le sol. Les acides forts et les bases fortes sont généralement conservés dans des récipients en verre qui y sont résistants. Le verre est de la silice très pure.

Des conditions atmosphériques extrêmes comme des vents abrasifs, des températures très chaudes ou très froides et des eaux à débit rapide atteignent rarement l'horizon C du sol pour y provoquer une décomposition importante.

Ces types de décomposition sont actuellement sérieusement remis en question pour expliquer le rôle du processus de décomposition à l'origine des sols.

❑ **Décomposition biologique**

De vastes recherches scientifiques sont en passe de démontrer qu'une grande partie de la décomposition des roches qui est à l'origine des sols est de nature biologique plutôt que mécanique ou chimique.



Les mousses produisent du sol à partir de la roche

Les scientifiques qui étudient ces roches **ont trouvé un large éventail de micro-organismes, d'animaux supérieurs (tels que des vers de terre) et de racines de plantes** qui y puisent certains minéraux. Ces micro-organismes produisent diverses enzymes qui leur **permettent d'extraire les minéraux souhaités de la roche mère**. Ces processus biologiques complexes d'extraction de minéraux des roches produisent trois résultats très importants.

Le processus selon lequel la biologie du sol puise de nouveaux minéraux dans la roche mère est essentiel pour maintenir la fertilité et la productivité des sols. Ce processus est possible si la biologie du sol est active et saine ; pour cela, il est nécessaire de nourrir cette biologie avec de la matière organique.

➤ **Libération d'autres minéraux**

Lorsque les agents biologiques puisent l'élément minéral souhaité (par exemple, le potassium), ils vont « libérer » les autres minéraux auxquels il était fixé (par exemple, le silicium). Ces minéraux libérés peuvent être absorbés par d'autres organismes ou être combinés à d'autres minéraux pour former de nouveaux composés à l'extérieur de la roche mère.

➤ **Décomposition de la roche**

La perte progressive des minéraux qui maintiennent ensemble la roche mère entraîne un émiettement de celle-ci pour former des particules plus petites et initier le processus de formation de la base physique du type de sol.

➤ **Alimentation du réseau trophique du sol**

Les premiers micro-organismes qui exploitent les minéraux meurent progressivement et sont consommés par d'autres micro-organismes pour former une chaîne alimentaire au sein du réseau trophique du sol. Cela permet aux minéraux nouvellement libérés d'être absorbés par les racines des plantes.

En 1840, Von Liebig a démontré que les racines des plantes pouvaient puiser les minéraux directement dans les roches, et Charles Darwin a réalisé des expériences similaires plus tard, au cours du même siècle, qui ont démontré la capacité des racines des plantes à puiser des quantités importantes de minéraux des roches et à participer à la décomposition de ces dernières.

Darwin a aussi montré comment des particules de roches plus petites étaient décomposées lorsqu'elles traversaient les systèmes digestifs des vers de terre et comment ces minéraux étaient bio-accumulés dans les turricules de la couche arable ou horizon A.

À l'heure actuelle, il existe peu de données vérifiées du point de vue scientifique quant à l'utilisation de certains types de micro-organismes dans l'agriculture pour améliorer la disponibilité des minéraux du sol pour les cultures. De nombreuses sociétés et organisations déposent des brevets pour leurs micro-organismes, mais elles sont peu nombreuses à voir leurs revendications confirmées dans la littérature scientifique.

La capacité des microbes à puiser des quantités importantes de minéraux de la roche mère a été utilisée avec succès dans des exploitations minières commercialement rentables visant à extraire des minéraux tels que du cuivre et de l'or. Les compagnies minières ont isolé certains microbes qu'elles inoculent dans la roche pour en extraire les minéraux souhaités en quantités commercialement rentables.

Les plantes à racines profondes sont un autre élément critique. Le système agricole doit inclure des espèces de plantes dont les racines peuvent pousser jusqu'à atteindre la roche mère de l'horizon C pour en extraire les minéraux. Ces plantes jouent aussi un autre rôle essentiel dans l'approfondissement du sol du fait que leurs racines labourent le sous-sol et permettent l'infiltration de l'eau et de l'air, ainsi que le dépôt de carbone organique produit par les racines.

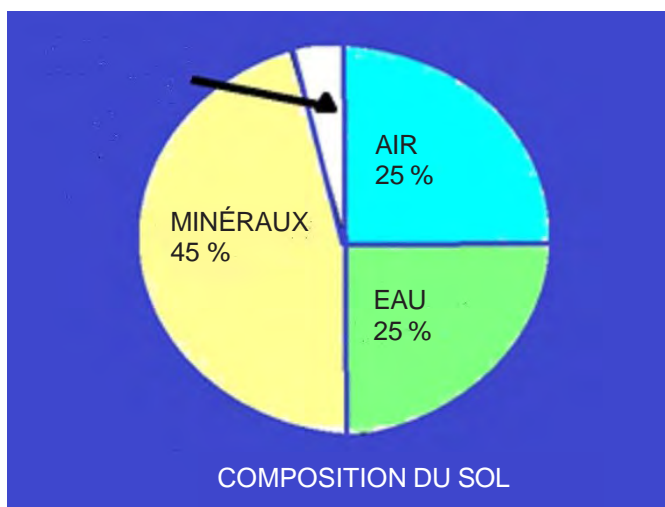
Dans l'idéal, un système agricole ne devrait pas exporter plus de nutriments du sol par le prélèvement des cultures que ceux qu'il peut puiser dans la roche mère. Lorsque la quantité des nutriments exportés est supérieure à celle des nutriments naturellement puisés, il est essentiel de s'intéresser à deux questions.

Tout d'abord, il faut améliorer la biologie du sol pour que ce dernier puisse renouveler ses minéraux au même rythme que celui auquel ils sont exportés ; deuxièmement, en l'absence d'un tel renouvellement, il faut apporter à l'exploitation ces minéraux souhaités. En l'absence de l'une ou l'autre de ces mesures, le système de gestion des sols cause une dégradation non viable du sol.

❑ Composition du sol

Le sol n'est pas uniquement composé de minéraux. Il **contient aussi de l'air, de l'eau, de la matière organique et, encore plus important, une biocénose**. Les sols diffèrent grandement des poussières minérales inertes qui forment le basalte ou le sable. Finement broyées à l'état de poudre, la plupart des roches-mères du sol peuvent à peine subvenir à la croissance des plantes lorsque l'on s'en sert comme terreau. Si on y ajoute de la matière organique abritant une biocénose, comme un compost frais, elle devient propice à la croissance des plantes. C'est la matière organique et sa biologie qui permettent de transformer de la poussière en sol.

Dans les manuels classiques, le sol contient environ 45 % de minéraux, 25 % d'air, 25 % d'eau et de 1 à 5 % de matière organique. La biologie du sol est omniprésente, mais elle est concentrée dans la matière organique et surtout dans la région autour des racines.



Couleur du sol



La couleur du sol peut être un **indicateur de la qualité du sol** et permet, avec d'autres paramètres, de dresser une **classification des types de sol**.

La roche mère est l'un des déterminants de la couleur du sol, mais d'autres facteurs tels que le taux de matière organique et le drainage peuvent intervenir aussi.

La charte internationale des couleurs Munsell des sols

Les couleurs noir et marron foncé/chocolat révèlent la présence de matière organique. La noirceur provient du taux élevé de carbone organique dans la matière organique.

Le rouge provient de deux des éléments les plus courants dans les sols, les oxydes de fer et d'aluminium. Les oxydes se forment en présence de l'oxygène de l'air et les sous-sols rouges sont généralement un signe de sous-sols bien aérés (ce qui indique généralement un bon drainage).

Un sol blanc peut provenir de silicates tels que le sable, des argiles à kaolin pur ou d'un excès de sel. Des concentrations élevées de sels indiquent des taux de sodium et de chlore qui sont toxiques pour les plantes.

Des sables ou des sols argileux très blancs témoignent de sols qui sont très pauvres en nutriments et qui doivent recevoir de grandes quantités de matière organique et d'autres substances avant de pouvoir produire des cultures viables.

Les sols provenant de sous-sols gris à bleus indiquent un mauvais drainage et un engorgement habituel lors des saisons des pluies. Ces sols ont généralement besoin d'une série de mesures pour être amendés. Ces types d'amendement du sol ou de l'exploitation ne font pas partie de la portée du présent manuel.

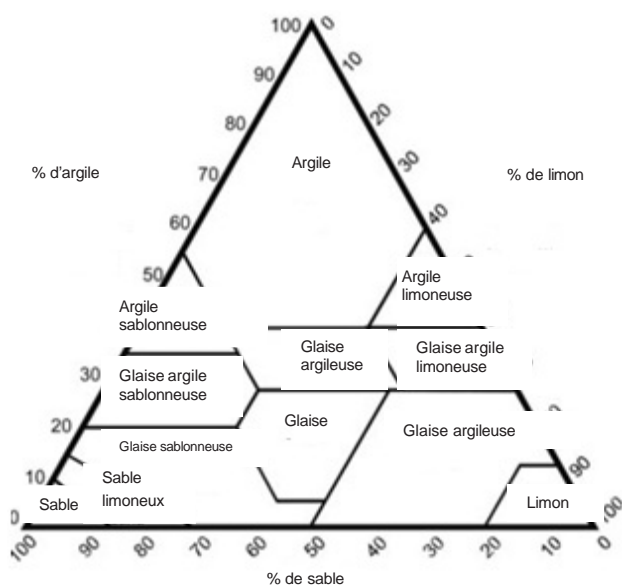
☐ Texture

Les manuels classiques traitant du sol indiquent que la texture du sol est déterminée par **les proportions de trois éléments de particules distincts**, à savoir le sable, le limon et l'argile.

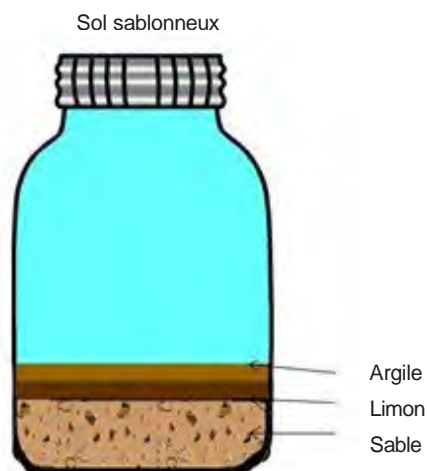
Le **sable** contient des particules de silice de 2,0 mm à 0,02 mm. Le **limon** contient des particules de différentes sources dont la taille va de 0,02 à 0,002 mm. **L'argile** est formée de plaquettes de silicate d'aluminium de moins de 0,002 mm.

Les éléments importants pour les argiles sont les **argiles colloïdales** dont la taille est comprise entre moins de **0,00002 mm et 0,0005 mm**. L'humus se trouve aussi sous forme colloïdale.

Les particules colloïdales que l'on peut trouver dans l'argile et dans l'humus sont très importantes, car ce sont elles qui **possèdent le plus de sites pour l'échange de nutriments avec les plantes par échange d'ions**. Cela signifie que les sols qui contiennent les taux les plus élevés de ces types de colloïdes sont ceux qui peuvent stocker le plus de nutriments disponibles pour les plantes.



La texture d'un sol est classée en fonction du pourcentage de chacun de ces éléments de particules qu'il renferme.



Il est facile de définir ces proportions en broyant finement le sol, le mélangeant avec de l'eau, puis en le laissant reposer jusqu'à ce que l'eau redevienne claire. Il convient de le faire dans un récipient en verre transparent à parois verticales. Les particules les plus grosses qui sont les premières à se déposer sont les particules de sable, suivies de celles de limon, puis de celles d'argile qui se déposent au-dessus. Les particules colloïdales d'argile et d'humus sont celles qui se déposent en dernier.

Une partie de la matière organique peut flotter en surface et d'autres parties peuvent se déposer au-dessus de l'argile, alors que d'autres encore peuvent se disperser dans toutes les couches.

Lorsque toutes les couches se sont déposées, il est alors facile de mesurer l'épaisseur de chacune d'entre elles au moyen d'une règle et d'établir leur pourcentage relatif. Cela permet de déterminer le type de sol.

Les manuels classiques indiquent qu'il n'est pas possible de changer le type de sol d'une exploitation. Si le sol de l'exploitation est formé d'argile lourde, il en sera toujours ainsi ; de même, si le sol est sablonneux et léger, il ne peut pas être modifié.

Cependant, lorsque la matière organique est mélangée avec des particules d'argile ou des particules de sable fin, on peut obtenir des sols avec des textures qui rappellent le limon.

En fait, l'ajout régulier de matière organique permet de transformer un sol sableux en limon sableux, et un sol argileux en limon argileux. La glaise est considérée comme faisant partie des meilleurs sols. C'est une raison de plus pour expliquer pourquoi il est si important d'étoffer la matière organique du sol.

2.2.2. Fertilité minérale

Les recherches du professeur Von Liebig et de nombreuses autres recherches scientifiques ont déterminé que les plantes ont besoin d'un éventail de minéraux. Ceux dont elles ont besoin en quantités importantes sont appelés macronutriments et ceux

dont elles ont besoin en petites quantités, mais qui sont toutefois essentiels pour la croissance et le rendement, sont les éléments-traces. C'est ainsi que l'on divise les **minéraux en macronutriments et micronutriments** (ou éléments traces).

Les connaissances relatives aux multiples rôles que jouent les minéraux dans de nombreuses fonctions biochimiques, ainsi que dans le sol pour faciliter ces fonctions, augmentent au fil des ans et montrent combien les mécanismes en sont complexes et échappent encore en partie à notre compréhension.

De nouveaux minéraux s'ajoutent constamment à la liste dont certains, qui étaient auparavant négligés, comme le silicium, mettent en lumière les défauts des méthodologies scientifiques originales qui étaient utilisées pour définir les minéraux indispensables pour le rendement des cultures. D'autres minéraux ne sont pas importants, dans la mesure où les cultures pourront se développer en leur absence, mais elles ne pourront pas atteindre leur plein potentiel génétique ou seront facilement la proie de ravageurs et de maladies et rentreront en compétition avec les mauvaises herbes en l'absence de ce minéral.

Plusieurs nutriments tels que le cobalt ne sont pas directement indispensables pour la plante, mais sont par contre essentiels pour les micro-organismes symbiotiques tels que la bactérie *Rhizobium*, qui fixe de l'azote dans les nodules des racines des légumineuses.

Le problème essentiel est que les plantes ont besoin de disposer de cet éventail complet pour bien fonctionner. Comme le montre la loi des minimums de Von Liebig, le rendement maximum d'une culture sera fonction de la concentration des minéraux qui sont déficitaires.

La matière organique est l'une des meilleures sources de tous ces minéraux, car elle contient souvent des résidus d'un mélange de plantes qui contiennent tous les minéraux nécessaires pour la croissance des plantes. Le problème essentiel à cerner est de savoir s'il existe des carences de certains minéraux.

❑ Les trois nutriments majeurs

Trois des macronutriments, **le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, représentent de 95 à 98 % de la biomasse de la plupart des plantes**. Ces éléments sont obtenus dans l'air et dans l'eau, et sont combinés grâce à la photosynthèse en glucose, puis grâce à d'autres processus biochimiques en cellulose, lignine et la plupart des autres nombreux composés qui forment les plantes.

Le carbone

Le carbone est l'élément constitutif fondamental de toutes les plantes.

Il est principalement extrait du dioxyde de carbone de l'air et combiné avec l'hydrogène et l'oxygène de l'eau grâce à la photosynthèse pour former les sucres simples, à savoir le glucose et/ou le fructose.

Le glucose est la molécule de base de la vie. C'est la source d'énergie des cellules végétales et animales. Les molécules glucose peuvent être combinées et légèrement

modifiées pour former de nombreux autres sucres tels que le saccharose (sucre de canne), le dextrose (sucre des fruits), lactose (sucre du lait), etc.

Les molécules de **glucose** peuvent être **combinées pour former les longues chaînes de la cellulose**, qui est le principal constituant du papier et du bois. Les molécules de glucose peuvent être également combinées pour former un type différent de chaîne longue, les hydrates de carbone dont l'amidon que l'on retrouve dans la farine, le pain et des aliments de base tels que le riz, le blé, les pommes de terre, le manioc, etc.

Les hydrates de carbone peuvent être modifiés pour former les hydrocarbures : les huiles et les graisses. Les molécules de glucose peuvent être encore transformées avec un apport d'azote et parfois de soufre pour former des acides aminés qui sont les éléments de base des protéines, de l'ADN, des hormones, etc.

Quasiment toute la vie sur terre dépend des produits de la photosynthèse que ce soit directement ou indirectement comme dans le cas des micro-organismes et des animaux. Nous obtenons nos sucres, amidons et huiles à partir des plantes ou des animaux qui ont mangé des plantes.

Le carbone est le principal élément de la matière organique du sol. La grande majorité de ce carbone provient du CO₂ de l'air qui a été capturé grâce à la photosynthèse.

L'hydrogène

Comme indiqué dans le paragraphe précédent, l'hydrogène est un élément essentiel qui rentre dans la composition des sucres et de toutes les autres molécules organiques végétales. L'eau est la principale source d'hydrogène. Les ions hydrogène jouent aussi un rôle important dans la chaîne de transport des électrons de la photosynthèse, de la respiration et d'autres fonctions de la plante.

L'oxygène

L'oxygène est un élément essentiel de la vie pour la plupart des organismes vivants, étant donné qu'il est indispensable pour la respiration des cellules. Il représente aussi l'un des éléments de départ pour la plupart des composés organiques synthétisés par les plantes.

Les plantes obtiennent la plus grande partie de leur oxygène dans l'eau et dans l'air. Pour la plupart des plantes, il est essentiel que les racines obtiennent de l'oxygène dans l'air contenu dans le sol. Si ce n'est pas possible, les racines des plantes ont tendance à mourir très rapidement, influant ainsi sur l'absorption d'eau et des nutriments du sol. Dans des sols gorgés d'eau, les plantes peuvent rapidement dépérir par manque d'eau du fait que leurs racines meurent faute d'oxygène.

Les 5 % ou moins restants viennent du sol.

Tandis que les nutriments suivants forment de 2 à 5 % de la biomasse totale d'une plante, si l'un d'entre eux vient à manquer, le rendement de la culture peut s'en trouver diminué. Tous les nutriments suivants sont importants et doivent être fournis en proportions adéquates.

☐ Macronutriments primaires

➤ L'azote

Les plantes ont besoin d'azote pour **fabriquer des acides aminés à partir du glucose**. Les acides aminés sont à la **base de l'ADN, de l'ARN, des protéines, des hormones et de nombreux autres composés indispensables pour les plantes**. Ils font partie des molécules les plus importantes pour la vie et séparent clairement les biotes vivants de la planète des structures non vivantes. C'est la raison pour laquelle l'azote est considéré comme le macronutriment le plus important du sol.

Les manuels d'agronomie classiques indiquent que la plus grande partie de **l'azote utilisé par les plantes** se trouve sous **forme de nitrate**, une partie plus petite se trouvant sous forme d'ammoniaque. Cependant, des données scientifiques de plus en plus nombreuses montrent que la plupart des plantes absorbent l'azote **sous forme d'acides aminés** et, dans certains cas, ce peut être la principale forme d'azote qu'elles utilisent.

➤ Le phosphore

Le phosphore est fondamental et essentiel pour la fonction énergétique des cellules des plantes et des animaux. Il **forme une partie essentielle de l'ATP (adénosine-5'-triphosphate)**. Le principal rôle de l'ATP est le **transport de l'énergie chimique** puisée dans le glucose au sein des cellules pour le fonctionnement de ces dernières. L'ATP participe également à la synthèse de bien d'autres composés dans les plantes. De ce fait, toutes les cellules de la plante ont besoin de grandes quantités de phosphore. Le phosphore joue aussi plusieurs autres rôles essentiels qui impliquent des enzymes et d'autres composés dans les plantes.

➤ Le potassium

Le potassium régule **l'ouverture et la fermeture des pores de respiration** des feuilles des plantes (les **stomates**). Les stomates absorbent l'oxygène et le dioxyde de carbone qui sont indispensables à la vie de la plante, mais aussi une quantité importante d'autres nutriments qui sont transportés dans l'air. Les stomates jouent aussi un rôle prépondérant dans la transpiration pour éviter la déperdition d'eau dans la chaleur du jour.

L'un des rôles les plus importants du potassium est qu'il intervient dans la **fabrication de la cellulose, élément de protection essentiel de la paroi cellulaire des plantes**. En cas de déséquilibre dans la relation azote-potassium en faveur de l'azote, les parois cellulaires s'allongent et deviennent plus fines. Cela peut rendre les plantes plus sensibles aux attaques de ravageurs et de maladies et à l'effondrement (verse).

Ces types de carence en potassium sont parfois difficiles à détecter, étant donné que l'excès d'azote donne l'impression d'une culture haute à la croissance rapide. De nombreux agriculteurs accusent les ravageurs, les maladies ou le climat pour la perte de rendement, plutôt que le défaut de structure cellulaire provoquée par le déséquilibre.

☐ **Macronutriments secondaires**

➤ **Le calcium**

Le calcium est considéré comme un macronutriment secondaire dans la plupart des manuels d'agronomie, alors que dans d'autres son rôle est plus important. Le calcium est indispensable pour toutes les cellules de la plante, **car il participe au mouvement de bien d'autres nutriments au sein de la plante**. De ce fait, il joue un rôle essentiel et une carence en calcium se manifeste par une réduction de nombreux processus biochimiques essentiels, ce qui se traduit par un arrêt de la croissance et des rendements inférieurs.

Le calcium joue un rôle clé dans la formation de sols sains dotés d'une bonne structure. Ceci est très important pour obtenir des rendements élevés de cultures de bonne qualité.

➤ **Le magnésium**

Le magnésium est un **élément fondamental des molécules de chlorophylle** qui donne aux plantes leur couleur verte. Il joue aussi de nombreux autres rôles importants.

➤ **Le soufre**

Le soufre fait **partie de plusieurs des acides aminés essentiels**, de vitamines et joue plusieurs rôles clés dans les processus de la photosynthèse.

☐ **Micronutriments**

➤ **Le fer**

Le fer intervient dans la photosynthèse.

➤ **Le molybdène**

Le molybdène joue un **rôle essentiel dans l'enzyme utilisée par les plantes pour ajouter de l'azote au glucose** et former les acides aminés. Sans le molybdène, les plantes ne peuvent pas utiliser l'azote pour la formation d'acides aminés qui rentrent dans la composition de l'ADN de chacune des cellules de la plante et des protéines nécessaires pour former les graines des cultures céréalières ou des fruitiers. La quantité d'azote qu'une plante peut utiliser est déterminée par la quantité de molybdène.

➤ **Le bore**

Le bore est utilisé par les plantes **pour transporter le calcium dans tous les tissus**. La quantité de calcium qu'une plante peut utiliser est limitée par la quantité de bore. Étant donné que le calcium est essentiel pour le transport de nombreux autres minéraux au sein de la plante, une carence en bore entraîne de nombreuses autres carences et diminue considérablement le rendement de la culture.

Il joue aussi plusieurs autres rôles importants.

➤ **Le cuivre**

Le cuivre joue un **rôle important dans la biosynthèse des lignines**, les composés qui servent à coller les parois végétales et qui donnent aux plantes leur résistance et leur souplesse. Les lignines sont les principaux composés utilisés pour former l'humus, la forme la plus importante et stable de matière organique du sol. Le cuivre est aussi indispensable pour la photosynthèse.

➤ **Le manganèse**

Le manganèse est nécessaire **aux cellules végétales pour la fabrication des chloroplastes**, les moteurs miniatures qui sont responsables de la photosynthèse dans les plantes.

➤ **Le sodium**

Le sodium joue de nombreux rôles dans les plantes ; cependant, les carences en sodium sont très rares.

➤ **Le chlore**

Les plantes ont besoin de chlore pour **transférer les nutriments d'une cellule à l'autre** et assurer leur équilibre.

➤ **Le zinc**

Le zinc joue de nombreux rôles dans plusieurs enzymes et hormones essentielles, mais aussi dans la formation de l'ADN au sein des cellules végétales.

☐ **Les nouveaux minéraux**

Voici quelques exemples de nouveaux minéraux qui sont très rarement, voire jamais présents dans les anciens manuels d'agronomie.

➤ **Le silicium**

La plupart des anciens manuels d'agronomie ne font pas référence au silicium, malgré le fait qu'il s'agit d'un élément constituant majeur de nombreuses espèces herbacées, en particulier le riz, la canne à sucre et le bambou. Les parois extérieures rigides et protectrices des bambous sont faites de silicium. Les poils irritants de la canne à sucre et de nombreuses espèces de grandes herbes tropicales comme l'herbe de Guinée sont également constitués de silicium.

La recherche scientifique est en train de découvrir un large éventail de rôles joués par le silicium dans la santé des plantes et des cultures. Parmi ces rôles, l'un des plus importants est **le renforcement des défenses des plantes pour faire face aux maladies et aux attaques de ravageurs**.

➤ **Le nickel**

Certaines plantes peuvent utiliser le nickel pour produire une enzyme qui leur permet **d'utiliser directement l'azote sous forme d'urée**, et non selon la voie normale de transformation de l'azote en nitrates par un ensemble de micro-organismes du sol.

➤ **Le cobalt**

Le cobalt peut être utilisé indirectement par certaines plantes. Il est **essentiel pour la bactérie Rhizobium** qui synthétise les nitrates utilisés par les légumineuses. Ces bactéries ont besoin de cobalt pour fabriquer la vitamine B12.

➤ **Le sélénium**

Les recherches ont dévoilé que de bons niveaux de sélénium dans le sol **augmentent les niveaux de protéines et d'acides aminés dans les cultures**, en particulier les graminées. On a trouvé qu'il permettait d'augmenter la quantité d'acides aminés à base de soufre, notamment la méthionine, qui sont considérés comme indispensables pour de nombreuses espèces d'animaux.

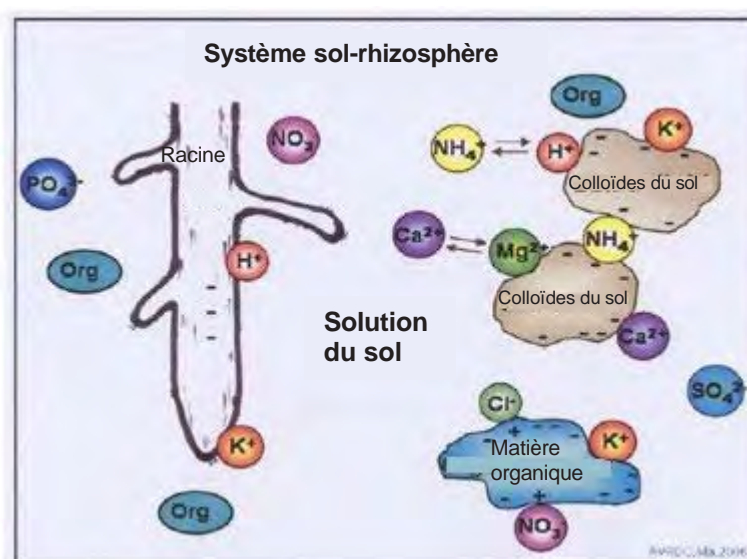
➤ **Le vanadium**

Certaines plantes ont besoin de vanadium en faible concentration **qui peut, dans certains cas, se substituer au molybdène**.

2.2.3. Fertilité biologique

Von Liebig a minimisé le rôle de l'humus dans la nutrition des plantes et a donc ignoré les rôles multifonctionnels critiques que jouent la matière organique et la biologie du sol dans la fourniture aux plantes de bonnes quantités de minéraux. Cela a nui à l'agriculture pendant environ 150 années, étant donné que la plupart des systèmes agricoles conventionnels ont ignoré les rôles multifonctionnels clés de la biologie du sol. Cela commence à changer avec les recherches réalisées par plusieurs scientifiques et agronomes, dont les conclusions sont petit à petit appliquées à la production agricole.

☐ La rhizosphère



Le terme et le concept de rhizosphère ont été proposés en 1904 par le scientifique allemand Lorenz Hiltner qui avait observé que **la plus forte concentration de micro-organismes du sol** se trouvait dans une **région étroite au voisinage des racines des plantes**. Il a également observé que ces micro-organismes s'alimentaient des gaines produites par les racines au fur et à mesure de leur croissance, ainsi que de plusieurs autres exsudats, comme des sucres et des acides aminés.

Il a postulé que la **santé globale des plantes dépendait de la santé de ces diverses colonies de microbes**, dans la mesure où ces derniers les protègent contre les pathogènes et les aident à absorber les minéraux.

« Selon ses observations, il a formulé l'hypothèse que la résistance des plantes face aux pathogènes dépend de la composition de la microflore de la rhizosphère. Il a même émis l'idée que la qualité des produits végétaux pouvait dépendre de la composition de la microflore des racines » (Hartmann *et al.*, 2008).

De nombreuses études montrent que ces microbes produisent un éventail de composants que les plantes utilisent pour se nourrir. Parmi ces microbes, les plus connus sont les bactéries *Rhizobium* qui vivent dans les racines des légumineuses. Ces organismes convertissent l'azote dans des formes que les plantes peuvent utiliser.

Hiltner s'est efforcé de transposer concrètement ses observations dans le but d'améliorer la productivité des cultures et a ainsi participé au premier dépôt de brevet concernant des inoculums de *Rhizobium* ; il a mis au point d'autres inoculums microbiens pour former des enrobages qui protègent les jeunes plants (Hartmann *et al.*, 2008).

D'autres exemples de groupes de **micro-organismes bénéfiques sont les mycorhizes arbusculaires vésiculaires** et les champignons apparentés. Ces champignons vivent dans les racines des plantes et étendent leur fils de mycélium dans le sol pour y puiser les minéraux. Ils échangent ces minéraux contre du glucose. Ils jouent un rôle **important dans l'absorption de phosphore chez de nombreuses espèces végétales**, étant donné qu'ils possèdent des enzymes qui peuvent extraire le phosphore des roches et le bloquer dans des molécules comme les phosphures de fer et les diphosphates tricalciques pour le relâcher dans les racines des plantes.



Plusieurs de ces champignons protègent aussi leurs hôtes contre des maladies tout en participant à leur nutrition.

La science relative à la rhizosphère a fait d'énormes progrès, même si la complexité des interactions au sein de la très grande biodiversité autour des racines dans les sols est telle que nous ne la comprenons pas encore totalement et que par conséquent, les résultats n'en sont pas encore largement appliqués dans l'agriculture.

Ces progrès révèlent le rôle essentiel que joue la grande biodiversité microbienne du sol et le fait que ces micro-organismes travaillent en symbiose pour lutter contre les pathogènes. L'étude la plus récente relative aux sols résistants aux maladies a démontré que plus de 33 000 espèces travaillaient ensemble pour lutter contre les maladies.

« Les sols résistants aux maladies sont des écosystèmes exceptionnels dans lesquels les plantes cultivées sont moins attaquées par les pathogènes du sol que prévu grâce aux activités des autres micro-organismes du sol. Les microbes et les mécanismes impliqués dans la lutte contre les pathogènes sont inconnus pour la plupart des sols résistants aux maladies. En associant la métagénomique de type PhyloChip du microbiome de la rhizosphère à des analyses fonctionnelles dépendantes de la culture, nous avons identifié des taxons et des gènes bactériens essentiels impliqués dans l'élimination d'un champignon pathogène des racines. Plus de 33 000 espèces de bactéries et d'archées ont été identifiées, les protéobactéries, firmicutes et actinobactéries étant uniformément associées à la résistance aux maladies. Il a été démontré que des membres du groupe des gamma-protéobactéries avaient une activité de lutte contre les maladies régie par des peptides synthétases non ribosomiques. Nos données indiquent que, lors d'une attaque par un champignon pathogène des racines, les plantes peuvent exploiter des consortiums microbiens du sol pour se protéger contre les infections » (Mendes *et al.*, 2011).



Colonie de bactéries *Rhizobium fixatrices* d'azote sur des poils absorbants de racines de trèfle

De même, le nombre et les types de micro-organismes libres qui fixent l'azote ne cessent d'augmenter au fil des recherches. La plupart des manuels ne citent que les **bactéries *Rhizobium* qui vivent en symbiose dans les nodules des légumineuses**. D'autres mentionnent les organismes libres fixateurs d'azote tels qu'azotobacter, les cyanobactéries, nitrosomas et nitrobacter.

Toutefois, il existe bien davantage de micro-organismes dans la rhizosphère qui aident les plantes à absorber l'azote contenu dans le sol. Les chercheurs commencent à peine à les découvrir. Encore une fois, ils se rendent compte qu'il existe de nombreuses espèces qui travaillent en symbiose pour arriver à cette fin.

Les chercheurs découvrent aussi de nouvelles espèces fixatrices d'azote dans les rhizosphères associées à de nombreuses espèces jusque dans des environnements aussi hostiles que l'eau saumâtre des mangroves.

« Ces résultats indiquent que (i) il convient d'évaluer la contribution d'espèces de bactéries de la rhizosphère autres que les espèces diazotrophiques communes au processus de fixation d'azote dans les mangroves, et (ii) l'activité de fixation d'azote décelée dans la rhizosphère des mangroves n'est probablement pas le résultat de souches individuelles fixatrices d'azote, mais plutôt de la somme des interactions entre les différents membres de la communauté de la rhizosphère » (Holguin *et al.*, 1992).

☐ La biocénose du sol est multifonctionnelle

La biologie du sol joue de nombreux rôles dans l'optimisation de la production agricole. En voici quelques-uns.

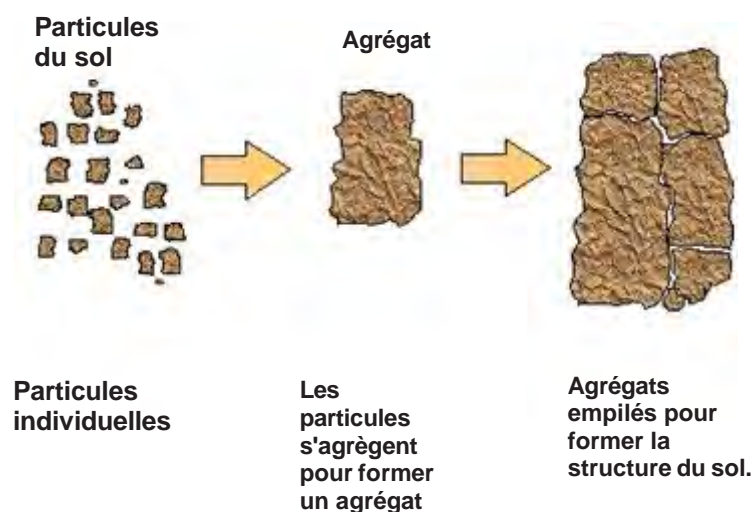
1. **Rendre les nutriments disponibles :**

- décomposition de la matière organique et libération de nutriments ;
- solubilisation des minéraux issus des roches ;
- chélation et complexation des nutriments.

2. **Améliorer la structure du sol**

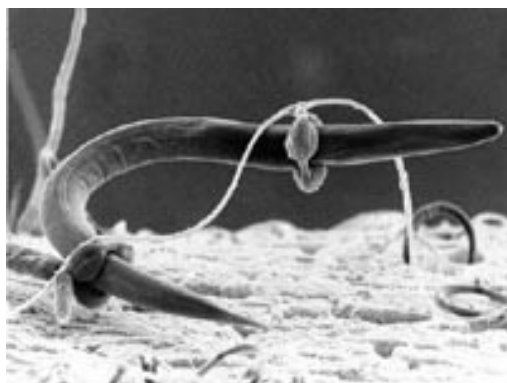
- Formation d'agrégats par la décomposition et le mélange de l'argile et d'autres particules en formes ouvertes aléatoires qui sont ensuite collées

avec de l'humus, des polymères organiques et les hyphes des champignons.



- Les macro-organismes (vers de terre, scarabées, etc.) creusent de larges pores pour le drainage.
- Entretien du sol, décomposition de la croûte, déplacement des particules du sol et formation des pores.

3. Interagir avec les plantes



Un champignon piège un nématode dans le sol

➤ De façon Indirecte :

- Prédation de pathogènes, par exemple, consommation de ravageurs et de maladies.
- Des protozoaires qui mangent des débris de bactéries.
- Des champignons qui mangent des nématodes.
- Des nématodes qui mangent des nématodes.
- Production d'antibiotiques qui tuent les pathogènes.
- Suppression des pathogènes du fait d'une supériorité numérique.
- Détoxification par l'élimination des produits chimiques de synthèse et des poisons.

- Des organismes libres tels que les azotobactéries et les cyanobactéries, fixent des nutriments comme l'azote présent dans l'air emprisonné dans le sol pour former des composés que les plantes peuvent utiliser.
- De façon directe :
 - Santé des plantes :
 - Création d'enzymes, vitamines, acides aminés et facteurs de croissance des plantes.
 - Stimulation du système immunitaire des plantes.
 - Nutrition :
 - Rhizobium : fixation de l'azote du sol pour former des composés que les plantes peuvent utiliser.
 - Champignons des mycorhizes arbusculaires vésiculaires : introduction directe des nutriments dans les plantes.

La matière organique du sol est la clé d'une biologie saine du sol. Le degré d'activité du sol est directement lié aux concentrations de matière organique.

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

2.3.1. 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.

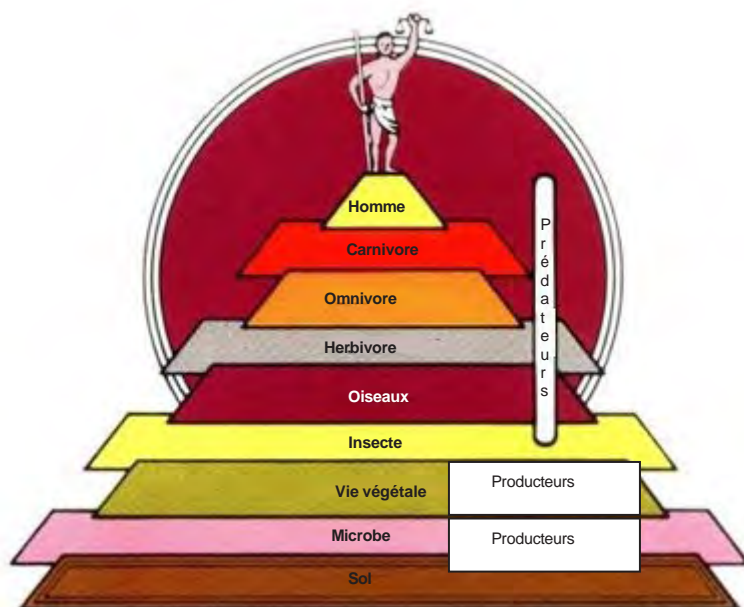
Von Liebig fut l'un des premiers scientifiques à démontrer que la croissance des plantes dépend de quantités adéquates de nutriments sous forme d'ions (cations et anions) ; ces informations ont constitué le fondement de l'agronomie moderne avec les engrais de synthèse solubles dans l'eau.

Professeur émérite des sols à l'université du Missouri, le **Dr William Albrecht** fut le premier pédologue à démontrer **l'importance de disposer de tous les minéraux du sol selon un rapport équilibré avec des quantités adéquates de matière organique**.

Tandis que le professeur Von Liebig pensait que la matière organique n'était pas importante et que tous les minéraux nécessaires pour les plantes pouvaient être fournis dans des engrais chimiques solubles, le professeur Albrecht a expliqué dans de nombreux écrits l'importance de la matière organique comme source principale d'azote pour les plantes, comme régulateur et réserve de tous les minéraux nécessaires aux plantes ; il a également souligné l'importance d'une bonne biologie du sol.

Albrecht a réintroduit le concept du sol vivant et l'importance fondamentale de la matière organique de la biologie du sol dans ce processus.

« La décomposition par les micro-organismes dans le sol est le processus inverse de la croissance des plantes en surface. Les plantes qui se développent en utilisant l'énergie du soleil synthétisent du carbone, de l'azote et tous les autres éléments pour former des composés complexes. L'énergie emmagasinée dans ces composés est alors utilisée d'une manière plus ou moins complète par les micro-organismes dont l'activité dans le sol rend les nutriments disponibles pour une nouvelle génération de plantes. La matière organique fournit donc "la vie du sol" au sens le plus strict. Lorsque le sol est évalué en termes de génération de dioxyde de carbone, on s'aperçoit qu'il s'agit d'un organisme vivant et actif » (Albrecht, 1938).



Albrecht a aussi clairement établi le **lien entre la santé des plantes, en particulier le rôle des carences en minéraux du sol, et la santé des animaux et de l'être humain** qui ont en fin de compte consommé les plantes et les animaux.

Il a démontré le lien direct existant entre des récoltes de fourrage médiocres et la santé du bétail qui s'en nourrit. Pour Albrecht, la santé du sol est le fondement essentiel de la santé des cultures, de bons rendements et de la santé des animaux et de l'être humain.

Ceci s'inscrit nettement dans le paradigme biologique qui consiste à créer un sol en bonne santé pour faire pousser des plantes en bonne santé, à la différence du paradigme agricole conventionnel qui consiste à juste ajouter des nutriments solubles qui seront absorbés par les plantes dans la solution du sol.

Les **deux problèmes importants** soulevés par Albrecht sont liés au fait que les **sols** doivent disposer **des quantités adéquates de tous les minéraux** dont les plantes ont besoin et que ces minéraux doivent se trouver en **proportion ou équilibre adéquats** pour obtenir des rendements élevés. Ces rapports sont des orientations, ce qui signifie qu'ils peuvent et doivent être modifiés en fonction de l'environnement.

Pour Albrecht, **la nutrition du sol** ne concernait pas la nutrition directe des plantes, mais la **mise en place d'un sol sain** susceptible d'obtenir de grands rendements de plantes et animaux en bonne santé.

Albrecht a découvert que des quantités élevées de calcium permettent de former des sols avec de bonnes structures d'agrégats tandis que des quantités élevées de magnésium vont compacter les sols.

Ces informations peuvent être appliquées de manière adéquate à différents types de sol. Les sols argileux ont besoin d'une quantité élevée de calcium pour s'ouvrir et des recherches ont montré que l'augmentation de la quantité de magnésium dans les sols sablonneux permet de les contracter, ce qui augmente leur capacité de rétention de l'eau et des nutriments.

Alors qu'Albrecht a écrit que le calcium était le cation le plus important, ses articles sur la matière organique indiquent clairement que l'azote sous forme de nitrate (anion) est le nutriment dont les plantes ont besoin en plus grande quantité ; l'insuffisance de l'azote était l'un des principaux facteurs réducteurs du rendement.

Des décennies de recherche ont permis de démontrer que les sols qui ont de faibles quantités de matières organiques manquent d'espaces dans le sol où les anions nitrate ainsi que les autres anions peuvent être adsorbés (collés) afin d'être stockés pour une utilisation ultérieure par les plantes. La plupart des charges électrostatiques des colloïdes argileux sont négatives. Cela signifie que ces colloïdes vont attirer et stocker des cations et repousser les anions à charge négative. C'est l'une des raisons pour lesquelles les anions comme le nitrate sont facilement lessivés des sols pauvres en matière organique. L'humus dans la matière organique comporte des sites chargés qui vont attirer et stocker des anions comme le nitrate.

Les recherches d'Albrecht ont montré que, pour que les plantes obtiennent suffisamment d'azote, l'azote produit sous forme de cation ammonium devait être transformé en nitrate par la biologie du sol.

« La matière organique du sol est la source de l'azote. Lors des dernières étapes de la décomposition de la plus grande partie de la matière organique, l'azote libéré sous forme d'ammoniaque est ensuite converti sous forme soluble ou de nitrate. La production agricole est souvent dépendante de la capacité du sol à produire et à accumuler cette forme d'azote facilement utilisable. Nous pouvons donc mesurer l'activité de transformation de la matière organique en mesurant les nitrates. Il est extrêmement souhaitable que ce changement soit actif et que de grandes quantités de nitrate soient fournies au sol pendant la période de croissance » (Albrecht, 1938).

Un autre point essentiel qu'il a abordé concerne les **rapports carbone/azote stables dans la matière organique du sol**. C'était la principale source de la plus grande partie de l'azote des plantes.

Albrecht fut le premier pédologue à produire de nombreux articles sur les relations entre l'azote et la matière organique du sol, démontrant que la meilleure manière de maintenir une fertilité durable était de mettre en place des systèmes agricoles recyclant suffisamment de matière organique pour disposer des quantités d'azote nécessaires pour la culture.

L'autre rôle très important de la matière organique décrit par Albrecht était celui de **régulateur de la matière organique**. Alors qu'il a amplement exposé la nécessité pour le sol de disposer des bons pourcentages et rapports de cations, il a aussi démontré que des **quantités adéquates de matières organiques pouvaient agir en tant que régulateurs lorsque les rapports n'étaient pas appropriés et veiller à ce que les plantes reçoivent les bonnes quantités de nutriments**. La clé consiste à éviter les

carences et à obtenir des quantités adéquates de tous les nutriments dont les plantes ont besoin.

Albrecht a montré qu'il était tout aussi important d'avoir des **quantités adéquates d'azote, de calcium et d'autres minéraux pour la fabrication de la matière organique du sol**. « L'activité bactérienne est nulle en l'absence d'éléments minéraux tels que le calcium, le magnésium, le potassium, le phosphore et d'autres. Ils sont importants au même titre que l'azote : des études récentes ont démontré que le taux de décomposition est réduit lorsque le sol présente des carences de ces éléments. Dans les sols vierges riches en matière organique, on trouve ces éléments aussi en grande quantité et les formes disponibles de ces éléments diminuent au fur et à mesure de l'appauvrissement de la matière organique. La diminution de l'un s'accompagne de la diminution de l'autre ».

« [...] On a récemment découvert que la **fixation de l'azote** de l'air par les légumineuses est plus **efficace en présence d'une quantité élevée de calcium** sous forme disponible. Ainsi, si dans les sols chargés en calcium, on observe un bon rendement des légumineuses et si on ajoute de grandes quantités d'azote en conséquence, on peut s'attendre à ce que ces sols soient riches en matière organique. **Il est impossible de dissocier une grande teneur en calcium d'une grande teneur en matières organiques**. Le rétablissement de la réserve épuisée de chaux influe sur l'accumulation de la matière organique d'une manière différente de celle que l'on attribue généralement au chaulage » (Albrecht, 1938).

2.3.2. 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.

❑ Méthodes de compostage

Le compostage peut se faire de bien des manières différentes.

➤ *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 labourés 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.



➤ *Le compost aérobie*



L'avantage de cette méthode est que c'est **le moyen le plus rapide de fabriquer du compost**. 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.

➤ **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.

Le tas de compost permanent

Le tas est mis en place en combinant des matières organiques fraîches et séchées et un mélange de vers locaux. Toutes les sources de matières organiques de l'exploitation et aux alentours sont en permanence ajoutées au tas de manière à l'alimenter au moins une fois par semaine. Les sources de matières organiques peuvent inclure de vieilles feuilles de palme, des branches, des feuilles, des restes d'aliments, des herbes, des carcasses d'animaux, du fumier et toute autre forme de matière organique.

Au fil du temps, ce tas abritera de nombreuses espèces de vers, champignons, bactéries et autres micro-organismes bénéfiques qui vont décomposer la matière organique en compost riche en humus.

Le tas est régulièrement ouvert et le compost riche en humus peut être prélevé pour être épandu dans les champs. Les matières organiques à moitié décomposées et décomposées sont séparées du compost et laissées sur place pour s'assurer que le tas continue à fabriquer du compost. Ce tas doit être alimenté en continu.

❑ **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.

➤ **Les sources brunes et vertes**

De nombreux manuels traitant du compost indiquent qu'il faut obtenir un **rapport carbone/azote (C/N) idéal de 25/1 à 35/1**.

Ils comportent aussi un tableau avec les rapports carbone/azote de nombreux ingrédients et des exemples de la manière d'effectuer les calculs nécessaires pour définir les différents pourcentages et obtenir le rapport idéal à partir de sources multiples.

La plupart des agriculteurs trouvent cela trop compliqué. Un moyen plus pratique consiste à **utiliser un mélange de sources de matières organiques brunes et vertes**. Les sources de matière organique brunes ou mortes sont généralement riches en carbone et pauvres en azote. Les sources de matière organique vertes ou fraîches, par exemple, des herbes nouvellement coupées, sont riches en azote par rapport au carbone.

Un mélange des sources brunes et vertes permettra d'obtenir un bon rapport carbone/azote. Il n'y a rien de mieux que l'expérience pour obtenir un bon résultat.

Le temps est un facteur essentiel. De faibles taux d'azote signifient que la décomposition prendra plus de temps et qu'il faudra attendre davantage pour obtenir un compost riche en humus. Cela signifie que les agriculteurs doivent commencer à fabriquer leur compost **au moins six mois, voire un an, avant d'en avoir besoin**.

❑ **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.



Tas de compost sur une exploitation au Kenya

➤ **Humus**

- Il ajoute de l'humus et de la matière organique dans le sol.
- Il injecte dans le sol les micro-organismes responsables de la fabrication d'humus.
- Il améliore la structure du sol pour une meilleure infiltration de l'air et de l'eau.
- L'humus emmagasine 20 à 30 fois son poids d'eau et augmente sensiblement la capacité du sol à stocker de l'eau.
- L'humus stocke de l'azote et d'autres nutriments pour une utilisation ultérieure par les plantes.

➤ **Nutriments**

- Nutriments minéraux.
- Nutriments organiques.
- Il contient un éventail complet de nutriments.
- Libération lente.
- Ils ne sont pas lessivés vers l'environnement aquatique.

➤ **Micro-organismes bénéfiques**

- Il fournit un vaste éventail de champignons, de bactéries bénéfiques et d'autres espèces utiles.
- Il élimine les pathogènes du sol.
- Il fixe l'azote.
- Il augmente la teneur en carbone du sol.
- Il libère les minéraux captifs du sol.
- Il élimine les poisons.
- Il alimente les plantes et la vie du sol.
- Il améliore la structure du sol.

➤ **Diminution des émissions de gaz à effet de serre du compost**

Dans certaines parties d'Europe et d'Amérique du Nord, on ajoute jusqu'à 10 % d'argile du sous-sol pour une meilleure texture. Une argile acide empêche la volatilisation de l'azote sous forme d'ammoniac, les ions ammonium restant collés sur l'argile. Cela diminue les émissions de gaz à effet de serre azotés qui s'échappent du compost.

De même, on a démontré que le potassium a tendance à s'échapper des tas de compost. Or, les plaquettes d'argile attirent fortement les ions potassium et évitent donc le lessivage.

Les composts anaérobies peuvent avoir un rapport carbone/azote supérieur à 30/1 étant donné que le temps de compostage plus long favorise les champignons par rapport aux bactéries. Les champignons ont besoin de moins d'azote pour décomposer les matières brutes. Un taux de carbone supérieur signifie qu'il faudra plus de temps aux micro-organismes pour décomposer la matière organique et la transformer en humus ; cependant, il y aura moins de perte d'azote et le compost résultant comportera un azote qui sera plus facilement utilisable par la culture.

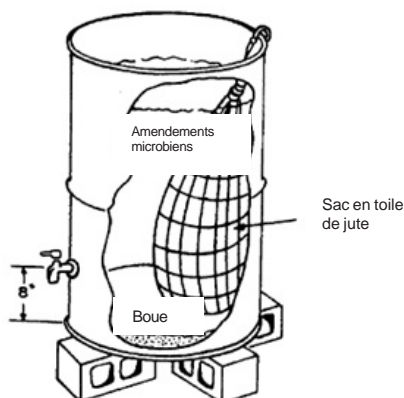
Cela diminue aussi les émissions de gaz à effet de serre azotés qui s'échappent du tas de compost.

Couvrir le tas de compost avec une bâche en plastique noir ou de l'argile fraîche du sous-sol permet de maintenir le degré d'humidité. La bâche en plastique noir a un effet de solarisation sur les graines de mauvaises herbes à la surface du tas, tandis que la chaleur du compost détruit la plupart des graines de mauvaises herbes à l'intérieur. Il est important de noter que certaines graines, en particulier celles qui ont des parois dures, peuvent survivre et germer plus tard.

Des recherches récentes menées aux États-Unis ont révélé que le fait de couvrir les tas de compost d'une épaisse couche de copeaux de bois arrête les émissions de composés organiques volatils y compris des gaz à effet de serre (B. Schafer, comm. pers.).

Il est possible d'ajouter des vers de terre au compost une fois que sa température a commencé à diminuer. Ils sont particulièrement bénéfiques dans les composts anaérobies, car au fil du temps ils retournent et aèrent l'ensemble du tas. Dans le cas des tas de compost à l'échelle de l'exploitation, cela permet d'économiser des heures de travail et de nombreux litres de carburant.

❑ Les thés de compost



Les thés de compost sont utilisés avec succès pour injecter dans les sols des micro-organismes bénéfiques qui augmentent sa teneur en carbone, améliorent sa qualité et, dans bien des cas, éliminent les maladies du sol et des plantes.

Les thés de compost sont obtenus en ajoutant de petites quantités de compost à de l'eau et en laissant cette préparation fermenter pendant un certain temps pour s'assurer de l'activité des micro-organismes. Il y a de nombreuses manières d'obtenir des thés de compost et de nombreux sites Web, tels que Soil Food Web, comportent des informations de grande qualité sur la manière de les obtenir.

Il est recommandé de pulvériser les amendements microbiens en fin d'après-midi, de sorte que les micro-organismes ne soient pas tués par la lumière ultraviolette.

❑ Les préparations biodynamiques

Les préparations dynamiques telles que la *Préparation 500* (bouse de corne) peuvent agir d'une manière semblable à celle des amendements microbiens et ont de forts taux de réussite dans l'intégration de matière organique dans le sol, en particulier l'humus.

2.3.3. L'engrais vert

Les engrais verts sont des cultures dont l'objet est uniquement d'améliorer la santé et la fertilité des sols par l'ajout de matière organique fraîche et de nutriments lorsqu'ils sont incorporés dans le sol.



Les engrais verts font généralement **partie de la rotation des cultures** qui permet de briser le cycle des mauvaises herbes et des maladies. Ces avantages multifonctionnels sont expliqués plus en détail dans le chapitre relatif à la gestion des mauvaises herbes et des ravageurs. 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.

Mucuna pruriens utilisé en tant qu'engrais vert au Kenya

Presque toutes les plantes cultivées peuvent être utilisées en tant qu'engrais verts, **cependant les légumineuses sont les plantes préférées**, étant donné qu'elles peuvent fournir des **quantités importantes à la fois de matière organique et d'azote**.

L'utilisation d'engrais verts est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus avérées pour améliorer la teneur des sols en matière organique et en azote.

« Le rétablissement de la matière organique dans le sol consiste donc à augmenter le taux d'azote ou à utiliser l'azote comme moyen de retenir le carbone et les autres matériaux. Il s'agit du principe de base justifiant l'utilisation des légumineuses en tant qu'engrais verts. Afin d'augmenter la teneur en matière organique du sol lui-même, il est souvent préférable d'utiliser les légumineuses et des herbes plutôt que d'ajouter directement de la matière organique sous forme de paille ou de compost. Si les légumineuses et les herbes peuvent être cultivées avec succès dans bien des sols des régions humides de ce pays, il sera toutefois nécessaire au préalable de correctement fertiliser et chauler le sol. Les légumineuses utilisent l'azote de l'air plutôt que celui du sol et permettent ainsi d'augmenter la quantité d'azote dans le sol lorsque leurs propres débris viennent s'y ajouter » (Albrecht, 1938).

2.3.4. Engrais minéral

Voici un sujet qui a créé un très grand malentendu entre les filières biologique et classique. C'est aussi un sujet qui est mal géré par la plupart des systèmes agricoles.

Les systèmes agricoles les plus classiques ont pour habitude de seulement apporter 3 minéraux principaux : l'azote, phosphore et le potassium (NPK). De ce fait, une grande partie des exploitations utilise uniquement du NPK sans analyser les besoins en d'autres nutriments.

L'exemple du tonneau Von Liebig en est la meilleure illustration. La quantité d'eau que peut contenir le tonneau est limitée par la douve la plus courte. Les douves les plus grandes n'aident pas à retenir davantage d'eau.



Il en va de même avec les nutriments du sol. Des quantités élevées de NPK ne permettront pas d'augmenter le rendement si d'autres minéraux manquent.

Exemples

Les plantes ont grandement besoin d'azote, étant donné que ce dernier doit être combiné au glucose pour fabriquer les acides aminés. Les acides aminés sont des éléments indispensables de la vie, étant donné qu'ils sont à la base de l'ADN, des protéines, des hormones et d'autres éléments essentiels pour les cellules et les organismes.

Le processus de fabrication des acides aminés à partir de l'azote et du glucose fait intervenir plusieurs étapes au sein de la plante. L'une de ces étapes nécessite uniquement quelques molécules de molybdène qui jouent le rôle de catalyseur dans le processus. Sans le molybdène, la plante ne peut pas utiliser l'azote pour fabriquer des acides aminés. Quelle que soit la quantité d'azote que la plante puise dans le sol, la plante ne pourra en utiliser que la partie qui correspond à la quantité de molybdène nécessaire pour produire des acides aminés nécessaires pour la croissance, pour produire des graines, etc.

Toutes les cellules d'une plante ont besoin de calcium, élément indispensable pour le transport de plusieurs autres minéraux au sein de la plante. Le calcium, à la différence

d'autres nutriments tels que le soufre, le potassium et l'azote, ne se déplace pas facilement au sein de la cellule.

Au fur et à mesure de sa croissance, la plante peut transporter de nombreux nutriments depuis les vieilles feuilles avant de les faire tomber et utiliser ces nutriments dans les nouvelles feuilles. La plupart des plantes ne peuvent pas faire de même avec le calcium, ce qui explique pourquoi elles ont besoin de le puiser à nouveau dans le sol. Cela signifie qu'il est important de disposer de bonnes quantités de calcium dans le sol.

Les plantes ont besoin de bore pour transporter le calcium dans leurs structures et à l'intérieur des cellules. Si les plantes ne disposent pas d'une quantité de bore suffisante, elles peuvent présenter une carence en calcium. Il est important de s'assurer que le sol contient suffisamment de bore, faute de quoi les plantes souffriront de carences multiples en minéraux.

❑ Les systèmes organiques utilisent une fertilisation complète

Les **exploitations biologiques** dans l'ensemble ont **évité les nombreuses carences** résultant de l'utilisation continue de systèmes fertilisants provenant de la décomposition des matières végétales et animales. Ces matières contiennent généralement tous les minéraux dont les plantes ont besoin dans les bonnes proportions.

Cependant, les systèmes biologiques peuvent aussi être confrontés à des carences minérales.

❑ Les systèmes biologiques en tant que systèmes fermés

La plupart des manuels traitant de l'agriculture biologique prétendent que les systèmes agricoles biologiques sont des systèmes fermés qui dépendent très peu des apports extérieurs.

Cependant, les exploitations biologiques ne sont pas fermées dans la mesure où elles vendent leur production à l'extérieur de l'exploitation. Elles exportent les nutriments du sol contenus dans les cultures.

Les minéraux qui ne sont pas recyclés naturellement doivent être remplacés et donc importés dans l'exploitation. Si la quantité de minéraux exportés est supérieure à la quantité de minéraux recyclés par la biologie, le système n'est pas viable et entraîne une dégradation du sol. Le système agricole est appauvri. Cela va à l'encontre des principes de soin, d'écologie et de santé.



Le seul moyen dont dispose un exploitant pour savoir si le sol a besoin d'être amendé c'est de **réaliser régulièrement des analyses de sol pour mesurer le niveau de ces minéraux.**

Il est indispensable de se mettre d'accord sur la définition d'un sol sain. Si certains minéraux sont présents en concentrations inférieures à la valeur de référence, il est nécessaire de les ajouter au sol pour atteindre ces valeurs de référence, voire les dépasser légèrement.

De nombreuses exploitations ont ainsi épuisé les nutriments de leur sol pendant des décennies, voire des siècles, et leurs sols présentent donc de nombreuses carences. Il est généralement peu pratique et trop onéreux de résoudre ce problème en une seule fois, et les exploitants doivent chercher plutôt à mettre en place des programmes sur trois à cinq ans pour relever le niveau de tous les nutriments. Une fois ce résultat obtenu, seules de petites quantités sont généralement nécessaires pour ajuster le sol. On parle alors plus souvent de kilogrammes que de tonnes par hectare.

Il s'agit de considérer que le sol est un magasin qui a en stock les nutriments essentiels pour la culture. Si les étagères sont pleines de nutriments essentiels, les plantes sont en capacité de choisir ce dont elles ont besoin. Si les étagères sont vides ou presque, cela signifie que les plantes seront affamées par la carence, ce qui nuira à la performance de la culture.

La plupart des nutriments essentiels dans l'agriculture biologique peuvent être facilement obtenus avec des minéraux broyés sous forme de chaux, de dolomie, de gypse, de phosphate naturel, de poussière de basalte, de poussière de granit et de sulfate de potassium de mine. Ces minéraux fourniront quasiment tous les éléments majeurs, sauf l'azote et la plupart des éléments traces. Les carences en éléments traces peuvent être corrigées dans les systèmes biologiques certifiés en utilisant des sels solubles dans l'eau, par exemple du sulfate de zinc, du borate de sodium, du sulfate de cuivre, etc.

Les émulsions de poissons et le varech sont un excellent moyen de corriger les carences en éléments traces et obtenir des plantes saines.

Les légumineuses, engrais verts, composts et bactéries libres présentes dans la nature sont utilisés pour fournir de l'azote ainsi que de nombreux autres nutriments.

Une stratégie à court terme peut consister à appliquer les minéraux captifs sur les feuilles afin de corriger immédiatement les carences. Les stratégies à long terme visent à augmenter le niveau d'humus pour aider à réguler les excès et à augmenter les concentrations des autres minéraux pour obtenir des proportions équilibrées. Il est important de ne pas augmenter les quantités des minéraux en excès.

2.3.5. Recommandations relatives aux concentrations de nutriments

☐ Analyses des concentrations de nutriments du sol

Les **chiffres de référence** (voir ci-dessous) ne sont donnés **qu'à titre indicatif**. Albrecht a indiqué que ces rapports étaient des recommandations. « Alors que les rapports ci-dessus sont des recommandations [...] » (Albrecht, 1967). Ils sont fondés sur un système d'Albrecht modifié, mais n'ont pas été prouvés pour la plupart des régions et, de ce fait, ne doivent être utilisés que comme des recommandations et non pas comme des valeurs absolues. Cela signifie que ces **chiffres peuvent et doivent être modifiés dans d'autres environnements** et qu'il est nécessaire d'approfondir les recherches pour définir les meilleures valeurs de référence pour les différentes régions du monde.

Cependant, tant que ces recherches n'ont pas été terminées, on peut utiliser les recommandations ci-dessous à titre d'orientation.

Il convient de noter que les chiffres de la liste ne sont pas basés sur les concentrations dont les plantes ont besoin, étant donné que l'agriculture biologique n'est pas fondée sur le modèle d'alimentation des plantes directement avec des nutriments solubles dans l'eau. **Les chiffres indiqués dans la liste sont fondés sur les recherches effectuées sur la nécessité de mettre en place des sols produisant de bons rendements de cultures saines.**

Valeurs de référence minimales suggérées pour les nutriments	
pH	6,0 – 6,8
Matière organique	3 – 6 %
Principaux nutriments	
Calcium	1 800 ppm
Phosphore P1	100 ppm
Phosphore P2	200 ppm
Azote	60 ppm
Magnésium	300 ppm
Potassium	175 ppm
Soufre	75 ppm
Éléments traces	
Zinc	12 ppm
Manganèse	20 ppm
Fer	20 ppm
Sodium	20 ppm
Cuivre	5 ppm
Bore	3 ppm
Chlore	3 ppm
Molybdène	1 ppm
Cobalt	0,5 ppm
P1 = soluble dans l'eau	
P2 = test acide	

Les informations disponibles montrent que les plantes ont besoin de sélénium, nickel, silicium et d'autres éléments pour rester en bonne santé et donner de bons rendements.

Cependant, très peu de recherches ont porté sur les meilleures concentrations de ces éléments dans le sol.

❑ Sources de nutriments biologiques

Apports biologiques autorisés

Tous les nutriments dont les plantes ont besoin peuvent être apportés s'ils proviennent de sources qui sont autorisées par l'agriculture biologique certifiée. Si votre exploitation est certifiée, il est recommandé de consulter l'autorité de certification avant de les utiliser. Les exigences peuvent varier d'une autorité de certification à l'autre.

Azote	Analyse du pourcentage
Fumier	4 – 8 %
Compost	1 – 4 % environ 2 %
Légumineuses	20 à 300 kg/ha
Engrais verts	0,5 – 5 %
Émulsion de poisson	4 – 11 %
Micro-organismes (azotobacter, cyanobactéries, nitrosomas, nitrobacter et autres)	Jusqu'à 40 kg/ha
Phosphore	
Compost de fumier	Jusqu'à 2 %
Compost	Jusqu'à 1 %
Phosphate naturel	24 – 30 %
Poudre d'os	21 – 30 %
Émulsion de poisson	1 %
Potassium	
Sulfate de potassium de mine	50 % jusqu'à 1 %
Poussière de basalte	4 %
Poussière de granit	3,6-6 %
Varech	4 – 15 %
Cendres de bois	7 %
Fumiers	0,3 – 2 %
Compost	1 – 5 %
Sciure de bois	1 %
Émulsion de poisson	1 %
Calcium	
Carbonate de calcium (chaux)	30 – 40 %
Gypse	22 %
Dolomite	2 %
Phosphate naturel	16 – 30 %
Magnésium	
Dolomite	20 %
Poussière de granit	6 %

Soufre	
Soufre élémentaire	100 %
Sulfate de potassium	18 %
Gypse	17 %
Fumiers	0,1 – 0,2 %

❑ Éléments traces

- Poussières de roche : basalte, granite, phosphate naturel, gypse, chaux et dolomite contiennent un vaste éventail d'éléments traces.
- Compost (seulement si les matériaux utilisés pour faire le compost ne présentent pas de carences en l'élément trace souhaité).
- Les formes solubles d'engrais minéraux sont autorisées pour pallier une carence donnée, par exemple, sulfate de zinc, borate de sodium, sulfate de cuivre, sulfate de fer, etc.
- Fumiers, varech, émulsion de poisson.

La matière organique du sol présente un rapport carbone/azote compris entre 11/1 et 9/1. La plus grande partie de l'azote se trouve sous forme d'acides aminés qui, selon les connaissances actuelles, est biodisponible pour la plupart des plantes.

❑ Interactions carbone/azote : ajouter du carbone pour augmenter l'azote

La matière organique du sol, en particulier les fractions de l'humus, a tendance à avoir un rapport carbone/azote de 9/1 à 11/1. Au fur et à mesure que la concentration de carbone augmente, la teneur du sol en azote augmente afin de maintenir les rapports carbone/azote.

Cela a, en partie, mené l'agronomie conventionnelle à penser qu'il est nécessaire d'ajouter de l'azote dans le sol pour augmenter la teneur en carbone. Or, c'est l'inverse qui se produit.

Les systèmes agricoles conventionnels qui utilisent des engrais azotés de synthèse voient généralement diminuer la teneur en carbone du sol. Les études publiées montrent la relation évidente entre l'addition d'azote de synthèse et la teneur en carbone du sol. **Plus on ajoute de l'azote de synthèse, plus la teneur en carbone du sol diminue dans le système (Khan et al.).**

Les seuls systèmes à échapper à cette règle sont quelques systèmes conventionnels sans labour qui obtiennent de faibles augmentations à court terme dans les quelques centimètres de la couche supérieure du sol. Cependant, des études à plus long terme démontrent que cette faible augmentation se limite à certains types de sol, a tendance à se stabiliser plutôt qu'à continuer d'augmenter et n'apporte pas de carbone dans les couches plus profondes du sol.

Les études portant sur les meilleurs systèmes biologiques montrent des augmentations continues dans la teneur du sol en carbone et la pénétration du carbone dans les couches plus profondes du sol.

L'une des principales différences des systèmes biologiques réside dans le fait que l'ajout de matière organique dans le sol pour augmenter la teneur en carbone entraîne une hausse du niveau d'azote d'un rapport 11/1 à un rapport 9/1.

En fait, la « sagesse » conventionnelle a mis la charrue avant les bœufs. Les agriculteurs devraient ajouter du carbone pour augmenter l'azote, plutôt que d'ajouter de l'azote pour augmenter le carbone.

La plus grande partie de l'azote du sol est fixée par des micro-organismes libres du sol, comme les azobactères et les cyanobactéries. On a maintes fois démontré qu'il existe un lien étroit entre des taux élevés de matière organique dans le sol et une forte activité biologique dans le sol. Cette activité biologique concerne les fixateurs d'azote libres, qui convertissent l'azote atmosphérique (le gaz qui constitue 78 % de l'air) en des formes dont les plantes ont besoin. Ils le font gratuitement, constituant ainsi la source majeure d'azote disponible pour les plantes, un fait qui est omis dans la plupart des manuels d'agronomie.

☐ Comprendre les rapports

Il est important de bien comprendre **quelle est la quantité d'azote qui peut être stockée dans la matière organique du sol et utilisée par les plantes**. La matière organique du sol contient de l'azote qui est exprimé selon le rapport carbone/azote. Celui-ci est généralement compris entre 11/1 et 9/1, mais il peut varier en dehors de cette plage. La seule manière de définir avec certitude le rapport d'un sol donné est de faire une analyse de sol et de mesurer les quantités.

Exemple :

Pour expliquer la quantité d'azote organique dans le sol, nous utiliserons un rapport de 10/1 afin de faciliter les calculs.

La quantité de carbone dans la matière organique du sol est appelée « carbone organique du sol » (COS), et se mesure généralement en grammes de carbone par kilogramme de sol. La plupart des manuels l'expriment sous forme de pourcentage du sol à une certaine profondeur.

Il existe un rapport approximatif admis pour la quantité de carbone organique du sol dans la matière organique du sol, à savoir : $COS \times 1,72 = MOS$.

Le calcul de la quantité de COS sous forme de pourcentage dans le sol (basé sur le poids) est assez difficile, car il faut tenir compte de la densité spécifique du sol. La raison en est que certains types de sol sont plus denses et donc plus lourds que d'autres. Cela modifie le poids du carbone en tant que pourcentage du sol.

Afin de rendre ces concepts plus compréhensibles, nous utiliserons une estimation moyenne mise au point par le Dr Christine Jones, l'une des meilleures pédologues d'Australie et spécialiste en carbone du sol. Selon le Dr Jones : « ... une augmentation de 1 % du carbone organique dans les 20 cm supérieurs du sol représente une augmentation de 24 t/ha [soit 24 000 kg] de COS dans le sol... » (Jones, 2006).

Cela signifie qu'un sol ayant 1 % de COS peut contenir 24 000 kg de carbone par hectare. Avec un rapport carbone/azote de 10/1, ce sol contiendrait 2 400 kg d'azote organique par hectare dans les 20 cm supérieurs du sol.

Tableau de la quantité d'azote organique contenue dans le sol

1 % de COS	2 400 kg de N organique par hectare	1,72 % de MOS
2% de COS	4 800 kg de N organique par hectare	3,44 % de MOS
3 % de COS	7 200 kg de N organique par hectare	5,16 % de MOS
4 % de COS	9 600 kg de N organique par hectare	6,88 % de MOS
5 % de COS	12 000 kg de N organique par hectare	8,50 % de MOS

Une bonne gestion de la matière organique du sol signifie que le sol avoisinant les racines de la culture contient des quantités très importantes d'azote organique. Il contient plusieurs tonnes d'azote au lieu des centaines de kilogrammes que la plupart des manuels d'agronomie préconisent d'ajouter. Cela signifie qu'il n'est pas nécessaire pour les agriculteurs de dépenser de grosses sommes pour acheter de l'azote de synthèse. Autrement dit, avec une bonne gestion de l'exploitation, il est possible d'obtenir une plus grande quantité d'azote disponible pour les plantes sans déboursier un centime.

❑ Diminution de l'azote

Certaines sources de matières organiques avec des **rapports carbone/azote supérieurs à 100/1**, par exemple, de la sciure de bois, des branches, des feuilles sèches et de l'écorce, des coques de cacahuète, etc., **peuvent entraîner une carence temporaire du sol en azote** lorsqu'ils sont ajoutés à l'état frais à des sols dont l'activité biologique est limitée.

Cela s'explique du fait que la plupart des micro-organismes qui décomposent la matière organique ont besoin de rapports carbone/azote compris entre 20/1 et 30/1. Ils vont puiser l'azote du sol pour obtenir ce rapport, créant de ce fait une carence temporaire jusqu'à ce que le processus de décomposition réintègre l'azote dans le sol.

La meilleure manière d'éviter cette carence temporaire en azote est de composter ou d'amener à maturité les matières organiques avant de les ajouter au sol. De cette manière, elles seront partiellement ou entièrement décomposées et seront ajoutées au sol avec leurs micro-organismes décomposeurs correspondants. Cela permet de réduire ou de supprimer le besoin de faire décomposer l'azote du sol par les micro-organismes, car ceux-ci ont déjà commencé le processus de décomposition en utilisant d'autres sources.

Des expériences ont démontré que de bons sols biologiques ont généralement suffisamment de micro-organismes et d'azote dans le sol pour décomposer ces types de matières organiques, sans entraîner de carence temporaire en azote.

2.3.6. 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.

☐ Quantité de nutriments nécessaire

Il n'est nécessaire d'ajouter de nutriments que lorsque les analyses de sol révèlent qu'ils ne sont pas présents en quantité suffisante (voir les tableaux ci-dessus).

$([\text{quantité recommandée dans le tableau}] - [\text{résultat de l'analyse du sol}]) \times 2 = [\text{quantité de nutriments qu'il faut ajouter}]$ en kilogrammes par hectare (kg/ha).

[2 est un facteur de conversion fondé sur une profondeur de sol de 150 mm. Une profondeur de sol de 300 000 mm nécessite un facteur de conversion de 4].

☐ Quantité d'engrais biologique à apporter

Unités du nutriment \times % concentration du nutriment dans l'engrais = quantité d'engrais à appliquer par hectare de champ.

☐ Rapport qualité-prix

Très souvent, les agriculteurs n'ont pas les moyens nécessaires pour acheter tous les nutriments nécessaires pour l'année afin d'amender des sols très appauvris. Ils doivent définir un programme pour l'appliquer sur plusieurs années en vue de relever les concentrations de minéraux dans le sol de manière optimale. Une fois atteintes les concentrations optimales, il est relativement facile de mettre en place un budget de nutriments fondé sur des estimations de pertes de nutriments via l'exportation des cultures et le ruissellement et sur des analyses de sol périodiques tous les trois ans.

Exercice pour l'analyse du sol :

Nutriment : (N)

Recommandation : (R)

Résultats des analyses de sol : (S)

$\{ [\text{recommandation}] - [\text{résultat de l'analyse du sol}] \} \times 2 = [\text{quantité de nutriments qu'il faut appliquer}]$ kg/ha

$\{(R) \dots - (S) \dots\} \times 2 = (U) \dots$ unités de (N) quantité qu'il faut appliquer en kg/ha

Engrais : (F) contient (F %) % (N)

$(U) \dots \times (F\%) \dots = \dots \dots \dots$ kg/ha

$= \dots \dots \dots$ t/ha (F) à appliquer sur le champ

Exemple : **Calcium (Ca)**

L'analyse de sol indique 1 000 ppm

Le tableau recommande 1 800 ppm

$(1\ 800 - 1\ 000) \times 2 = 1\ 600$ unités de Ca à appliquer

Le gypse contient 22 % de Ca

$1\ 600\ \text{Ca} \times 0,22 = 7\ 270\ \text{kg/ha} = 7,3\ \text{t/ha}$ de gypse à appliquer sur le champ

ou

La chaux contient 33 % de Ca

$1\ 600\ \text{Ca} \times 0,33 = 4\ 850\ \text{kg/ha} = 4,85\ \text{t/ha}$ de chaux à appliquer sur le champ

2.4. 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.

2.4.1. Utiliser des formes d'azote biologique uniquement

Les **engrais azotés de synthèse** sont l'une des principales **causes de la diminution de la matière organique du sol** (MOS). Cela s'explique par le fait qu'ils stimulent les types de bactéries qui puisent l'azote et le carbone pour former des acides aminés afin d'assurer leur croissance et leur reproduction. Ces bactéries présentent des rapports carbone/azote allant de 20/1 à 30/1. Autrement dit, chaque tonne d'azote appliquée se solde par une consommation de 20 à 30 t de carbone du sol (COS) par les bactéries. Si on utilise le rapport normal $\text{COS} \times 1,72 = \text{MOS}$, on obtient la valeur de 35 t de matières organiques perdues par le sol.

Les composés de carbone fraîchement déposés ont tendance à s'oxyder rapidement pour former du CO_2 à moins qu'ils ne soient convertis en des formes plus stables. Les formes stables de carbone prennent du temps à se constituer. Souvent, il faut compter des années pour ramener le stock de carbone stable aux niveaux antérieurs.

Si l'on prend le soin d'inclure une source de carbone dans les engrais à base d'azote, on protège le stock de carbone du sol étant donné que les microbes utiliseront plutôt le carbone ajouté au lieu de décomposer le carbone stable du sol. Les composts, fumiers animaux, engrais verts et les légumineuses sont de bons exemples de source d'azote à base de carbone.

Dans la mesure du possible, l'azote devrait être obtenu grâce aux bactéries *Rhizobium* des légumineuses et des micro-organismes libres fixateurs d'azote. Ces micro-organismes opèrent à une vitesse stable, fixant l'azote dans l'air du sol sous des formes disponibles pour les plantes. Ils peuvent utiliser le flux constant de carbone nouvellement déposé par les racines des plantes pour fabriquer des acides aminés, sans détruire l'humus et d'autres polymères de carbone stables.

Les recherches montrent un lien direct entre l'application d'engrais azoté synthétique et la diminution du carbone dans le sol.

« L'application d'engrais azotés solubles dans les systèmes conventionnels favorise une décomposition plus rapide et complète de la matière organique, libérant du

carbone dans l'atmosphère au lieu de le retenir dans le sol comme le font les systèmes biologiques » (La Salle et Hepperly, 2008).

Les scientifiques de l'université de l'Illinois ont analysé les résultats d'une étude agricole sur 50 années et ont découvert que l'engrais azoté de synthèse a entraîné la disparition de tous les résidus de carbone de la culture ainsi qu'une perte d'environ 10 000 kg de carbone du sol par hectare en moyenne. Cela équivaut à environ 33 000 kg de dioxyde de carbone par hectare en plus des milliers de kilogrammes de résidus des cultures qui sont convertis en CO₂ chaque année.

Les chercheurs ont découvert que plus la quantité d'engrais azoté de synthèse appliquée était élevée, plus grande était la perte de carbone du sol sous forme de CO₂. C'est l'une des principales raisons pour lesquelles les systèmes agricoles conventionnels enregistrent une diminution du carbone du sol alors que les systèmes biologiques voient le carbone du sol augmenter. (Khan *et al.*, 2007 ; Mulvaney *et al.*, 2009).

2.4.2. Des producteurs plutôt que des consommateurs de carbone

L'utilisation d'engrais azotés de synthèse modifie les biotes du sol, favorisant les micro-organismes qui consomment du carbone par rapport aux espèces productrices d'humus et d'autres formes stables du carbone. En stimulant des taux importants d'espèces qui consomment le carbone du sol, on ne laisse pas le carbone augmenter, ce qui entraîne un appauvrissement progressif du sol en carbone.

Les légumineuses, les micro-organismes libres et le compost sont des fournisseurs d'azote à base de carbone. **Ils constituent une source de carbone, mais aussi d'azote et ne consomment dès lors pas le carbone présent dans le sol pour le convertir en CO₂.**

L'utilisation de composts avec des micro-organismes qui produisent des carbones stables permet d'augmenter les concentrations de carbone dans le sol, à condition que l'exploitation évite d'utiliser des pratiques qui détruisent le carbone du sol.

Le but est de modifier l'équilibre de la biologie du sol pour laisser de côté les espèces qui consomment du carbone et le transforment en CO₂ et augmenter le nombre d'espèces qui produisent des formes stables de carbone comme l'humus et la glomaline.

2.4.3. Utiliser des techniques biologiques de contrôle des mauvaises herbes, ravageurs et maladies

Des études ont démontré que **l'utilisation de biocides** (herbicides, pesticides et fongicides) **entraîne une diminution des micro-organismes bénéfiques**. Dès 1962, Rachel Carson a parlé des recherches sur l'effet nocif des biocides sur les micro-organismes du sol dans son livre révolutionnaire « *Silent Spring* » (Carson, 1962). Depuis, des études ont régulièrement confirmé les dommages que les produits chimiques de l'agriculture occasionnent sur nos biotes du sol (Cox, 2001, 2002).

Les recherches menées par l'une des meilleures microbiologistes au monde, le Dr Elaine Ingham, ont montré que ces produits chimiques entraînent une diminution sensible des micro-organismes utiles qui produisent l'humus, suppriment les maladies et rendent les nutriments disponibles pour les plantes. Nombre de ces herbicides et fongicides tuent les champignons bénéfiques du sol (Ingham, 2003). Il a été démontré que ces types de champignons suppriment les maladies, augmentent l'absorption de nutriments (en particulier le phosphore) et forment la glomaline.

Il est important d'éviter l'utilisation de produits chimiques toxiques pour la mise en place de sols sains abritant les espèces bénéfiques qui fabriquent les formes stables de carbone.

2.4.4. Utiliser de bonnes méthodes de labour

Le **labour** est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus efficaces pour préparer la terre aux semis et pour lutter contre les mauvaises herbes. Malheureusement, c'est **aussi la méthode dont on a le plus abusé** et qui, mal utilisée, entraîne la **perte de sol, une dégradation de la structure du sol et la perte de carbone** par l'oxydation de la matière organique.

Ce constat a fait évoluer les mentalités et de nombreux secteurs agricoles préconisent l'absence de labour et l'utilisation d'herbicides et d'OGM pour une agriculture durable. Actuellement, du fait de l'émergence de plusieurs problèmes rencontrés dans ces systèmes chimiques sans labour, la tendance est au retour au labour.

Le labour aura toujours un rôle à jouer dans la gestion des mauvaises herbes, l'aération du sol et le maintien de la santé du sol. Un labour adéquat augmente la matière organique du sol et garantit une érosion minimale (Reganold *et al.*, 1987 ; Zimmer, 2000).

Il est important que le labour ne détruise pas la structure du sol en pulvérisant ou écrasant les agrégats de sol. Les agriculteurs doivent être conscients du concept de bon labourage. Le sol doit avoir une structure friable et ne se présenter ni comme une poudre fine ni en grosses mottes, indicateurs d'une structure médiocre et d'une mauvaise santé du sol. Ces conditions augmenteront l'oxydation de la matière organique décomposée qui se transformera en CO₂.

Le labour ne doit intervenir que lorsque le sol présente un bon degré d'humidité ; s'il est trop mouillé, il s'étale et se compresse ; s'il est trop sec, il part en poussière et en poudre. Ces deux effets entraînent des dommages du sol à long terme qui réduisent les rendements, augmentent la sensibilité aux ravageurs et aux maladies, augmentent l'érosion par l'eau et par le vent et les coûts de production.

Le labour doit être fait à la bonne vitesse pour faire craquer le sol et le séparer autour des agrégats, laissant ces derniers intacts, sans écraser ni étaler les agrégats par une vitesse excessive. Une bonne structure des agrégats permet de protéger le sol contre l'érosion. Le *Farm Systems Trial* de Rodale et les études sur le long terme du FiBL montrent qu'il est possible d'augmenter la concentration de carbone du sol avec un bon labour (Mader *et al.*, 2002 ; Pimentel, 2005).



La solution privilégiée est le labour profond utilisant des rippers ou des charrues ciseau qui perturbent le moins possible la surface tout en donnant accès au sous-sol pour une meilleure aération et infiltration de l'eau. Cela permet aux racines des plantes de s'enfoncer plus profondément dans le sol pour une meilleure absorption des nutriments et de l'eau et un apport en carbone accru. Le fait de perturber le moins possible la surface rend le sol moins sensible à l'érosion et à l'oxydation et réduit, voire empêche, la perte de matière organique.

Les recherches réalisées par l'Ohio State University ont comparé les concentrations de carbone de champs ayant été ou pas soumis au labour conventionnel et ont révélé que, dans certains cas, le stockage de carbone était supérieur dans les champs soumis à un labour conventionnel. La clé est la profondeur du sol.

Le stockage de carbone dans des champs sans labour et avec labour a été comparé en fonction de la profondeur du labour : dans les premiers 20 cm du sol, le stockage de carbone était généralement bien supérieur dans les champs non labourés que dans les champs labourés. En revanche, si l'on examine une couche de 30 cm et plus, on retrouve plus de carbone dans les champs labourés que dans les champs non labourés.

Les chercheurs ont conclu que les agriculteurs ne devraient pas mesurer le carbone du sol uniquement près de la surface, mais préconisent de descendre jusqu'à 1 m sous la surface du sol pour avoir une évaluation plus précise du carbone du sol (Christopher, Lal, et Mishra, U., 2009).

2.4.5. Lutter contre les mauvaises herbes sans endommager le sol



Un grand éventail de méthodes de labour peut être utilisé pour contrôler les mauvaises herbes dans les cultures sans endommager le sol et perdre de carbone. Il est possible d'utiliser divers types de dents flexibles, de herbes, désherbeuses, lames et brosses pour arracher les jeunes mauvaises herbes en perturbant le sol le moins possible.

Exemple

Les houes rotatives sont très efficaces, mais il convient de ne pas trop les enfoncer (environ 25 mm) pour éviter d'abîmer la structure du sol. La couche fine de sol superficielle de 25 mm joue le rôle de paillis pour supprimer les graines de mauvaises herbes lorsqu'elles germent et conserver l'humidité et le carbone du sol plus profond. Cela permet d'éviter toute perte de carbone par oxydation dans l'ensemble de la couche arable.

Divers cultivateurs permettent d'obtenir une grande précision dans la lutte contre les mauvaises herbes. Ils peuvent être équipés d'un large éventail d'accessoires et peuvent être achetés dans des tailles adaptées aux petites exploitations horticoles ou aux grandes exploitations extensives.

2.4.6. Éviter l'érosion

L'érosion est grandement responsable de la perte de carbone du sol. Les quelques centimètres supérieurs du sol sont ceux qui sont les plus riches en matière organique du sol. En cas de perte de cette fine couche de sol par l'action de la pluie ou du vent, la matière organique est également perdue.

2.4.7. Favoriser la couverture végétale

La couverture végétale est la meilleure façon d'empêcher la perte de matière organique et de sol. Il n'est pas toujours nécessaire d'éliminer les mauvaises herbes. Des outils de gestion efficace comme le pâturage ou le fauchage peuvent permettre d'obtenir de meilleurs résultats à long terme.

Le maintien de la matière organique du sol nécessite un apport continu au sol de résidus de plantes.



2.4.8. Éviter de brûler les restes de culture

Il convient d'éviter les pratiques telles que le brûlis du chaume. Le **brûlis** génère des gaz à effet de serre et **expose le sol à des dommages suite à l'érosion** et l'oxydation. Il **gaspille une matière organique précieuse** qui pourrait augmenter la teneur en carbone du sol.

2.4.9. Éviter les sols nus dans la mesure du possible

Les recherches ont montré que les sols nus perdent de la matière organique du fait de l'oxydation, de la mort des micro-organismes et de l'action du vent et des pluies. Les sols cultivés doivent être dotés le plus rapidement possible d'une culture de couverture. **La culture de couverture protège le sol contre les dommages et apporte du carbone et d'autres nutriments** au fur et à mesure de sa croissance. Le bon choix des espèces peut permettre d'augmenter la présence d'azote dans le sol, de conserver le degré d'humidité du sol par un effet de paillage et de supprimer les mauvaises herbes par la compétition.

Il existe diverses formes de systèmes biologiques sans labour qui consistent à semer directement les graines dans des cultures de couverture roulées, coupées ou pâturées et des pâturages à rendements très efficaces. Plus la concentration de carbone augmente dans le sol, plus les rendements augmentent également pour dépasser ceux des cultures conventionnelles dans la même région.



Chapitre 3

Protection phytosanitaire

Prévention	85
Méthodes curatives de protection	90
Exemples de plans de lutte contre les ravageurs	114

3.1. Prévention

3.1.1. Méthodes de prévention

☐ 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.

☐ 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.

☐ 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.

Le but est d'adopter une approche d'ensemble de systèmes qui permet d'obtenir une exploitation résiliente à intrants réduits et haut rendement. C'est là le rôle des sciences écologiques appliquées à l'agriculture pour créer des systèmes qui correspondent au modèle de l'agro-écologie.

☐ L'intensification éco-fonctionnelle (IEF)

Définition du processus d'intensification éco-fonctionnelle (IEF)

L'IFOAM définit ce processus de la manière suivante : « En tant que système de production durable fondé sur l'écosystème, l'agriculture biologique s'appuie sur **l'utilisation de la biodiversité** et l'utilisation optimale des **services écosystémiques**. L'utilisation de ces services est la clé du succès de l'agriculture biologique. Afin de tirer le plus possible d'avantages multifonctionnels, l'agriculture biologique utilise une intensification écologique et non chimique. L'intensification écologique **optimise la performance des services écosystémiques**. Ces services incluent la régulation des ravageurs et des maladies, la rétention d'eau et le drainage, la formation du sol, la biologie et la fertilité des sols, les cycles des nutriments, la capture de l'azote, la

photosynthèse et le stockage de dioxyde de carbone, de nombreuses espèces végétales cultivées et d'animaux, la pollinisation, etc. ».

❑ 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*

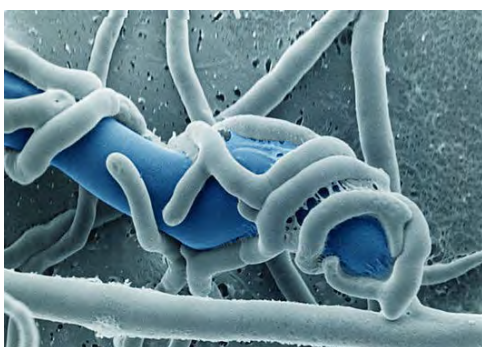
La santé des sols est la clé d'une agriculture durable et productive. **Un sol bien équilibré minimise les dommages provoqués par les maladies et les insectes.** De nombreuses preuves scientifiques sérieuses montrent que les plantes qui poussent sur des sols fertiles résistent mieux aux ravageurs et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

Un nombre croissant d'études scientifiques démontre que les **plantes saines** produisent un **éventail de composés qui préviennent ou réduisent les dommages occasionnés par les ravageurs et des maladies**, en particulier des antioxydants phénoliques et flavonoïdes. Il est intéressant de noter que d'autres recherches démontrent aussi que ces composants protecteurs **protègent non seulement les plantes hôtes**, mais sont tout autant **bénéfiques à la santé des personnes qui les consomment**. Il a été démontré que ces composés présentent de nombreux avantages, jouant un rôle anti-inflammatoire et réduisant les douleurs provoquées par les rhumatismes, l'arthrite, les maux de tête, l'asthme et les maladies cardiaques ; ils possèdent aussi des propriétés anticancéreuses. Plusieurs études démontrent que les aliments bio comportent des taux supérieurs de ces types de phytonutriments bénéfiques.

On dispose de plus en plus de preuves démontrant que les **plantes en bonne santé communiquent entre elles par des signaux olfactifs pour annoncer une attaque d'insectes ou une maladie** et que ces plantes génèrent alors un éventail de composés protecteurs pour empêcher les dommages. Des chercheurs étudient actuellement un éventail de composés émis par les plantes lorsqu'elles sont attaquées par des ravageurs et qui attirent des prédateurs utiles pour lutter contre ces ravageurs.

De nombreuses années de recherche ont permis de conclure que des sols bien équilibrés avec des concentrations élevées en calcium, de l'humus et un pH neutre encouragent la présence de nombreuses espèces bénéfiques et suppriment les ravageurs et les maladies. Ces sols sont riches en organismes bénéfiques.

Ces sols sont riches en *Trichoderma* spp. qui contrôlent des pathogènes tels que *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* et *Armillaria*. Les actinomycètes contrôlent de nombreux ravageurs et de nombreuses maladies. Les nématodes prédateurs contrôlent les nématodes et les organismes qui s'attaquent aux racines, tels que *Metarhizium*, et *Bacillus thuringiensis* qui s'attaque à de nombreux insectes.



Trichoderma attaquant un pathogène végétal (*Rhizoctonia* sp.)

3.1.2. 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.



Surveillance des ravageurs dans une exploitation au Kenya

La surveillance efficace n'est pas une exclusivité de la LI et a toujours été considérée comme un outil essentiel d'une bonne agriculture. Un vieil adage dit : « *Les empreintes de l'agriculteur sont le meilleur engrais* ». Cela signifie que le fait de surveiller et de comprendre ce qui se passe dans la culture et dans l'exploitation dans son ensemble est l'un des outils de gestion les plus importants, car il permet à l'agriculteur de prendre des mesures en temps opportun et de prévenir les dommages à la culture et les pertes.

En d'autres termes, les ravageurs et les maladies doivent être, la plupart du temps, contrôlés en permanence par les systèmes écologiques. Toutefois, aucun système, qu'il soit naturel ou façonné par l'homme, n'est infaillible. Dès lors, les bons agriculteurs surveillent leur exploitation et mettent au point une stratégie de secours pour faire face aux problèmes au moment où ils surviennent.

Les bons agriculteurs biologiques vont au-delà de la LI en appliquant l'intensification éco-fonctionnelle. L'un des grands avantages de cette méthode est que, une fois ces systèmes mis en place, c'est l'écologie qui s'occupe de contrôler les ravageurs et les maladies, assistée par l'agriculteur.

La gestion est un élément critique du contrôle des ravageurs et des maladies.

1. La première étape consiste à identifier tous les ravageurs et toutes les maladies qui peuvent présenter un problème pour une culture donnée. Même si cela n'est pas toujours possible, étant donné que la nature a toujours tendance à introduire des nouveautés dans le système, ce processus permet à l'agriculteur de faire face avec efficacité à la grande majorité des problèmes.
2. Il est important de savoir comment identifier les ravageurs et les maladies. Il est tout aussi important de pouvoir identifier les espèces bénéfiques et les nombreuses espèces qui font partie du système, mais qui ne sont pas forcément nuisibles. En l'absence de ces connaissances, il est difficile de savoir ce qu'il faut surveiller. **Une surveillance constante permet, dans la plupart des cas, de donner l'alerte en présence de ravageurs connus et inconnus.**
3. L'étape suivante consiste à dresser une **liste de toutes les techniques de lutte qui peuvent être utilisées**. Il peut s'agir de techniques chimiques, écologiques, culturales, biologiques... Il importe de trouver le plus de méthodes possible et de ne pas se cantonner à une seule solution. L'expérience a montré que les ravageurs et les maladies deviennent résistants à une méthode de lutte donnée. **Un ensemble de solutions combinées** utilisant différents modes d'action est toujours le moyen le plus efficace et le plus **utile à long terme**.
4. **Il est préconisé de diviser ces stratégies en contrôles de courte et de longue durée**. Dans l'idéal, en agriculture biologique, il convient de mettre en place des systèmes écologiques autosuffisants qui contrôlent les ravageurs. Cependant, à certains moments, et en particulier au moment de la mise en place d'un système biologique, les ravageurs peuvent échapper à tout contrôle. C'est à ce moment-là que les agriculteurs doivent pouvoir disposer d'un produit biologique à pulvériser ou mettre rapidement en place une lutte biologique.
5. **Il convient de noter où, comment et quand appliquer ces méthodes de lutte**. Ne pas oublier qu'une surveillance constante permettant de déterminer les dommages et la concentration des ravageurs est la clé pour l'application des stratégies de lutte.
6. **Il faut bien consigner les données**. La certification biologique exige à présent de tenir un registre quotidien des pulvérisations et des intrants. C'est un outil

extrêmement utile pour analyser l'efficacité et les tendances des méthodes de lutte contre les ravageurs.

- 7. Surveiller constamment et réexaminer le plan à chaque changement de saison.** Les ravageurs et la production agricole sont des systèmes dynamiques. Tout comme la météorologie, ils sont en perpétuel changement. Un bon plan fait l'objet d'améliorations continues.

3.2. Méthodes curatives de protection

3.2.1. 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.

❑ 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.

De nombreux insectes bénéfiques disposent d'un éventail de plantes hôtes. Certaines espèces utiles telles que les guêpes parasites, syrphes et chrysopes ont des larves carnivores qui consomment les ravageurs, alors que les adultes s'alimentent principalement du nectar et du pollen des fleurs. Les fleurs attirent des insectes bénéfiques avec des formes concentrées d'aliments (pollen et nectar) pour augmenter leurs chances de survie, de migration et de colonisation de la zone.

Il est important de noter que les fleurs fournissent aussi des sites d'accouplement pour les organismes bénéfiques, ce qui leur permet d'augmenter leur population.

Sans la présence de ces fleurs sur une exploitation, les espèces bénéfiques meurent sans se reproduire. La plupart des systèmes agricoles éliminent ce type de plantes comme si c'était des mauvaises herbes et, de ce fait, ne peuvent pas compter sur un nombre suffisant d'organismes bénéfiques pour réaliser une bonne lutte contre les ravageurs. L'achat et la libération de quantités commerciales de ces insectes sont généralement très onéreux, surtout si ces animaux ne peuvent pas se reproduire par manque d'aliments adaptés.

Exemple

Même si les guêpes parasites préfèrent les très petites fleurs, on les a aussi observées dans de grandes fleurs odorantes comme les nénuphars. Les fleurs qui possèdent une grande concentration de nectar et de pollen sont les plus précieuses. De nombreuses espèces de mauvaises herbes présentent ces propriétés et sont donc très importantes pour la lutte contre les insectes ravageurs.



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

Des recherches ont été menées sur les insectariums à l'université de Californie (Davis), au Dietrich Institute (Californie), à la *Michael Field Research Station* (Wisconsin), à l'université Rutgers (New Jersey), à l'université Lincoln (Nouvelle-Zélande) et au FiBL (Suisse), ainsi que dans plusieurs universités européennes. Elles ont montré que le fait de planter ces espèces végétales hôtes en tant que couverture végétale, en rangées ou en bordure des champs peut entraîner un déclin marqué de certains ravageurs.



*Essais sur des plantes insectariums au
Michael Field Institute*

Des agriculteurs aux États-Unis qui ont planté dans leur champ des rangées de ces plantes hôtes en tant qu'insectariums n'ont plus besoin de pulvériser et obtiennent des niveaux de lutte contre les ravageurs similaires à ceux de leurs voisins qui doivent pulvériser massivement des produits chimiques toxiques.



*Bordure de plantes insectariums autour
du champ*



*Rangées de plantes insectariums
dans le système agricole*

Le fait d'encourager la croissance des fleurs riches en nectar et en pollen au sein de l'exploitation et aux alentours permet d'améliorer l'efficacité de ces zones en modifiant la combinaison des espèces en faveur de celles qui sont bénéfiques. Les recherches en cours essaient de déterminer quelles sont les associations d'espèces végétales les plus efficaces ainsi que les distances à respecter entre ces bandes naturelles.

Les chercheurs de l'université de Californie (Davis) ont montré qu'une grande diversité d'espèces végétales permet de garantir une population constante et faible de nombreux arthropodes qui servent de nourriture pour les organismes bénéfiques. La végétation permet aussi de protéger les organismes bénéfiques et de s'assurer qu'ils restent bien dans la zone.



*Une grande diversité d'espèces accompagnées
de petites plantes à fleurs sur les chemins et une
haie barrière sont très utiles pour lutter contre les
insectes.*



Des plantes plus hautes et une plus grande biodiversité des plantes permettent d'accueillir un nombre accru d'organismes bénéfiques.

Une végétation hôte haute permet d'accueillir un nombre sensiblement plus élevé d'organismes bénéfiques qu'une végétation basse. On peut comparer ce phénomène aux grands immeubles qui accueillent plus de personnes au kilomètre carré que les maisons de plain-pied. Les recherches ont également démontré qu'une grande diversité d'espèces végétales hôtes entraîne une concentration supérieure en organismes bénéfiques et une meilleure lutte contre les ravageurs.

➤ **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.

Les recherches, réalisées à l'université Lincoln, en Nouvelle-Zélande et en Californie, ont démontré qu'il **vaut mieux désherber par étapes**, en laissant toujours de **bons refuges de mauvaises herbes** au sein de l'exploitation et aux alentours pour s'assurer d'un **bon approvisionnement en espèces bénéfiques**. Il ne faut jamais tuer toutes les mauvaises herbes d'une exploitation en même temps.

La poussière interfère avec la capacité des insectes prédateurs à localiser les hôtes et peut entraîner une prolifération de ravageurs comme les tétranyques. **Le fait de planter des plantes faisant office d'insectariums en tant que brise-vent et couverture végétale permet de réduire la quantité de poussière.**

❑ **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.



Le souci en tant que 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.

Exemple

Les cultivateurs de coton américain plantent des rangées de luzerne (*Medicago sativa*) dans leurs champs, car les lygus (*Lygus* sp.) préfèrent la luzerne au coton. Ils tondent la moitié de la rangée sur toute la longueur en alternance toutes les deux semaines. Cela permet de laisser une bande continue de luzerne dans un état propice au lygus, tout en conservant la majeure partie des organismes bénéfiques dans la luzerne.

2. Des plantes hôtes 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.

Exemple

Certaines cultures attirent les nématodes. On les plante généralement tôt dans la saison et on les laboure comme engrais vert avant que les nématodes ne commencent à pondre leurs œufs. Lorsque ce système est utilisé correctement, il permet de rompre le cycle des ravageurs, de réduire la quantité de mauvaises herbes, de fournir une précieuse matière organique et de libérer lentement des nutriments pour la culture commerciale.

Une variante consiste à planter la plante-appât immédiatement après la culture commerciale. En général, les ravageurs sont à ce moment en plein développement. Une combinaison de culture-appât et de culture commerciale de rotation l'année suivante a fait ses preuves comme le moyen le plus efficace de lutter contre les ravageurs.

Une autre variante encore consiste à planter quelques petites zones de la culture commerciale quelques semaines avant le reste et de les labourer juste avant de planter la culture commerciale principale. Une bonne synchronisation permet de sensiblement réduire les ravageurs.

Un exemple est l'utilisation d'arbres de jaboticabas qui fleurissent juste avant les litchis ou les manguiers. Ces arbres vont attirer les coléoptères *Monolepta* qui peuvent alors y être détruits avant qu'ils ne s'attaquent aux fleurs de litchi et de manguiers.

L'utilisation de plantes hôtes intermédiaires qui attirent les ravageurs tôt dans la saison peut être utile.

Exemple

Les pois chiches (*Cicer arietinum*) représentent la meilleure culture-appât de l'armigère résistante aux pesticides (*Helicoverpa armigera*). Le lin (*Linum usitatissimum*), le colza (*Brassica napus*) et le pois cultivé (*Pisum* sp.) s'avèrent être de bonnes cultures-appâts pour l'armigère et des plantes hôtes pour les prédateurs et les parasitoïdes tels que les chrysopes, les coccinelles et les guêpes.

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.

❑ Les espèces répulsives

Certaines plantes sont répulsives pour les insectes ravageurs. La plantation d'espèces répulsives au sein de la culture rendra ces dernières moins attrayantes 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.

❑ La méthode « Attirer – Repousser »

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

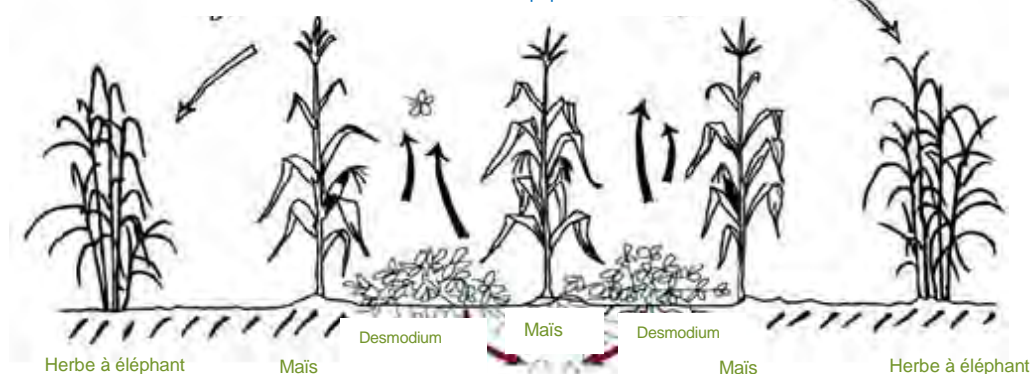
Pour le maïs, la méthode « Attirer – Repousser » fournit un excellent exemple d'une méthode biologique qui intègre plusieurs de ces éléments afin d'obtenir une importante augmentation des rendements. Ceci est important, car le maïs est un aliment de base en Afrique et en Amérique latine. La méthode «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

« Attirer »

Des substances chimiques de la bordure d'herbe à éléphant attirent les papillons qui y pondent leurs œufs

« Repousser »

Des substances chimiques de la culture intercalée de *Desmodium* repoussent les papillons



Les substances chimiques (isoflavones) sécrétées par les racines de *Desmodium* empêchent la fixation de *striga* sur les racines du maïs et provoquent la germination suicidaire des graines de *striga* dans le sol.

La méthode « **Attirer – Repousser** » est un excellent exemple d'intensification éco-fonctionnelle en tant que système de production intégré. Elle **combine une culture de couverture et une culture-appât** pour prévenir les foreurs de tige et le parasite *Striga* sp. sur le maïs.



À gauche, le champ appliquant la méthode « **Attirer – Repousser** »

On plante *Desmodium* pour éloigner le foreur des tiges et aussi pour attirer les ennemis naturels du ravageur. Les exsudats de ses racines arrêtent la croissance de *striga*, qui est une plante parasite du maïs. L'herbe à éléphant est plantée à l'extérieur du champ en tant que culture-appât pour le foreur des tiges. *Desmodium* éloigne (« Repousser ») les ravageurs du maïs et l'herbe à éléphant attire (« Attirer ») le foreur des tiges à l'extérieur du champ pour pondre ses œufs dans cette plante et non dans le maïs. Les poils de silice pointus de l'herbe à éléphant tuent les larves du foreur des tiges au moment de l'éclosion pour rompre le cycle de vie et réduire le nombre des ravageurs.



Desmodium supprime les mauvaises herbes, apporte de l'azote, préserve le sol, éloigne les ravageurs et fournit un aliment à haute teneur en protéines pour le bétail.

L'augmentation des rendements n'est pas le seul avantage. Le système n'a pas besoin d'azote de synthèse, étant donné que *Desmodium* est une légumineuse et fixe l'azote. On empêche l'érosion du sol grâce à une couverture permanente du sol. Qui plus est, le système fournit un aliment de qualité pour les animaux.



L'herbe à éléphant est progressivement coupée pour servir d'aliment à une vache. Le lait frais excédentaire est vendu quotidiennement et devient une source de revenus.

L'herbe à éléphant des bordures est systématiquement récoltée par bandes pour servir de fourrage frais au bétail. On peut aussi laisser le bétail pâturer dans le champ après la récolte de maïs. De nombreux agriculteurs adeptes de cette méthode intègrent une vache laitière dans le système et vendront le surplus de lait, ce qui représente une source de revenus régulière.

❑ Les barrières

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

Les agriculteurs du Myanmar plantent des barrières de tournesols autour de leurs champs. Ces tournesols forment des barrières contre l'entrée des ravageurs, ces derniers étant attaqués par les organismes bénéfiques abrités par les tournesols. Les organismes bénéfiques peuvent aussi entrer dans le champ pour protéger la culture.



*Tournesols plantés en tant que
barrière au Myanmar*

Traditionnellement, de nombreux agriculteurs plantent le long des chemins et des limites de l'exploitation des bordures formant des haies constituées de diverses plantes qui regroupent un ensemble divers d'espèces natives et introduites. Cette pratique est très courante dans certaines régions d'Afrique. Ces haies constituent un refuge pour les organismes bénéfiques, mais aussi une barrière contre les ravageurs.



*Bordures en haie le long des
chemins au Kenya*

❑ 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.

D'autres recherches publiées ont montré que l'un des principaux problèmes de l'utilisation massive d'herbicides est la perte des habitats refuges pour les oiseaux et les insectes bénéfiques. Dans ces régions, les populations d'oiseaux s'effondrent, entraînant un recours accru à des pesticides.

Les études portant sur les vergers ayant recours à des filets de protection totale ont démontré que ces vergers doivent utiliser plus d'insecticides pour tuer les ravageurs qui étaient auparavant mangés par les oiseaux.

Les buissons denses, de petits arbres, des broussailles et des bambous sont des plantes qui permettent d'attirer les oiseaux insectivores. La plupart d'entre eux sont des oiseaux de petite taille qui aiment s'abriter et nidifier sous les feuillages épais pour éviter les prédateurs.



Nichoirs à chauves-souris

Les petites chauves-souris sont très efficaces pour contrôler de nombreux insectes ravageurs nocturnes. Une chauve-souris a besoin de manger chaque nuit un tiers de son poids corporel en insectes. Cela représente un nombre très élevé d'insectes. Les agriculteurs construisent des nichoirs à chauves-souris pour les garder sur l'exploitation. Ils installent aussi des lumières dans la culture pour attirer les insectes qui seront mangés par les chauves-souris. De nombreux agriculteurs récoltent aussi le guano des chauves-souris autour des nichoirs et s'en servent en tant qu'engrais.

Les petites chauves-souris peuvent être utilisées pour lutter contre les papillons de nuit perforateurs-suceurs de fruits en installant des lampes alimentées par batterie dans les parties des vergers où il faut lutter contre les ravageurs. Les chauves-souris sont attirées par la lumière, car elles savent que la lumière attire de nombreux insectes. Elles peuvent localiser les papillons à l'aide de leur sonar pour les manger.

Les lézards, grenouilles et crapauds se nourrissent d'un vaste éventail d'espèces d'insectes ravageurs. Une lumière placée la nuit sur le sol permet d'attirer les grenouilles et les crapauds qui consomment les insectes attirés par les lumières. De nombreuses espèces de scarabées et de papillons ravageurs peuvent ainsi être contrôlées.

Les poulets, canards, paons et pintades sont très efficaces pour éliminer les espèces de ravageurs telles que les sauterelles et les scarabées. Ces animaux ont été traditionnellement utilisés dans toutes les exploitations comme un moyen essentiel de lutter contre les ravageurs.

Installer des perchoirs à hiboux dans les grands arbres s'avère efficace pour contrôler les rats. Il est important de disposer d'arbres-perchoirs et de bordures dégagées, d'une largeur de 2 m au moins, autour du champ pour que les hiboux puissent voir et attraper les rats qui y entrent et en sortent.

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. Le fait de remplacer ces herbes par des buissons, des arbres et d'autres plantes à fleurs permet d'en réduire le nombre.

L'élimination ou la réduction de ces espèces hôtes de ravageurs (sauf lorsqu'elles sont utilisées en tant que cultures appâts) associée à l'introduction d'espèces végétales bénéfiques permet de réduire sensiblement les dommages occasionnés par les ravageurs dans la culture.

❑ Achat d'arthropodes bénéfiques

Il est à présent possible d'acheter de nombreux insectes bénéfiques. Les groupes d'arthropodes suivants sont généralement disponibles :

- nématodes prédateurs ;
- acariens prédateurs ;
- *Trichogramma* et autres guêpes parasites ;
- chrysopes (*Chrysoperla* sp.) ;
- coccinelles (*Coccinella* sp.) ;
- réduvidés prédateurs et autres insectes prédateurs.



Acariens prédateurs

❑ 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.

À titre d'exemple, on peut citer les appâts à base d'hydrolysats de protéines pour lutter contre les mouches des fruits. Ces appâts ont tendance à attirer de préférence les femelles, mais aussi de nombreux mâles. Ces mouches consomment les entérobactéries qui vivent dans l'appât à base de protéines. Il convient de placer cet appât dans un récipient qui empêche les mouches de s'échapper et/ou contenant suffisamment d'eau pour les noyer.



Appâts contenant des pièges à phéromones

Les phéromones et/ou parahormones peuvent être utilisées en tant qu'appâts ou de méthodes perturbant l'accouplement. Des variantes de ces méthodes sont actuellement utilisées avec d'excellents résultats pour lutter contre la pyrale de la pomme et les mouches des fruits ; elles sont disponibles dans le commerce.

On peut utiliser du borax et des appâts sucrés pour lutter contre toute une série d'insectes ravageurs, en particulier les cafards et les fourmis. Il est préconisé de faire des analyses de sol pour s'assurer que les niveaux de bore ne sont pas trop élevés, car il peut être toxique pour les plantes. Si les analyses montrent une carence en bore, ces produits peuvent alors être utilisés sans entraîner de problèmes majeurs pour le sol.

On peut appliquer des pâtes collantes autour des troncs d'arbres pour piéger les insectes, par exemple les fourmis qui grimpent le long du tronc. On utilise des pièges collants de couleur, plus efficaces pour surveiller les populations de ravageurs que pour les éliminer.

3.2.2. Lutte physique

☐ Traitements biologiques autorisés et principes d'intervention

La pulvérisation de pesticides et de fongicides doit être considérée comme le dernier recours dans les systèmes biologiques. Dans l'idéal, un bon agriculteur biologique essaye d'éviter la présence de ravageurs en s'efforçant de disposer d'un sol fertile et en bonne santé, et d'une biodiversité adéquate sur l'exploitation. Cependant, certains ravageurs peuvent périodiquement provoquer des dommages économiques s'ils ne sont pas contrôlés à des moments cruciaux.

Une surveillance constante et des interventions opportunes peuvent permettre de les contrôler avant qu'ils ne deviennent un problème majeur. Comme indiqué dans la section 3.1, il est important de pouvoir identifier les ravageurs ainsi que les seuils au-delà desquels ils entraînent des dommages économiques.

Observer quelques ravageurs isolés ne signifie pas nécessairement que la culture va subir des dommages économiques. En réalité, **des niveaux réduits de ravageurs sont utiles dans les systèmes écologiques équilibrés, étant donné qu'ils représentent des sources d'aliments constantes pour les espèces prédatrices (bénéfiques) qui les consomment.** Si on élimine tous les ravageurs par un programme de pulvérisation intensif, les espèces bénéfiques vont mourir de faim et disparaître.

Par conséquent, quand les ravageurs reviendront dans la culture, ils n'auront plus d'ennemi naturel pour les contrôler et auront tout loisir de se multiplier et de provoquer des dommages économiques. Cela tend à enfermer les agriculteurs dans des programmes de pulvérisation toujours plus importants et incessants.

Il faut essayer d'éviter cela en adoptant des systèmes d'intensification éco-fonctionnelle pour attirer les organismes bénéfiques qui permettront de lutter contre les ravageurs.

Le principal problème consiste à déterminer les seuils de ravageurs qui entraîneront des dommages économiques, car une pulvérisation peut alors s'avérer nécessaire.

☐ Surveillance et pulvérisation uniquement des points sensibles

De nombreux produits à pulvériser organiques ont un spectre large et tuent aussi bien les espèces bénéfiques que les ravageurs. La meilleure approche consiste à éviter de pulvériser l'ensemble de la culture, à moins que le produit phytopharmaceutique (par exemple, *Bacillus thuringiensis*) ne cible un (type de) ravageur donné.

Lorsqu'on utilise un produit à large spectre, comme un pyrèthre naturel², de la terre à diatomées (Kieselgur), de l'argile (kaolin), de la farine et de l'eau ou de l'huile de colza³, il convient de surveiller la culture et de **définir les zones qui contiennent le plus grand nombre de ravageurs**. Ces zones sont les « points sensibles », les seuls à pulvériser. Cela permet aux espèces bénéfiques de survivre dans les autres parties de la culture et de participer à la lutte contre les ravageurs.

Le fait de tuer toutes les espèces bénéfiques peut entraîner une augmentation du nombre de ravageurs, mais aussi permettre à de nouveaux ravageurs de s'installer. Cela rend aussi les agriculteurs biologiques aussi dépendants des produits à pulvériser que les agriculteurs conventionnels.

L'une des principales différences entre les **insecticides organiques** autorisés et la majeure partie des **pesticides de synthèse** est que la plupart des **formulations biologiques sont biodégradées en 24 heures** ou sont transformées en nutriments pour les plantes.

Si cela est bénéfique pour l'environnement et pour les consommateurs, **la faible rémanence signifie qu'il faut les appliquer plus souvent**. La surveillance est essentielle pour déterminer le meilleur moment et les meilleurs endroits pour effectuer la pulvérisation.

Il convient d'éviter une pulvérisation régulière de type hebdomadaire ou bihebdomadaire, au risque de pulvériser à un moment où les ravageurs sont absents et de ne pas pulvériser lorsqu'ils sont présents. Il faut toujours surveiller et vérifier le nombre de ravageurs avant de décider de la stratégie de lutte à suivre.

Une méthode de lutte intéressante consiste à surveiller les nombres de ravageurs après une pulvérisation, puis d'utiliser un autre produit deux jours plus tard. Cette méthode est excellente, car elle permet de cibler les ravageurs cachés sous les feuilles. Ces derniers se déplaceront souvent vers de nouvelles zones où ils pourront être atteints par les gouttelettes de produit.

La seule indication d'une application cyclique et régulière utile des pesticides et fongicides implique la connaissance des cycles de vie des ravageurs. Il est recommandé

² La liste définitive des substances actives contenues dans les produits phytopharmaceutiques autorisés d'emploi en agriculture biologique est à l'Annexe I du Règlement (UE) n° 2021/1165 autorisant l'utilisation de certains produits et substances dans la production biologique et établissant la liste de ces produits et substances.

³ À noter que l'Annexe I du Règlement (UE) n° 2021/1165 ne reprend pas les « huiles végétales » dans leur ensemble mais seulement certaines huiles telles que l'huile de colza, l'huile de menthe, etc. Les huiles végétales sont détaillées dans cette Annexe.

de cibler la période entre l'éclosion des œufs et le moment où les ravageurs sont prêts à se reproduire. Une pulvérisation ciblant trois de ces cycles de vie suffit généralement à perturber sensiblement le cycle de reproduction de la plupart des ravageurs et des maladies.

❑ Les traitements biologiques

➤ Les traitements non toxiques

Les pesticides biologiques tels que *Bacillus thuringiensis* et *Metarhizium* sont généralement spécifiques à un ravageur et ne sont pas nocifs pour les organismes bénéfiques ni pour les êtres humains⁴.

Ils peuvent être utilisés sur l'ensemble de la culture pour une lutte efficace.



Colonie de *Bacillus thuringiensis* avant la sporulation

Beaucoup d'agriculteurs n'obtiennent pas de bons résultats avec les traitements biologiques parce qu'ils ne se rendent pas bien compte qu'ils utilisent des organismes vivants et non des produits chimiques. **Pour être efficaces, les traitements biologiques nécessitent des conditions adaptées.** Il est important de comprendre ces exigences au risque de voir ces organismes mourir rapidement après l'application et devenir donc inutiles.

C'est l'une des raisons fondamentales pour lesquelles les résultats des produits biologiques peuvent ne pas être fiables. Lors de certains essais, ils peuvent obtenir des résultats exceptionnels et avoir un effet nul dans d'autres.

Par exemple : *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (*Bt*) est très efficace pour lutter contre les lépidoptères (chenilles).

Il s'avère le plus efficace **lorsque les chenilles se trouvent dans les premières étapes de leur croissance.** Il n'est efficace que lorsque les chenilles ingèrent les bactéries vivantes. Ces bactéries produisent des cristaux de protéines pointus appelés lectines qui perforent le système digestif du ravageur, qui cesse immédiatement de s'alimenter et meurt en l'espace de quelques jours.

Le *Bt* est tué par la lumière ultraviolette. Dans les climats tempérés chauds et tropicaux, si on le pulvérise le matin ou en milieu de journée, il mourra avant d'avoir pu agir. Il est important de pulvériser en fin de journée ou en début de soirée de manière à laisser le produit agir toute la nuit. Le lendemain, les rayons de soleil lui seront fatals.

⁴ Les micro-organismes, y compris les virus, sont des agents de lutte biologique qui sont considérés comme des substances actives par le Règlement (CE) n°v1107/2009. Tous les micro-organismes énumérés dans les parties A, B et D de l'annexe du Règlement d'exécution (UE) n° 540/2011 peuvent être utilisés dans la production biologique, pour autant qu'ils ne proviennent pas d'OGM et uniquement lorsqu'ils sont utilisés conformément aux utilisations, conditions et restrictions fixées dans les rapports d'examen correspondants.

Le produit est commercialisé sous forme de spores dormantes. Il convient de le cultiver pendant plusieurs heures afin de rompre la dormance et de faire grandir et proliférer les spores sous forme de bactéries actives. Cela permet d'augmenter la probabilité d'ingestion de bactéries par les chenilles.

Si l'on pulvérise directement la poudre de spores que l'on vient de mélanger dans de l'eau, il faudra plusieurs heures avant que les bactéries ne deviennent actives. Or au moment où elles se multiplient, les bactéries seront tuées par les rayons du soleil.

La méthode la plus efficace consiste à dissoudre la poudre de spores dans du lait ou de la mélasse mélangée à de l'eau et de laisser le mélange reposer à l'ombre pendant plusieurs heures.

Ce mélange est ensuite ajouté à un liant, par exemple, une huile végétale émulsifiée. Le rôle de l'huile est de faire adhérer les gouttelettes sur les feuilles des plantes au moment de la pulvérisation.

Concentrations efficaces : 100 g de *Bt* mélangés à 500 ml de mélasse et 2 l d'eau pendant 2 à 3 heures. On y ajoute alors 500 ml d'huile végétale émulsifiée (Spray-tech Oil, Synetrol Oil, Eco Oil). On obtient ainsi 100 l de produit à pulvériser. Il convient d'agiter régulièrement le récipient afin d'éviter que les spores ne se déposent au fond.



Les *huiles végétales émulsifiées* sont très efficaces pour tuer tous les arthropodes (insectes et espèces apparentées). Elles agissent en **obturant les pores de respiration et entraînent l'asphyxie**. Il est important de couvrir entièrement l'espèce de ravageurs.

Les *pulvérisations de savon naturel*, comme les savons de potassium, s'attaquent aux insectes en **dissolvant leur cuticule externe**, mais aussi en obturant leurs pores de respiration.

Agriculteur préparant une pulvérisation avec des huiles végétales émulsifiées argile (kaolin), farine et eau.

Ces types de pulvérisations agissent en **obturant les pores**.

Les recherches sur le kaolin en tant que moyen efficace de lutte contre les ravageurs et certaines maladies se poursuivent.

Terre à diatomées. Son action consiste à **obturer les pores ; ses pointes fines de silice perforent les articulations des ravageurs**.

Ces types de pulvérisations sont non spécifiques et peuvent tuer les organismes bénéfiques ; c'est la raison pour laquelle il ne faut les utiliser que sur les « points sensibles ». Les huiles et les savons peuvent aussi brûler les feuilles si les concentrations sont trop fortes ; il convient donc d'abord de les tester.

Attention, **sont seules autorisées d'usage** en agriculture biologique, suivant la réglementation européenne, les substances suivantes : huile de citronnelle, huile de colza, huile (essence) de menthe, huile essentielle d'orange, huile de mélaleuque (huile essentielle, extraite de l'arbre à thé), huile de tournesol, huile d'oignon, et les huiles de paraffine. Pour une certification « bio » de produits destinés au marché de l'UE, il est impératif avant tout usage de **vérifier dans l'Annexe I du Règlement d'exécution n° 2021/1165 si cette substance est (toujours) autorisée**.

➤ Les traitements toxiques

Une idée reçue est que les pesticides « naturels » sont nécessairement meilleurs pour la santé ou pour l'environnement. Or, comme n'importe quel pesticide, ils sont susceptibles de nuire à des organismes non-cibles.

Le **pyrèthre naturel** (en réalité des **pyréthrines extraites de plantes**) est très efficace contre tous les ravageurs, étant donné qu'à ce jour, aucun insecte n'a développé de résistance à ce produit. Cela s'explique par le fait qu'il s'agit d'une extraction naturelle d'un mélange de différentes pyréthrines, chaque lot présentant des combinaisons différentes. Autrement dit, si un insecte commence à développer une résistance contre l'un des lots, le lot de pyrèthre naturel de l'année suivante sera suffisamment différent pour garantir que les ravageurs n'y sont pas résistants.



Fleurs de pyrèthre (*Tanacetum cinerariifolium*)

Le pyrèthre est une **neurotoxine** qui peut entraîner la cécité des personnes qui ont été exposées. Il est fortement toxique pour tous les animaux à sang froid, en particulier les poissons ; la prudence est donc de mise pour son utilisation. Il est entièrement décomposé en 4 heures chez les animaux à sang chaud et en 24 heures dans l'environnement naturel sans laisser de résidus toxiques.



La **roténone**⁵ – la poudre de Derris est un neurotoxique très **efficace pour toutes les espèces, en particulier les animaux à sang froid**. Tout comme le pyrèthre, il est entièrement décomposé en quelques heures chez les animaux à sang chaud et en 24 heures dans l'environnement naturel.

Feuilles de Derris tephrosia contenant de la roténone

L'huile d'eucalyptus (non autorisée d'usage par la réglementation européenne) est très toxique. Une cuillère à café suffit à tuer un enfant. Correctement utilisée, elle constitue un insecticide très efficace.

Tous ces insecticides agissent par contact avec les insectes. Le fait de les mélanger avec des savons augmente leur efficacité, car le savon dissout la cuticule externe des

⁵ Sur le plan de la réglementation des produits phytopharmaceutiques dans l'Union européenne, cette substance active n'est **plus autorisée ni en agriculture bio, ni en conventionnel** pour des raisons de toxicité. Son action sur les neurones a été mise en évidence dès 2000 et confirmée depuis par de nombreuses publications scientifiques. Une étude épidémiologique a établi un risque de développer la maladie de Parkinson multiplié par 2,5 pour les utilisateurs de roténone par rapport au groupe témoin.

insectes, ce qui permet aux toxines de mieux pénétrer.

Lorsque le mélange de savon et de toxines est combiné à un liant sous forme d'huile végétale, son efficacité s'en trouve encore accrue. Les huiles permettent aux gouttelettes pulvérisées d'adhérer aux ravageurs. Les huiles peuvent aussi étouffer les ravageurs et le savon endommager leur cuticule. On combine donc trois modes d'action.

Ces pulvérisations ne doivent jamais être utilisées sur l'ensemble de la culture, étant donné qu'elles sont très toxiques et néfastes pour les prédateurs bénéfiques. Il faut restreindre leur application aux « points sensibles ».

➤ **Les répulsifs**

On a démontré que certains composés sont plus efficaces de par leur action plus répulsive que pesticide. Ils présentent des **avantages importants, car ils protègent la culture sans tuer les organismes bénéfiques.**

Parmi ceux-ci, on peut citer l'ail, le piment (non autorisé d'usage par la réglementation européenne), l'huile de l'arbre à thé, l'huile de lavande (non autorisée d'usage par la réglementation européenne), l'huile de citronnelle (cette huile peut aussi attirer certaines espèces comme les mouches des fruits en raison de sa teneur en eugénol) et l'huile de cyprès (non autorisée d'usage par la réglementation européenne).

3.2.3. La lutte mécanique

☐ **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.



C'est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus avérées. Dans son livre *Farmers of Forty Centuries – Permanent Agriculture in Japan, China and Korea*, F.H. King fournit de nombreux exemples de la manière dont elle a été utilisée pendant des milliers d'années dans les systèmes durables en Chine, au Japon et en Corée. Même si ce livre a été publié en 1911, les nombreux exemples de systèmes de rotation, en particulier pour la production horticole de fruits, de légumes et de haricots, sont toujours d'actualité aujourd'hui. Ces systèmes sont encore nombreux à être utilisés dans les zones rurales reculées de la Chine comme moyens efficaces de lutter contre les ravageurs et les maladies.

Une autre variante des systèmes de rotation des cultures consiste à planter des cultures appâts. Celles-ci ont été abordées dans la section 3.2.1. Les cultures de rotation peuvent également être utilisées en tant qu'insectariums. Les céréales d'hiver telles que le blé, le sorgho et le maïs ont été utilisées en tant que cultures pépinières pour la culture suivante.

Dans certains cas, le fait de rompre le cycle peut également nuire aux micro-organismes bénéfiques comme *Metarhizium* qui s'attaque à *Antitrogonus parvulus* et les champignons des mycorhizes arbusculaires vésiculaires producteurs de phosphore dans le blé. Il est prouvé que la meilleure manière de résoudre ce problème consiste à inoculer les spores

de l'espèce bénéfique dans la nouvelle culture. Le fait d'ajouter un bon compost fabriqué localement peut être une autre manière de stimuler la croissance des micro-organismes bénéfiques.

❑ 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 œufs 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.

Ensuite, il convient de réaliser une rotation d'espèces qui ne sont pas des hôtes pour ces ravageurs. Cela aura pour effet de perturber leur cycle de reproduction et de réduire les populations à un point tel qu'ils ne pourront pas avoir d'incidence économique sur la culture.

❑ 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.



Une méthode correcte d'élagage est également très importante si la culture a besoin d'être pulvérisée pour lutter contre des ravageurs ou des maladies. Cela permet aux produits de pénétrer et d'envelopper l'ensemble de la plante pour venir au contact du ravageur ou de la maladie. La structure normale de nombreuses plantes est telle que le feuillage dense empêche le produit de pénétrer et permet donc aux ravageurs ou à la maladie de ne pas entrer en contact avec le produit.

Il est important de comprendre **quelle est la forme de la plante** et de déterminer s'il est nécessaire de l'élaguer pour laisser passer les rayons du soleil et les courants d'air afin de lutter contre les ravageurs et les maladies. En général, l'élagage n'est pas nécessaire et peut même nuire au rendement. Les plantes ont besoin de leurs feuilles pour effectuer la photosynthèse ; plus elles ont de feuilles, plus la photosynthèse sera importante.

Un feuillage épais convient mieux aux petits oiseaux qui peuvent s'y abriter et mieux échapper aux grands oiseaux prédateurs. Ils s'y sentent en sécurité et passent des heures à rechercher les ravageurs pour les manger. Il en va de même avec de nombreux insectes bénéfiques.

Le recours à l'élagage est une décision de gestion qu'il convient de prendre en fonction de chaque culture et des principaux ravageurs et maladies de celle-ci.

3.2.4. Liste des insecticides et fongicides biologiques et agents de lutte biologique.

De nombreux composés naturels et agents de lutte biologique sont disponibles dans le commerce ou fabriqués par le producteur et utilisés fréquemment en agriculture biologique. On constate qu'il y a autant de listes d'autorisations d'usage que de « cahiers des charges » et certifications.

Les bons agriculteurs utiliseront toujours un vaste éventail de ces produits dans le cadre de leur système de lutte contre les ravageurs et les maladies. Mais les agriculteurs biologiques certifiés doivent vérifier auprès de leurs autorités de certification avant d'utiliser l'un ou l'autre de ces produits, étant donné que certaines autorités peuvent avoir des restrictions quant à certains de ces composés.

En ce qui concerne la réglementation européenne, **l'Annexe I du Règlement d'exécution (UE) n° 2021/1165⁶ reprend la liste des substances actives** qui peuvent être contenues dans les produits phytopharmaceutiques autorisés pour l'utilisation dans la production biologique en vertu du nouveau règlement sur l'agriculture biologique (Règlement [UE] n° 2018/848).

Ce qu'il faut retenir

- ▶ **Il est obligatoire de respecter les conditions d'utilisation** établies à l'Annexe du Règlement (UE) n° 540/2011 pour chacune des substances actives listées.
- ▶ Toutes les **substances de base** autorisées sont dans la liste (avec la mention de leur usage spécifique et restrictions).
- ▶ **Toutes les huiles végétales ne pas autorisées.** Dans le nouveau règlement, elles sont détaillées.
- ▶ **L'éthylène** : les conditions d'usage prévues à l'annexe du Règlement (UE) n° 540/2011 doivent être respectées. L'éthylène peut être utilisé pour des usages autres que ceux strictement prévus par la réglementation européenne, notamment en culture de **bananes, pommes de terre et agrumes (lutte contre la mouche des fruits)**.
- ▶ **Rajout des substances semiochimiques** avec les phéromones (elles sont sécrétées par des glandes exocrines et agissent à l'extérieur de l'individu ; elles n'ont rien de commun avec les hormones qui sont sécrétées par des glandes endocrines et provoquent des réactions par voie interne).
- ▶ Les composants des produits phytopharmaceutiques (**phytoprotecteurs, synergistes, co-formulants**) et les adjuvants à mélanger avec les produits phytopharmaceutiques autorisés en réglementation générale (Règlement [UE] n° 1107/2009) sont également autorisés en bio (actuellement il n'existe pas de liste de ce type de produit).
- ▶ **Retrait du Quassia** (extrait de *Quassia amara*) **et de la cire d'abeille** pour la protection/cicatrisation des plaies de taille et de greffe (car non incluses dans l'Annexe du Règlement (UE) n° 540/2011).
- ▶ Enfin, le Règlement (UE) n° 2018/848 prévoit la possibilité pour la Commission, **sur demande justifiée des organismes de certification locaux**, d'autoriser **dans les**

⁶ Règlement (UE) n°2021/1165 autorisant l'utilisation de certains produits et substances dans la production biologique et établissant la liste de ces produits et substances.

pays tiers l'utilisation de **substances actives non listées** à l'Annexe du Règlement (UE) n° 540/2011. Ces autorisations sont accordées pour une période de 2 ans renouvelable (à vérifier en consultant l'**Annexe VI** du Règlement [UE] n° 2021/1165).

Les substances autorisées sont classées comme suit (sources : Annexe du Règlement (UE) n° 540/2011 et CERTISYS – Liste des substances autorisées – Juillet 2022 – Nouvelle réglementation européenne 2022).

1. Les « substances de base »

Dénomination	Conditions et limites spécifiques
Equisetum arvense L.	
Chlorhydrate de chitosane	Issu d' <i>Aspergillus</i> ou de l'aquaculture biologique ou de la pêche durable
Saccharose	
Hydroxyde de calcium	
Vinaigre	
Lécithines	
<i>Salix</i> spp. Cortex	
Fructose	
Hydrogénocarbonate de sodium	
Lactosérum	
Phosphate diammonique	Uniquement pour pièges
Huile de tournesol	
<i>Urtica</i> spp. (extrait d' <i>Urtica dioica</i>) (extrait d' <i>Urtica urens</i>)	
Peroxyde d'hydrogène	
Chlorure de sodium	
Bière	
Poudre de graines de moutarde	
Huile d'oignon*	
L-cystéine (E 920)	
Lait de vache	
Extrait de bulbe d' <i>Allium cepa</i> L.	
Autres substances de base d'origine végétale ou animale et issues de denrées alimentaires	Implicitement toute nouvelle substance de base apparaissant à l'annexe du Règlement (UE) n° 540/2011 et répondant à la définition ci-avant sera <i>de facto</i> autorisée.

2. Les « substances à faible risque »

Dénomination	Conditions et limites spécifiques
COS-OGA	

Cérévisane et autres produits à base de fragments de cellules de micro-organismes	Ne provenant pas d'OGM
Phosphate ferrique orthophosphate (III) de fer	Implicitement, les conditions d'utilisation pour le phosphate ferrique s'appliquent : éparpillé entre les rangées.
Laminarine	Le varech est soit issu de l'aquaculture biologique soit récolté de manière durable.

3. Les micro-organismes

Tous les micro-organismes énumérés dans les parties A, B, et D de l'annexe du Règlement (UE) n° 540/2011 peuvent être utilisés dans la production biologique, pour autant qu'ils ne proviennent pas d'OGM et uniquement lorsqu'ils sont utilisés conformément aux utilisations, conditions et restrictions fixées dans les rapports d'examen correspondants.

4. Les autres substances actives

Spinosad	
Dioxyde de carbone	
Éthylène	Uniquement sur les bananes et les pommes de terre ; il peut néanmoins être utilisé sur les agrumes dans le cadre d'une stratégie destinée à prévenir les dégâts causés par la mouche des fruits.
Acides gras	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide.
Extrait d'ail (<i>Allium sativum</i>)	
Protéines hydrolysées à l'exclusion de la gélatine	
Carbonate acide de potassium	
Répulsifs olfactifs d'origine animale ou végétale/Graisses de mouton	
Phéromones et autres substances semiochimiques	Uniquement pour pièges et distributeurs
Silicate d'aluminium (kaolin)	
Kieselgur (terre à diatomées)	
Sable quartzéux	
Azadirachtine (extrait de margousier)	Extrait de graines de neem (<i>Azadirachta indica</i>)
Huile de citronnelle	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide
Huile de girofle	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide
Huile de colza	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide
Essence de menthe verte Indiqué huile de menthe verte dans le RE 540/2011	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide
Huile essentielle d'orange	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide

Huile de mélaleuque Indiqué extrait de l'arbre à thé	Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide
Pyréthrines extraites de plantes	
Soufre	
Huiles de paraffine	
Polysulfure de calcium	
Maltodextrine	
Eugénol	
Géraniole	
Thymol	
Hydroxyde de cuivre	Conformément au Règlement d'exécution (UE) n° 540/2011, seules les utilisations entraînant une application totale maximale de 28 kg de cuivre par hectare sur une période de 7 ans peuvent être autorisées.
Oxychlorure de cuivre	
Oxyde de cuivre (= Oxyde cuivreux)	
Bouillie bordelaise	
Sulfate de cuivre tribasique	
Deltaméthrine	Uniquement pour pièges avec appâts spécifiques contre <i>Batrocera oleae</i> et <i>Ceratitis capitata</i>
Lambda-cyhalothrine	Uniquement pour pièges avec appâts spécifiques contre <i>Batrocera oleae</i> et <i>Ceratitis capitata</i>



Feuilles et graines de margousier



Terre à diatomées

Plusieurs bactéries, champignons, virus ainsi que leurs métabolites produits naturellement sont autorisés. Tous les micro-organismes énumérés dans l'annexe du Règlement d'exécution (UE) n°540/2011 peuvent être utilisés dans la production biologique.

Il convient de noter que bon nombre d'entre eux sont très sensibles aux insecticides, aux fongicides et en particulier à des nombreux herbicides.

- *Bacillus thuringiensis* – var. *kurstaki* contre les chenilles
- *Bacillus thuringiensis* – var. *enebrionis* contre les scarabées
- *Bacillus thuringiensis* – var. *israeliensis* contre les moustiques et certaines mouches
- des espèces de *Metarhizium* contre des sauterelles, scarabées, mouches blanches et un éventail d'insectes.
- des espèces de *Trichoderma* contre des maladies
- *Cliocladium virens* pour lutter contre des maladies
- *Bacillus subtilis* pour lutter contre des maladies
- *Verticillium lecanii* contre les cochenilles, les pucerons et les mouches blanches
- *Beauveria basiana* contre un large éventail d'insectes



Ravageur des légumes
infecté par *Metarhizium*

Un compost frais de bonne qualité doit contenir une grande concentration d'actinomycètes, protozoaires et champignons bénéfiques qui permettront de lutter contre un large éventail de ravageurs et de maladies.

5. Agents de lutte biologique

➤ Insectes et arthropodes bénéfiques

De nombreux insectes bénéfiques sont à présent disponibles dans le commerce. La manière la plus efficace d'introduire ces organismes au sein de l'exploitation est d'aménager des insectariums, qui fournissent gratuitement l'équivalent de plusieurs milliers d'euros par semaine d'espèces bénéfiques.

Nématodes prédateurs :

- acariens prédateurs
- *Trichogramma*, *Telenomus* et autres guêpes parasites
- chrysopes
- syrphes (*Syrphidae*)
- coccinelles
- réduvidés prédateurs
- araignées
- mantes religieuses
- libellules



Réduvidé prédateur mangeant
une chenille

➤ Plantes insectariums

Toute plante à fleurs qui attire les abeilles convient en tant que plante insectarium. Les insectes préfèrent les espèces qui sont riches en pollen et en nectar. Les petites fleurs conviennent mieux aux guêpes parasites.

La plupart des herbacées à fleur sont de précieuses plantes insectariums. De nombreuses plantes à fleurs indigènes conviennent aussi.

➤ **Espèces tempérées**

- saule (*Salix* sp.)
 - coriandre (*Coriandrum sativa*)
 - trèfles (*Trifolium* sp.)
 - vesce (*Vicia* sp.)
 - coriandre (*Coriandrum sativum*)
 - sarrasin (*Fagopyrum esculentum*)
 - lobélie (*Lobelia* sp.)
 - asters
 - sureau (*Sambucus* sp.)
 - *Alyssum* sp.
 - soucis
 - aneth (*Anethum graveolens*)
 - luzerne
 - fenouil (*Foeniculum vulgare*)
 - lin
 - Canola
 - Pois cultivé
 - Blé (*Triticum* sp.)
 - Sorgho
 - Maïs
-
- Nénuphars (*Nymphéacées*)



Flours de coriandre



Sureau bleu en fleur, baies mûres et vertes

➤ **Espèces tropicales**

- sensitive (*Mimosa pudica*)
- arachide fourragère (*Arachis* sp.)
- *Stylosanthes* sp.
- soucis
- nénuphars
- sorgho
- maïs
- viola
- crotalaire (*Crotalaria* sp.)
- pois cajan (*Cajanus cajan*)



Champ de crotalaire

3.3. Exemples de plans de lutte contre les ravageurs

3.3.1. Exemple de plan de lutte contre les mouches des fruits

Voici un exemple de plan de lutte contre les mouches des fruits visant à commercialiser des fruits non attaqués par les ravageurs. Les mouches des fruits sont l'une des principales causes de quarantaine dans le commerce du fait des gros dommages qu'elles provoquent sur un grand éventail de fruits.

La lutte passe principalement par la pulvérisation ou le trempage avec des produits chimiques. Ces derniers sont en cours d'interdiction sur la plupart des marchés en raison de leurs divers effets gravement nocifs sur la santé des humains, en particulier des enfants qui consomment de faibles niveaux de résidus toxiques dans les fruits.

L'alternative aux traitements chimiques maintenant proposée par plusieurs gouvernements consiste à soumettre les fruits à un rayonnement ionisant. Le secteur biologique n'autorise pas le rayonnement ionisant comme traitement des aliments, étant donné que la recherche montre que le rayonnement crée de nouveaux composés appelés composés radiolytiques uniques. On a démontré lors de tests sur les animaux que ces composés endommagent l'ADN et d'autres parties de l'organisme et sont des précurseurs de changement cancéreux dans les cellules.

Il est important que les agriculteurs biologiques aient à disposition des alternatives aux produits chimiques toxiques et au rayonnement ionisant afin de pouvoir produire des fruits qui ne sont pas endommagés ni affectés par les larves de mouches à fruits.

□ Plan de lutte contre les mouches des fruits

Les bons plans biologiques de lutte contre les ravageurs et les maladies mettent toujours en place des stratégies polyvalentes plutôt que de se fier à un seul type de traitement, qu'il soit chimique ou irradiant, pour arriver à un contrôle efficace.

Le plan ci-dessous utilise plusieurs stratégies pour éliminer les mouches des fruits :

1. Réduire le plus possible le nombre de mouches des fruits en ne les nourrissant pas

Les mouches des fruits mangent des entérobactéries qui s'alimentent des nitrates excédentaires excrétés sur la face inférieure des feuilles. En évitant d'utiliser des engrais azotés solubles et en utilisant uniquement l'azote sous des formes organiques, les agriculteurs biologiques peuvent s'assurer que des quantités très réduites de nitrates sont excrétées par les feuilles des arbres pour alimenter les entérobactéries et les mouches des fruits.

2. Favoriser les espèces bénéfiques

L'utilisation d'insectariums et la non-destruction des espèces bénéfiques par des produits chimiques toxiques permettent de s'assurer de la présence d'un grand

nombre d'espèces prédatrices dans les fruitiers comme les araignées, les fourmis et les réduvidés prédateurs qui consomment les mouches des fruits.

3. Utilisation d'appâts à base d'hydrolysats pour tuer les mouches des fruits femelles

Les mouches des fruits adultes ne mangent pas de fruits, mais des entérobactéries. Les femelles pondent leurs œufs dans le fruit ; après l'éclosion, les larves commencent à manger les fruits. L'une des stratégies les plus efficaces consiste à utiliser des appâts à base d'hydrolysats de protéines pour attirer et noyer les femelles avant qu'elles ne pondent leurs œufs dans le fruit et attraper les mâles avant qu'ils ne s'accouplent.

Ces appâts sont faciles à construire en faisant un trou d'environ 25 mm de diamètre dans la partie supérieure d'une bouteille en plastique usagée. Le tiers inférieur de la bouteille est rempli d'un mélange de protéines hydrolysées et d'eau. Il s'agit généralement d'un extrait de levure commune disponible dans le commerce.

On ferme les bouteilles avec le bouchon, puis on les accroche aux arbres. Les entérobactéries se développent rapidement dans les liquides. Les mouches des fruits les repèrent, entrent dans la bouteille et se noient dans le liquide non toxique. Il faut rajouter aux appâts un mélange frais d'hydrolysats de protéines chaque semaine.

4. Éradication des mâles

Des pièges à base de parahormones sont disponibles dans le commerce pour attirer les mâles. Le but de ces leurres consiste à attraper les mâles avant qu'ils ne s'accouplent avec les femelles en vue de rompre le cycle. Ces leurres ont tendance à utiliser des pesticides qui sont parfois interdits dans l'agriculture biologique. Certaines autorités de certification permettront leur utilisation si les leurres sont contenus dans des récipients et jetés en dehors de l'exploitation pour s'assurer qu'ils ne laissent pas de résidus de pesticides.

Les agriculteurs peuvent fabriquer leurs propres leurres en construisant le même piège que celui décrit ci-dessus, mais en le remplissant d'eau et de petites quantités d'huiles essentielles qui contiennent de l'eugénol, comme l'huile de trèfle, l'huile de muscade ou l'huile de citronnelle. L'eugénol est une parahormone qui est utilisée par de nombreuses espèces de jeunes mouches des fruits pour produire les hormones dont elles ont besoin pour devenir sexuellement matures. Les agriculteurs biologiques ont trouvé par expérience qu'un mélange d'huiles est plus efficace qu'une seule huile. Cela s'explique par le fait qu'il existe plusieurs variantes de ces composés à base d'eugénol et certaines sont plus attractives pour différentes espèces de mouches à fruits que d'autres. Avec un mélange, on obtient un spectre plus étendu de ces composés pour attirer les espèces souhaitées de mouches des fruits.

5. Une récolte continue pour cueillir les fruits mûrs sur les arbres

Les mouches des fruits préfèrent s'attaquer aux fruits mûrs. Il est essentiel de mettre en place des cycles de récolte réguliers pour cueillir tous les fruits mûrs et ne laisser sur les arbres ou les vignes que les fruits encore verts. Cela permet de réduire sensiblement le cycle reproducteur et d'éviter que les fruits cueillis soient attaqués.

6. Éliminer et détruire tous les fruits tombés des arbres

Les larves se développent sur les fruits blets et s'empupent dans le sol. Si on élimine et détruit les fruits tombés, on empêche les larves de se développer et de donner naissance à la génération d'adultes suivante.

L'utilisation d'oies et d'autres volailles pour manger tous les fruits tombés et blets est un bon moyen de rompre le cycle reproducteur. Les volailles telles que les poulets qui grattent le sol pourront trouver de grandes quantités de larves ou de pupes de mouches des fruits pour les manger.

7. Un système strict d'inspection post-récolte

Il est important de mettre en place un système strict d'inspection post-récolte pour éliminer tout fruit potentiellement infecté ou endommagé. Les mouches des fruits préfèrent s'attaquer aux fruits dont la peau est éraflée ou endommagée. Ces fruits doivent être détruits et non commercialisés. Le retrait de ces fruits d'un lot destiné au marché permet d'améliorer la qualité visuelle et comestible du fruit. En retour, cela permet à l'agriculteur d'obtenir des prix plus élevés grâce à une meilleure qualité.

8. Un conditionnement protecteur contre la contamination

Il est important que les fruits récoltés soient conditionnés dans des conteneurs dépourvus de trous par lesquels les mouches des fruits seraient susceptibles de passer pour s'attaquer aux fruits. Les fruits récoltés attirent davantage les mouches à fruits, car ils commencent à mûrir.

3.3.2. Un exemple de plan de lutte biologique contre les ravageurs pour les fruits tropicaux

Voici un exemple de plan générique qui peut servir de modèle de plan de lutte contre les ravageurs et les maladies des vergers.

Par nature, dans l'agriculture biologique, chaque région sera confrontée à des problèmes différents même lorsque la culture est la même. C'est la raison pour laquelle les bons agriculteurs biologiques utilisent rarement les systèmes simples de remèdes souvent utilisés par les agriculteurs conventionnels.

L'**agriculture biologique** vise à mettre en place des systèmes de gestion qui sont **spécifiques à chaque exploitation selon ses propres exigences**. Ces systèmes ne se fondent pas sur une seule stratégie, mais sur plusieurs qui sont intégrées dans l'approche d'ensemble de systèmes.

Étape 1. Identifier les ravageurs et les maladies

La première étape du plan de lutte consiste à identifier les ravageurs et les maladies. Il faut en dresser la liste.

Étape 2. Identifier les multiples mécanismes et stratégies de lutte

Cette étape consiste à faire l'inventaire des mécanismes et stratégies de lutte qui, selon l'agriculteur, permettront de contrôler le ravageur ne serait-ce que partiellement.

Voici un exemple de ce type de liste (à adapter si certaines s.a. venaient à être interdites).

Ravageurs : lépidoptères (chenilles)

Agents de lutte :

- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstakis*
- virus de la polyédrose nucléaire
- maladies fongiques, par exemple, *Nomuraea rileyi* et *Beauveria bassiana*
- savon de potassium
- pyréthrinés naturels
- réduvidés prédateurs, *Trichogramma* et autres guêpes miniatures
- chrysopes, syrphes
- oiseaux insectivores

Ravageurs : coléoptères (scarabées, *Monolepta*, *Rhyparida* et autres espèces)

Agents de lutte :

- *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*
- *Metarhizium* sp.
- savon de potassium
- pyréthrinés naturels
- pulvérisations répulsives
- réduvidés prédateurs, araignées, fourmis vertes
- oiseaux insectivores

Ravageurs : acariens

Agents de lutte :

- acariens prédateurs
- araignées
- soufre mouillable
- savon de potassium

Ravageurs : cochenilles et poux de serre

Agents de lutte :

- acariens prédateurs, coccinelles, réduvidés prédateurs, chrysopes, araignées
- savon de potassium

Ravageurs : foreurs de noix

Agents de lutte :

- coccinelles, réduvidés prédateurs, chrysopes
- araignées, syrphes, fourmis vertes

- *Trichogramma* et autres guêpes miniatures
- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstakis*
- virus de la polyédrose nucléaire
- maladies fongiques, par exemple, *Nomuraearileyi* et *Beauveria bassiana*
- savon de potassium
- pyréthrinés naturels
- oiseaux insectivores

Ravageurs : pentatomes et punaises des fruits

Agents de lutte :

- réduvidés prédateurs
- *Géocorinae*
- araignées
- oiseaux insectivores
- pyréthrinés naturels
- pulvérisations répulsives

Ravageurs : teignes suceuses et mineuses de fruits

Agents de lutte :

- petites chauves-souris
- systèmes de filets améliorés

Ravageurs : vertébrés

Agents de lutte :

- systèmes de filets améliorés
- systèmes d'effarouchement améliorés

Maladies : problèmes fongiques

Agents de lutte :

- soufre mouillable
- savon de potassium
- cuivre (formes autorisées)
- huile d'arbre à thé
- bactéries de l'acide lactique
- *Trichoderma* sp.

❑ **Étape 3. Diviser ces mécanismes et stratégies en actions à court terme (immédiates) et à long terme**

L'objectif est de disposer de stratégies pour résoudre les problèmes de ravageurs et de maladies au moment où ils surviennent, mais aussi de stratégies destinées à empêcher la répétition de ces problèmes.

La prévention à long terme doit toujours être l'objectif principal, les mesures à court terme servant de méthodes de secours pour les périodes où les ravageurs ou les maladies posent des problèmes aigus.

Lutte contre les ravageurs à court terme

Exemples

Pulvériser du soufre mouillable sur les fleurs en formation pour les protéger contre les dommages occasionnés par les acariens. À ce stade, utiliser le *Bt* pour protéger les fleurs contre les chenilles et une combinaison de répulsifs à pulvériser pour empêcher les dommages occasionnés par les scarabées.

Les points sensibles pour les scarabées nuisibles peuvent être contrôlés avec un mélange de pyrèthres naturels, de savon naturel et d'huiles végétales émulsifiées.

Ces traitements de lutte contre les ravageurs à court terme sont appliqués en fonction des besoins, des résultats de la surveillance quotidienne des fleurs et non selon le calendrier. Les produits, fréquences, dates et zones traitées doivent être consignés dans le journal des pulvérisations et des intrants de l'exploitation.

➤ **Lutte contre les maladies et les ravageurs à long terme**

- **Santé des sols**

Réaliser des analyses de sol pour connaître les taux de nutriments et de matières organique de l'exploitation. C'est la première **étape cruciale de mise en place d'un système résilient à haut rendement**.

Mettre au point un plan avec un calendrier définissant les étapes nécessaires pour amener le sol au niveau souhaité.

- **Lutte biologique**

La grande majorité des ravageurs des vergers doivent être contrôlés au moyen de diverses stratégies de lutte biologique. Le plus important est de **mettre en place des insectariums au sein du verger et autour** en vue d'attirer des espèces bénéfiques qui vont contrôler les ravageurs et les maladies.

Définir un calendrier **d'introduction de plantes hôtes pour les espèces bénéfiques** soit sous forme de couverture végétale dans l'ensemble du verger soit en tant que bandes naturelles dédiées dans les zones en bordure de l'exploitation.

Ne jamais désherber totalement le verger. Il est important de laisser des poches qui serviront de refuge aux insectes et autres organismes bénéfiques.

Ces refuges sont fauchés tardivement pour éviter la prolifération de ces herbes, tout en laissant de nouvelles zones qui serviront à leur tour de refuge. Cela permet d'éviter que les mauvaises herbes n'entrent en compétition avec les cultures tout en leur permettant d'assurer des fonctions utiles, par exemple, servir d'habitat bénéfique, de paillis, assurer la fixation d'azote et la stabilisation du sol. Les recherches ont montré que ces insectariums abritent des milliers d'organismes bénéfiques.

Encourager le développement de petites plantes à fleurs dans l'ensemble du verger, qui sont essentielles pour le stade adulte de prédateurs bénéfiques tels que les chrysopes et les guêpes *Trichogramma*.

Laisser en place la végétation indigène pour régénérer les bordures de l'exploitation et les cours d'eau en plantant une série de variétés qui accueilleront des espèces d'oiseaux qui élimineront les ravageurs dans les arbres fruitiers. Ces zones abritent aussi une grande diversité d'organismes bénéfiques comme des insectes, des acariens, des amphibiens, des reptiles et des mammifères qui aident à lutter contre les ravageurs dans le verger.

➤ **Ressources et ouvrages utiles**

De nombreux livres de bonne qualité sont disponibles. Voici quelques documents de référence utiles.

Pour en savoir plus sur la stratégie « Attirer – Repousser » : www.push-pull.net.

Pour en savoir plus sur la lutte biologique sous les tropiques, en particulier en Afrique : www.icipe.org.

Le livre *Citrus pests and their natural enemies* fournit une description détaillée des ravageurs des citriques en Australie. Ces informations sont utiles pour un éventail de cultures.

Citrus pests - a field guide vient compléter *Citrus pests and their natural enemies* et donne quelques pistes pour l'identification des espèces.

Cotton Pests and Beneficial Guide. Cotton research and development Corporation, PO Box 282, Narrabri, NSW 2390.

Le livre *The Good Bug Book* fournit des informations détaillées pour les systèmes biologiques et de LI. Il est compilé par l'*Australasian Biological Control Group*, 1995.

Natural Enemies Handbook, University of California, est une excellente ressource.

Australasian Biological Control (ABC) - Association of Beneficial Arthropod Producers. Information sur les insectes et acariens bénéfiques disponibles en Australie www.goodbugs.org.au.



Chapitre 4

Gestion des mauvaises herbes et de la végétation

Prévention	123
Traitements curatifs contre les mauvaises herbes	128
Utilisation de l'approche agro-globale	156

4.1. Prévention

4.1.1. Introduction

Dans de nombreux systèmes agricoles, les mauvaises herbes ou adventices peuvent représenter l'un des plus gros problèmes.

Il existe de nombreuses méthodes pour contrôler les mauvaises herbes. Actuellement, dans l'agriculture conventionnelle, la principale stratégie de lutte contre les mauvaises herbes consiste à utiliser des herbicides. Cette méthode est venue remplacer l'éventail de méthodes utilisées par le passé. Ces systèmes de lutte intégraient bien plus qu'un simple labour, mais une bonne partie de ces connaissances ne sont plus maîtrisées par les générations actuelles d'agriculteurs conventionnels.

Diverses nouvelles méthodes sont utilisées de nos jours pour lutter contre les mauvaises herbes ; elles sont fondées sur la compréhension de la physiologie végétale et sur l'intensification éco-fonctionnelle (IEF). Ces systèmes ont recours à l'écologie appliquée afin d'augmenter la biodiversité et lutter contre les mauvaises herbes.

Il est important de comprendre que l'agriculture biologique recherche le **contrôle des mauvaises herbes plutôt que leur éradication**. Les agriculteurs biologiques suivent une approche qui cherche à réduire au minimum les problèmes de mauvaises herbes, de manière à ce que ces dernières ne nuisent pas à la culture commerciale, et intègrent la lutte contre les mauvaises herbes dans leur gestion de l'exploitation.

4.1.2. Les mauvaises herbes : amies ou ennemies ?

Il existe de nombreuses définitions pour les **mauvaises herbes**. La plus courante est probablement « **une plante qui pousse au mauvais endroit** ».

Dans l'agriculture, une meilleure définition est la suivante : « **Une plante qui nuit à la production de la culture** ».

En règle générale, on considère que toute plante différente de celle qui est cultivée est une mauvaise herbe parce qu'elle entre en compétition pour l'humidité du sol, les nutriments, la lumière ou qu'elle abrite des ravageurs, etc. La solution normale consiste à l'éliminer par l'utilisation d'herbicides, le labour, le feu, etc.

Cependant, les mauvaises herbes peuvent présenter de nombreux avantages, par exemple, empêcher l'érosion du sol, augmenter la fertilité du sol, améliorer les structures du sol, révéler un mauvais drainage, des carences en minéraux et des déséquilibres du pH ; elles peuvent aussi être des plantes hôtes pour des insectes et des animaux bénéfiques.

Les nombreux avantages des mauvaises herbes sont les suivants :

1. Empêcher la perte de sol

La perte de la couche arable est l'un des plus gros problèmes dans la plupart des régions agricoles de tous les pays. Une terre arable saine et riche en nutriments est la base d'une agriculture durable à haut rendement ; cependant, de nombreuses pratiques agricoles gaspillent cette ressource précieuse.

Des pratiques de labour inadéquates, l'utilisation d'herbicides, de mauvaises méthodes d'irrigation et le fait de laisser le sol sans couverture végétale sont certaines des principales causes de perte de sol. Paradoxalement, la perte de cette ressource précieuse provoque la dégradation des environnements aquatiques en aval, qui sont surchargés de nutriments et ne reçoivent plus assez de lumière à cause de la turbidité de l'eau.

Une couverture de mauvaises herbes permet de limiter ou d'empêcher la perte de sol. **Les parties aériennes des plantes amortissent l'impact de la pluie ou du vent sur le sol tandis que ses racines maintiennent le sol.**

2. Le « Cadeau carbone »

Si la teneur en nutriments du sol est optimale et que les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes font en sorte de recycler dans le sol les nutriments utilisés par celles-ci, les mauvaises herbes peuvent en réalité **augmenter la fertilité du sol par le « Cadeau carbone »** et la fixation d'azote.

3. Les insectariums

Les mauvaises herbes peuvent faire office d'insectariums **pour attirer les insectes et autres espèces animales bénéfiques en vue d'éliminer les insectes ravageurs.**

4. Le stockage de nutriments

Les mauvaises herbes peuvent **absorber les nutriments solubles excédentaires** pendant les périodes humides, évitant qu'ils ne soient lessivés, emportés hors de l'exploitation et provoquent l'eutrophisation de l'eau.

Elles peuvent être très utiles pour empêcher le lessivage des minéraux du sol, en particulier les anions comme l'azote, le bore et le soufre. Elles peuvent absorber et stocker les ions solubles présents en excès par rapport aux besoins de la culture commerciale. Par la suite, lorsque les mauvaises herbes sont coupées, les micro-organismes dégraderont les résidus et libéreront un flux constant de ces nutriments dans le sol, nutriments qui seront alors disponibles pour les cultures commerciales.

Étant donné que les plantes obtiennent environ 95 % de leurs nutriments de l'air, du soleil et de l'eau, une bonne gestion des mauvaises herbes peut augmenter la fertilité du sol et être bénéfique à la culture, plutôt que d'entrer en compétition avec celle-ci et en empêcher la croissance.

5. La fixation de l'azote

Les mauvaises herbes légumineuses peuvent **fixer des quantités par hectare importantes d'azote disponible pour les plantes.**

6. Suppression des maladies

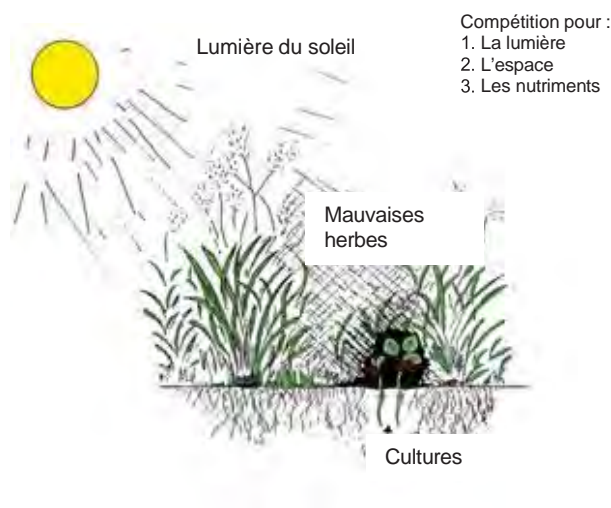
Les **micro-organismes associés** à de nombreuses mauvaises herbes peuvent être efficaces pour supprimer les maladies dans les cultures.

4.1.3. Caractérisation et contrôle des mauvaises herbes

❑ Stratégies de contrôle des mauvaises herbes

Les principaux problèmes provoqués par les mauvaises herbes sont les suivants :

1. Compétition pour la lumière du soleil ;
2. Compétition pour les nutriments du sol ;
3. Compétition pour l'eau du sol ;
4. Abri pour les ravageurs et les maladies et contamination de la culture avec des résidus de mauvaises herbes.



❑ Priorités du contrôle des adventices

Au moment de décider des stratégies à adopter pour contrôler les mauvaises herbes, il est important de tenir compte des quatre critères.

1. Compétition pour la lumière du soleil

La compétition pour la lumière du soleil est le plus **important effet néfaste des mauvaises herbes**. À l'exception de certaines cultures comme le cacao, le café et le salak (*Salacca zaiacca*), la plupart des plantes ont besoin du plus de luminosité possible.

La photosynthèse est fondamentale pour la plupart des plantes cultivées, qui sont des capteurs solaires vivants. Étant donné que 95 % de la biomasse des plantes provient des produits de la photosynthèse, l'optimisation de l'exposition au soleil des cultures est essentielle pour obtenir de bons rendements.

Les mauvaises herbes qui réduisent la quantité d'énergie solaire recueillie par la culture lors de la photosynthèse vont **diminuer le rendement de la culture**.

Il importe que les stratégies de contrôle des mauvaises herbes visent à empêcher ces dernières de dépasser la hauteur des feuilles de la plante cultivée.

2. Compétition pour les nutriments du sol

Une bonne nutrition du sol est essentielle pour s'assurer que les mauvaises herbes n'absorbent pas les nutriments au détriment de la culture.

Par exemple, si les mauvaises herbes absorbent une part importante d'un élément trace comme le bore, à tel point qu'il n'y en a plus assez pour la culture, cette dernière ne sera pas capable de bien former des graines ou d'utiliser le calcium. Or, le calcium est capital pour l'absorption et le mouvement de nombreux autres minéraux au sein des plantes. Cette carence entraînera un rendement médiocre et d'éventuels problèmes de ravageurs et de maladies.

Les bonnes stratégies consistent à :

- Veiller à assurer une abondance de nutriments du sol qui seront suffisants à la fois pour la culture et pour les mauvaises herbes ;
- Recycler régulièrement les nutriments des mauvaises herbes vers le sol par le débroussaillage, le pâturage, le labour, etc. La dégradation constante des matières organiques des mauvaises herbes assurera une libération continue de nutriments dans le sol.

Les bonnes stratégies garantissent que les mauvaises herbes restituent toujours les nutriments qu'elles absorbent ; cependant, avec le « Cadeau carbone », elles devraient réellement restituer plus de nutriments et nourrir la culture.

3. Compétition pour l'eau du sol

Il est important de fournir une quantité suffisante d'eau, tant pour les mauvaises herbes que pour la culture. Dans certains cas – par exemple, la culture en terre aride –, cela n'est pas possible du fait de la faible teneur en humidité du sol.

Lorsque l'eau est limitée, il est important **d'éliminer ou de réduire la quantité de mauvaises herbes**.

Le débroussaillage et l'utilisation de résidus pour le paillage en vue de retenir l'humidité du sol peuvent être l'une des meilleures stratégies, le pâturage ou un labour très superficiel avant le semis pouvant cependant aussi réduire la perte d'eau attribuée aux mauvaises herbes.

Dans les régions où **l'eau est abondante**, cette **compétition peut être utilisée à l'avantage de la culture**. Dans certaines régions où les hivers sont humides et les étés secs, les mauvaises herbes peuvent utiliser l'eau en excès pendant l'hiver pour produire un paillis qui pourra être utilisé pour augmenter la capacité de rétention d'eau des cultures de printemps et d'été.

De même, dans les régions à fortes pluies de mousson en été, les mauvaises herbes peuvent être utilisées pour stocker de l'eau et des nutriments en tant que paillis pour la saison sèche.

4. Servir d'abri pour les ravageurs et les maladies et contaminer la culture avec des résidus de mauvaises herbes

Ce sont ces types de mauvaises herbes qui doivent être éliminés et/ou remplacés par des espèces bénéfiques. **Les mauvaises herbes qui contaminent les cultures avec des graines ou d'autres parties de la plante peuvent être éliminées, empêchées de grandir ou de se reproduire.**

4.1.4. Principaux problèmes du contrôle des mauvaises herbes/de la couverture végétale

❑ Les cycles de développement des adventices

La connaissance des cycles des adventices est essentielle pour lutter efficacement contre les mauvaises herbes. Par là, nous n'entendons pas un programme de pulvérisation trimestriel ou autre basé sur le calendrier.

Il est important de **connaître les périodes de floraison** de toutes les mauvaises herbes et **d'intervenir avant qu'elles ne forment des graines**. Au fil du temps, cette stratégie diminuera la quantité de mauvaises herbes en réduisant le taux de germination du fait du nombre réduit de graines.

Un vieil adage paysan dit : « *Formation de graines une année, sept années de désherbage* ».

Beaucoup de mauvaises herbes sont plus faciles à contrôler lorsqu'elles sont jeunes, en particulier quelques jours après la germination. Le labour, le binage, le désherbage par brûlage et le désherbage à la vapeur peuvent être très efficaces à ce stade.



Champ de maïs envahi par du striga (*Striga sp.*) en fleur au Kenya

❑ Travailler selon les saisons

La plupart des mauvaises herbes **sont plus faciles à contrôler pendant les saisons sèches et fraîches que pendant les mois humides les plus chauds** où elles sont en pleine croissance. Très souvent, les méthodes de contrôle se sont avérées être largement inefficaces pendant les périodes de pleine croissance. Certaines mauvaises herbes ont l'énergie nécessaire pour se rétablir des dommages subis par les herbicides, le pâturage, le débroussaillage et le labour et repousser très rapidement.

Parfois, il vaut mieux attendre le bon moment plutôt que de perdre du temps, des ressources et de l'argent précieux avec des stratégies inefficaces qui ne donneront pas de résultat probant.

4.1.5. L'apport de carbone : comment les plantes augmentent la teneur d'un sol en carbone et sa fertilité

On estime qu'environ **30 à 60 %** du dioxyde de carbone atmosphérique (**CO₂**) **absorbé par les plantes sont intégrés dans le sol sous forme de matière organique** provenant des gaines qui protègent les extrémités fragiles des racines et diverses autres excréations des racines.

La meilleure manière d'évaluer la quantité de matière organique excrétée par les racines de plantes est d'examiner la quantité de biomasse végétale aérienne. **La quantité de biomasse aérienne d'une plante équivaut à la quantité de biomasse de ses racines.** Les racines des plantes excrètent ou sécrètent dans le sol environ la même quantité de biomasse que celle qui se trouve au-dessus du sol.

Ces composés complexes à base de carbone contiennent l'éventail complet de minéraux utilisés par les plantes et constituent l'un des moyens selon lesquels les minéraux sont répartis dans l'ensemble de la couche arable. Ils nourrissent des milliards de microbes (actinomycètes, bactéries et champignons) qui sont bénéfiques pour les plantes. Ce complexe formé par les organismes vivants est souvent appelé réseau trophique du sol.

Les plus grandes concentrations de micro-organismes se trouvent à proximité des racines des plantes à cause des composés de carbone organique qui sont excrétés ou sécrétés par les racines. Cette zone importante est appelée « rhizosphère ». Ces organismes assurent un vaste éventail de fonctions comme rendre biodisponibles les minéraux du sol et protéger les plantes contre les maladies (voir le chapitre 2).



Les racines des plantes assimilent chaque année plusieurs tonnes par hectare de molécules de carbone complexes et de minéraux biodisponibles et forment la partie la plus importante du processus de formation des couches arables et d'une bonne structure du sol.

Cela signifie que **des mauvaises herbes/plantes de couverture bien contrôlées peuvent ajouter au sol plus de nutriments biodisponibles qu'elles n'en puisent.** De même, les nutriments qu'elles ajoutent dans le sol sont parmi les plus importants pour la culture, pour les organismes bénéfiques ainsi que pour la structure et la fertilité du sol.

Biomasse des racines en fonction des étapes de développement de la plante

4.1.6. Contrôle des mauvaises herbes/couvertures végétales pour augmenter la teneur du sol en matière organique

La gestion des mauvaises herbes et des cultures de couverture doit être envisagée en termes de « Cadeau carbone ». Plutôt que de se concentrer sur les **5 % de la biomasse d'une plante qui proviennent du sol**, il est tout aussi important de prendre en compte les **95 % qui sont produits** via la photosynthèse à partir de l'eau et du CO₂.

Cela signifie que les priorités de la gestion des mauvaises herbes/cultures de couverture doivent viser à ce que la culture commerciale ait **un accès prioritaire à la lumière du soleil et à l'eau**.

Si les mauvaises herbes/couvertures végétales sont bien contrôlées et que leurs résidus sont retournés dans le sol, leur consommation de nutriments du sol est nulle. En réalité, étant donné qu'elles ajoutent au sol de 30 à 60 % des composés organiques qu'elles fabriquent par photosynthèse, elles augmentent la fertilité du sol.

Si des mauvaises herbes bien contrôlées entraînent des carences en nutriments, on peut résoudre le problème en corrigeant ces carences, de manière à ce qu'il y ait suffisamment de nutriments dans le sol pour le recyclage de la matière organique provenant des mauvaises herbes/couvertures végétales et pour la culture commerciale.

Éliminer les mauvaises herbes parce qu'elles entraînent une carence en nutriments revient en réalité à ignorer le vrai problème. Le sol est en fait carencé en ce nutriment. Une bonne gestion des nutriments devrait signifier la présence de concentrations **suffisamment élevées pour subvenir aux besoins des mauvaises herbes/couvertures végétales bien contrôlées et de la culture commerciale.**

Des études réalisées sur des jachères où poussent des mauvaises herbes/plantes fourragères et les micro-organismes qui s'y développent montrent une augmentation de la biodisponibilité des minéraux captifs dans le sol. Les analyses de sol démontrent une hausse de la fertilité du sol après les jachères de mauvaises herbes/pâturages et dans les cultures d'engrais verts.

C'est l'une des raisons pour lesquelles les jachères de couvertures végétales rétablissent la santé du sol. Elles permettent de restituer au sol des tonnes de matières organiques à base de carbone, nourrissent les micro-organismes qui rendent biodisponibles les nutriments et réduisent le nombre de pathogènes du sol.

Il faut veiller à ce que le sol dispose des concentrations adéquates de tous les minéraux et de l'humidité nécessaire pour la croissance et que les pratiques de gestion de la végétation permettent à la culture commerciale d'être l'espèce dominante⁷.

⁷ Voir le chapitre 2 pour connaître le meilleur moyen d'y parvenir.

❑ Gestion des cultures de couverture pour nourrir la culture commerciale



Couverture végétale de soja sous des pousses d'asperges

Les techniques qui consistent à couper, écraser, arracher ou faire pâturer les mauvaises herbes/couvertures végétales de manière à ce que leurs résidus soient restitués au sol permettent d'assurer une bonne nutrition de la culture commerciale. **La coupe et le pâturage entraînent l'élimination de quantités importantes de racines**, car les mauvaises herbes ou couvertures végétales doivent rétablir **l'équilibre entre leurs parties aériennes et souterraines**.

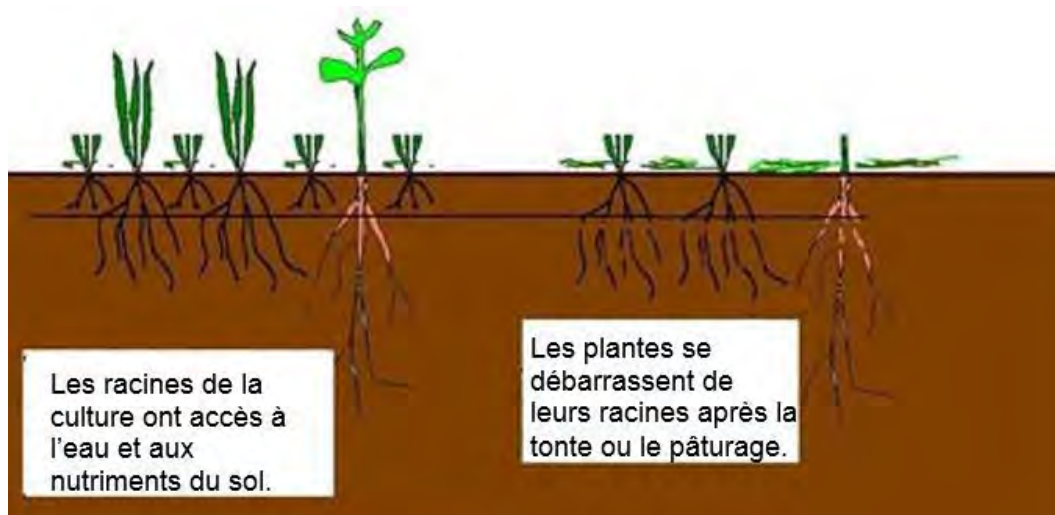
Les plantes se nourrissent grâce à la photosynthèse réalisée au niveau de leurs feuilles. Lorsque la surface des feuilles est réduite par le pâturage ou le débroussaillage, la quantité de sucre ou d'acides aminés nécessaire pour nourrir la plante, et en particulier les racines, est sensiblement réduite. La plante ne peut nourrir les racines que proportionnellement à la quantité de ces produits de la photosynthèse. Elle se débarrasse des racines qu'elle ne peut pas nourrir de manière à rétablir un équilibre, au risque que toutes les racines soient dénutries et que la plante ne meure.

Ces racines éliminées par les mauvaises herbes/couvertures végétales ajoutent non seulement du carbone et nourrissent les micro-organismes du sol, mais libèrent aussi des nutriments pour la culture et diminuent sensiblement la compétition pour les nutriments et l'eau. Cet ajout de nutriments encourage le développement plus profond des racines de la culture commerciale, sous le niveau des racines des mauvaises herbes, ce qui entraîne une croissance des systèmes racinaires de la culture et un meilleur accès à l'eau et aux nutriments du sol.



Les plantes se débarrassent de leurs racines après la tonte ou le pâturage. La perte des feuilles signifie une réduction de la quantité de sucres et d'acides aminés produits par la photosynthèse. Sans ces sources d'aliments, les racines peuvent être dénutries et mourir, entraînant la mort de la plante. La plante se débarrasse de ses racines pour ne garder que celles qui peuvent être nourries par les feuilles. La biomasse éliminée des racines est décomposée par les micro-organismes, ce qui libère dans le sol les nutriments qui peuvent alors être utilisés par la culture commerciale.

La culture a accès à la lumière du soleil



Ce concept est à la **base des récents systèmes biologiques appelés sans labour ou à labour minimum** dans lesquels les cultures sont semées dans des pâturages ou des cultures de couverture préalablement mises en place. Les principaux problèmes de ces systèmes résident dans le **choix de la bonne espèce pour le pâturage et pour les cultures de couverture** et la gestion de ces derniers pour veiller à ce qu'ils n'entrent pas en compétition avec la culture pour la lumière du soleil, l'eau et les nutriments. Le roulage, le pâturage ou le fauchage sont des méthodes efficaces. Ces techniques

permettent de laisser une couverture épaisse formant paillis qui supprimera les mauvaises herbes, conservera l'eau et encouragera le développement de micro-organismes bénéfiques.

Ces techniques **augmentent aussi l'efficacité** de la surface de l'exploitation qui **capture la lumière du soleil** et utilise la photosynthèse pour former des molécules à base de carbone qui en fin de compte permettent d'obtenir des sols fertiles qui nourrissent les plantes.



Augmentation de l'efficacité solaire en capturant la lumière qui n'est pas utilisée par la culture commerciale. La lumière qui n'est pas interceptée par les feuilles de la culture commerciale est interceptée par la culture de couverture pour fournir du carbone et de l'azote et attirer les insectes bénéfiques. La culture de couverture est coupée pour former un paillis vivant dans les saisons plus sèches en vue de conserver l'eau, augmenter la teneur en carbone du sol et ajouter des nutriments pour la culture commerciale. Un autre concept est celui de la culture de couverture pérenne. Les cultures de couverture ne sont pas forcément formées d'espèces annuelles ou nécessairement retournées pour restituer les nutriments au sol. Elles peuvent être périodiquement coupées ou pâturées pour arriver à ce résultat.

Les nutriments que perd l'exploitation, que ce soit par la vente de la récolte, par le lessivage ou l'érosion du sol, doivent être remplacés chaque année. Une bonne fertilisation doit toujours veiller à ce que le sol dispose de la concentration optimale de tous les minéraux nécessaires. Si le système de gestion ne remplace pas les minéraux qui sont puisés dans le sol par la culture, le sol finira par être épuisé.

L'une des raisons pour lesquelles les bons agriculteurs biologiques se rendent compte que les mauvaises herbes ne représentent pas un problème dans leurs systèmes est qu'ils veillent à avoir une excellente nutrition et santé du sol en utilisant des techniques de gestion des mauvaises herbes/des cultures de couverture qui entretiennent le sol. *Le processus devient un processus de gestion des mauvaises herbes/de la couverture végétale plutôt qu'une éradication des mauvaises herbes.*

4.1.7. Exemple d'utilisation du « Cadeau carbone » dans des systèmes agricoles performants

Le nombre d'exploitations agricoles prospères appliquant ces principes pour se convertir en systèmes à faible niveau d'intrants et haut rendement ne cesse d'augmenter. Ces systèmes augmentent leur rendement et leurs résultats tout en diminuant sensiblement leurs coûts de production.

❑ Les systèmes Rodale sans labour/à labour réduit : utilisation des cultures de couverture

Les essais de Rodale sont d'excellents exemples de ces principes. Ils ont réduit la consommation de combustible fossile de jusqu'à 75 % et obtenu une augmentation sensible du rendement.

Ces systèmes combinent des techniques sans labour et à travail réduit dans la séquence de rotation des cultures de l'exploitation. Tous les systèmes biologiques utilisant des cultures de couverture annuelles doivent intégrer un système de rotation des cultures. Des monocultures ininterrompues de la même espèce année après année ne sont pas autorisées.

Ces systèmes se fondent sur la sélection d'une culture de couverture adéquate à croissance rapide comme la vesce, le seigle, l'avoine, etc. Ces espèces sont généralement plantées avant ou au début de la saison des semis de la culture commerciale. Partout dans le monde, des agriculteurs modifient et adaptent la synchronisation et le choix des cultures de couverture à leurs climats spécifiques.

Dans le système Rodale, on utilise un rouleau spécialement fabriqué qui aplatit et élimine les cultures de couverture plutôt que d'avoir recours à des pulvérisations d'herbicides de synthèse ou au labour. Dans le système actuel, le rouleau se trouve à l'avant du tracteur et le semoir à l'arrière de sorte que la culture est semée en un seul passage.

« Le tapis de mulch vivant résultant fait office de barrière contre les mauvaises herbes, permet de retenir l'humidité, protège le sol, fournit une rhizosphère (région des racines) étendue pour les micro-organismes bénéfiques et, dans le cas des cultures de couverture légumineuses comme la vesce velue, est une source d'azote pour la culture commerciale » (Rodale, 2008).



Roulage de la vesce et semis du maïs en un seul passage



Vérification de la mise en place du semis dans une culture de vesce fraîchement roulée



Les jeunes plants émergent du tapis de vesces mortes qui agit comme un mulch pour supprimer les mauvaises herbes et maintenir l'humidité du sol



La culture empêche l'apparition des mauvaises herbes

« Le système biologique de rotation des cultures sans labour de l'institut Rodale permet de réduire la quantité de combustible fossile nécessaire pour la production de chaque culture sans labour de la rotation de jusqu'à 75 % par rapport au système de culture biologique à labour standard » (LaSalle, T., et Hepperly, P., 2008).

Quantité d'énergie utilisée dans différents systèmes de production de maïs exprimée en litres de gazole par hectare

Conventionnel avec labour	231 litres par hectare
Conventionnel sans labour	199 litres par hectare
Biologique avec labour	121 litres par hectare
Biologique sans labour	77 litres par hectare (Pimentel <i>et al.</i> , 2005)

« Les études réalisées en 2006 ont permis d'obtenir des rendements en conventionnel de 160 boisseaux par acre (bu/ac) par rapport à la moyenne du pays qui s'élevait à 130 bu/ac. [...] le rendement du maïs moyen des deux champs de production biologique sans labour était de 160 bu/ac, alors que les lots des terrains expérimentaux sans labour obtenaient en moyenne un rendement de 146 bu/ac dans 24 lots. Le champ de production biologique avec labour standard obtenait un rendement de 143 bu/ac, alors que les lots biologiques avec labour standard de l'essai de systèmes agricoles (FST) obtenaient un rendement de 139 bu/ac dans le système avec engrais (qui recevait du compost, mais pas d'azote fourni par les vesces) et 132 bu/ac dans le système avec légumineuses (légumineuses, mais sans compost). En même temps, le champ non biologique avec labour standard du FST obtenait un rendement de 113 bu/ac. À titre de comparaison, en 2006 le rendement du champ moyen de maïs non biologique du comté de Berks était de 130 bu/ac et le rendement moyen du sud-est de la Pennsylvanie était de 147 bu/ac. » (Rodale, 2006).

Les plans pour la fabrication du rouleau et d'autres informations plus approfondies sur les différents systèmes d'utilisation des cultures de couverture sont disponibles sur le site Web de l'institut Rodale à l'adresse suivante : www.rodaleinstitute.org. Le livre écrit par Jeff Moyer (Moyer, J., 2011), « *Organic no-till farming, Acres USA* », Texas, États-Unis, est un manuel très utile qui explique comment obtenir les meilleurs résultats.

❑ Utilisation de la culture en prairie : des cultures annuelles au sein de cultures pérennes

Une variante très utile de l'utilisation des cultures de couverture est la culture en prairie. Dans ce système, **la culture commerciale est semée dans une prairie temporaire et permanente**, et non plus dans une culture de couverture annuelle. Cette technique a été initialement mise au point par Colin Seis en Australie. Elle se fonde sur une réalité écologique fondamentale. Les plantes annuelles poussent dans des cultures pérennes. L'objectif consiste à adapter ce principe au système de gestion adapté aux cultures commerciales et au climat donnés.

La culture est tout d'abord pâturée ou débroussaillée pour s'assurer qu'elle reste très basse. Cela ajoute de la matière organique sous forme de fumier, d'herbe coupée ou de racines éliminées. La culture est directement semée dans la prairie.

Selon Colin Seis : « On a également découvert que le fait de semer une culture ainsi augmentait la quantité et la diversité des jeunes plants de graminées vivaces produisant un nombre sensiblement supérieur de tonnes/hectare de plantes. On obtient ainsi plus d'aliments pour animaux après la récolte et on élimine entièrement le besoin de ressemer les pâturages dans les zones cultivées. Les méthodes de culture utilisées dans le passé exigent d'éliminer toute la végétation avant de semer la culture et pendant sa croissance.

Du point de vue économique, cela représente de bonnes recettes potentielles pour l'exploitation, car le coût de culture est grandement diminué par rapport aux méthodes conventionnelles. L'avantage supplémentaire dans une situation d'exploitation mixte est que l'on peut obtenir jusqu'à six mois de pâturage de plus avec cette méthode, comparée à la perte de pâturage représentée par la préparation du sol et la lutte contre les mauvaises herbes nécessaires dans les méthodes de culture traditionnelles. En règle générale, le principe sous-jacent de la réussite de cette méthode est "100 % de couverture végétale 100 % du temps" ».



« [...] un champ de 20 ha d'avoine Echidna semé et récolté en 2003 sur... "Winona". Le rendement de ce champ était de 4,3 tonnes/ha. Ce rendement était sensiblement le même que le rendement moyen du district où étaient utilisées des méthodes qui perturbaient le sol ».



« Ces recettes ne tiennent pas compte de la valeur du pâturage supplémentaire. Pour Winona, cela revient à 50-60 dollars/ha, car le pâturage peut être exploité jusqu'au semis. Avec les pratiques traditionnelles de culture où l'on applique des méthodes de préparation des sols et de contrôle des mauvaises herbes pendant quatre à six mois avant le semis de la culture, on ne peut obtenir un pâturage de qualité.

D'autres avantages sont plus difficiles à quantifier, à savoir une grande augmentation en nombre et en diversité des plantes pérennes du pâturage suivant la culture. Cela signifie qu'il n'est pas nécessaire de ressemer les pâturages, avec une économie de plus de 150 dollars par hectare et bien plus encore s'il faut embaucher du personnel pour mettre en place le pâturage.

Des études indépendantes sur l'utilisation de la culture de pâturages à Winona menées par le ministère de l'Agriculture et des eaux révèlent que la culture sur prairie est 27 % plus rentable que l'agriculture conventionnelle. À cela s'ajoutent de grands avantages pour l'environnement avec une amélioration du sol et une restauration de nos paysages ».

➤ **Augmentation de la fertilité du sol sans engrais de synthèse**

Le Dr Christine Jones a mené des recherches sur l'exploitation de Colin Sies montrant que 168,5 tonnes/ha de CO₂ avaient été séquestrés au cours des 10 dernières années.

- Le taux de séquestration au cours des deux dernières années (2008-2010) était de 33 tonnes de CO₂ par hectare et par an.
- Cette augmentation est survenue alors que l'Australie connaissait la pire sécheresse de son histoire.

Les augmentations suivantes de la fertilité du sol en sels minéraux se sont produites en 10 années en ajoutant uniquement une petite quantité de phosphore.

- Calcium 277 %, magnésium 138 %, potassium 146 %, soufre 157 %, phosphore 151 %, zinc 186 %, fer 122 %, cuivre 202 %, bore 156 %, molybdène 151 %, cobalt 179 % et sélénium 117 %.⁸



Culture de pâturages Conventionnelle

Comparaison du sol de Winona avec les sols voisins.

⁸ Carbon that Counts : www.ofa.org.

❑ Utilisation de la culture en prairie et de la culture de couverture dans l'horticulture

Ces systèmes ont été appliqués avec beaucoup de succès dans l'horticulture où ils présentent de nombreux avantages. Une bonne couverture végétale élimine les mauvaises herbes, ajoute de l'azote, retient l'eau et fournit des nutriments à la culture commerciale grâce à la matière organique qui provient de l'élimination des racines et de la décomposition des feuilles et des tiges.



Culture d'oignons dans l'ivraie (Lolium sp.). L'ivraie est tondue le plus ras possible. Les oignons sont plantés dans de petites bandes labourées. Les herbes sont régulièrement tondues à l'aide d'une tondeuse à gazon à éjection latérale. Les produits de la tonte agissent comme un paillis pour supprimer les mauvaises herbes et retenir l'eau. Les racines éliminées par l'ivraie sont décomposées par les micro-organismes pour fournir un éventail complet de nutriments à la culture commerciale.

❑ L'arboriculture fruitière

Le concept des cultures de couverture a été largement utilisé dans l'arboriculture fruitière, en particulier dans les vergers et les vignes. La plantation de couverts de légumineuses, herbes et plantes à fleurs peut fournir de l'azote, de la matière organique, un paillis et attirer les insectes bénéfiques.

Dans la plupart des systèmes à base de plantes pérennes, une saison concentre les chutes de pluie. Dans de nombreux climats tempérés, et en particulier le climat méditerranéen, cette période se situe en hiver, période au cours de laquelle la culture commerciale pousse peu. Le semis de cultures de couverture à croissance hivernale, comme la vesce, permet de capturer la lumière du soleil et l'eau de pluie non utilisées par la culture pour améliorer les systèmes agricoles. Les cultures de couverture peuvent ajouter de l'azote et du carbone et fournir un précieux paillis pour la rétention d'eau en vue des mois d'été plus chauds et plus secs.

Dans les climats tropicaux, les cultures de couverture peuvent avoir la même fonction et **fournir un paillis pour les mois d'hiver plus secs**. Un autre avantage est qu'elles protègent le sol contre l'érosion lors des pluies tropicales abondantes et

empêchent le lessivage des nutriments en absorbant les nutriments dans la biomasse. Ces nutriments sont mis à la disposition de la culture commerciale lorsque la culture de couverture est coupée au début de la saison sèche.

Si on laisse les cultures de couverture devenir hautes et touffues, on augmente la teneur en lignine et donc la teneur en matière organique riche en carbone du sol. En règle générale, plus la plante est haute, plus les racines sont profondes. On peut ainsi augmenter la profondeur de la couche arable riche en carbone.

Par conséquent, les cultures de couverture hautes et touffues sont meilleures pour approfondir et améliorer la teneur du sol en carbone stable.



Des cultures de couverture hautes et touffues en cours de tonte. Elles approfondissent le sol, augmentent la teneur du sol en matière organique, fournissent des nutriments pour la culture commerciale (litchis) et un paillis pour retenir l'eau.

4.2. Traitements curatifs contre les mauvaises herbes

4.2.1. Lutte mécanique

❑ Labour

Le labour est l'une des méthodes **les plus anciennes et les plus efficaces** pour lutter contre les mauvaises herbes. Hélas, c'est aussi l'une des méthodes dont on a le plus abusé et qui, mal utilisée, entraîne d'importantes pertes de terre et dégrade le sol.

L'une des principales méthodes utilisées pour lutter contre les mauvaises herbes consiste à les retourner pour les exposer au soleil et les dessécher.

Une autre méthode consiste à les incorporer dans le sol où elles serviront d'engrais verts. Il est important de ne pas les enfoncer trop profondément comme dans le cas de certaines pratiques où la couche arable est ensevelie sous le sous-sol, avec pour résultat une diminution et non une augmentation de la fertilité du sol.

Dans un sol fraîchement retourné, les graines des mauvaises herbes germent facilement et peuvent être ensuite exposées au soleil après un travail superficiel du sol, afin de réduire la présence de graines de mauvaises herbes.

Un vaste éventail de méthodes peut être utilisé pour lutter contre les mauvaises herbes dans les rangées intercalaires de la culture.

Les houes rotatives sont très efficaces, mais il convient de ne pas trop les enfoncer (environ 25 mm) pour éviter de nuire à la structure du sol.

Il est possible d'utiliser divers types de dents flexibles, herses, désherbeuses et brosses pour arracher les jeunes mauvaises herbes sans affecter la culture.



*Herse à dents longues Leyley
(Photo : Google Pictures)*



*Bineuses - labour léger
(Photo : Google Pictures)*

Le disquage entre les rangs et le buttage de la culture avec du sol permet de détruire la majorité des mauvaises herbes entre les rangs et d'étouffer celles qui se développent dans les rangs.

Plusieurs cultivateurs dotés de systèmes de guidage permettent d'obtenir une grande précision dans la lutte contre les mauvaises herbes. Ils peuvent être équipés d'un large éventail d'accessoires et peuvent être achetés dans des tailles adaptées tant pour les petites exploitations horticoles que pour les grandes exploitations.



*Système de guidage pour un
labour de précision des
mauvaises herbes*



*Un bon labour peut-être un bon
moyen de lutter contre les
mauvaises herbes*

Des agriculteurs biologiques aux États-Unis, en Europe et en Australie les utilisent pour obtenir un excellent contrôle des mauvaises herbes dans leurs cultures



*Un labour stratégique peut
donner de très bons résultats*

➤ **Le labour et l'érosion des sols**

Les agriculteurs biologiques sont critiqués pour leur utilisation du labour afin de lutter contre les mauvaises herbes, cette méthode étant accusée d'accroître l'érosion des sols et la perte de matière organique.

Les informations scientifiques publiées montrent qu'un bon labour (voir la section sur le labour) dans les systèmes biologiques n'est responsable ni de l'un ni de l'autre.

« Nous comparons les effets à long terme (depuis 1948) de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle dans des exploitations sélectionnées possédant le même sol. Le sol des exploitations biologiques présente une teneur sensiblement supérieure en matières organiques, une couche arable plus épaisse, un taux de polysaccharides plus élevé, un module de rupture réduit et une érosion du sol moindre que le sol des exploitations conventionnelles. Cette étude indique que, à long terme, le système d'agriculture biologique est plus efficace que le système d'agriculture conventionnelle dans la réduction de l'érosion des sols et, par conséquent, dans le maintien de sa productivité » (Reganold *et al.*, 1987).

Les critiques des systèmes biologiques estiment les systèmes de production conventionnels sans labour meilleurs que les systèmes biologiques, car ces derniers ont recours au labour. Il existe une seule étude publiée qui compare le système conventionnel sans labour au système biologique avec labour. Les chercheurs ont conclu que le système biologique présentait une meilleure qualité du sol.

« [...] le système BIO [biologique] a sensiblement amélioré la productivité du sol tel que mesuré par les rendements de maïs dans l'épreuve d'uniformité [...]. Ces concentrations supérieures du sol en carbone et en azote ont été obtenues malgré l'utilisation du labour (disque et charrue ciseau) pour intégrer l'engrais et de cultivateurs (cultivateur de balayage à faibles résidus) pour lutter contre les mauvaises herbes ».

« Nos résultats incitent à penser que les systèmes qui intègrent des quantités élevées d'intrants biologiques provenant de l'engrais et des cultures de couverture peuvent davantage améliorer les sols que les systèmes conventionnels sans labour, malgré un recours à un minimum de labour » (Teasdale *et al.*, 2007).

❑ Débroussaillage

Couper les mauvaises herbes avec des tracteurs et des débroussailleuses, des tondeuses à gazon et des essarteuses ou à la main avec des faucheuses, des faucilles, des coupe-coupe ou des machettes, etc., peut être très utile pour lutter contre les mauvaises herbes. Cette méthode garantit que les **mauvaises herbes retiennent encore le sol et que les nutriments et la matière organique sont recyclés dans le sol**. Les mauvaises herbes coupées fournissent aussi un précieux paillis.



Débroussailleuse montée sur un tracteur pour la lutte contre les mauvaises herbes

Une tonte ou un débroussaillage constants favoriseront les espèces les plus procombantes. Cela permet d'éliminer les mauvaises herbes les plus nuisibles même s'il convient de veiller à ne pas limiter les cultures de couverture à une ou deux espèces de graminées de faible hauteur.

Des recherches en cours depuis les années 1930 ont montré que la réduction de la biodiversité par une tonte constante peut favoriser les espèces de ravageurs. Il est préférable d'encourager une grande biodiversité, en particulier de plantes à fleurs, pour favoriser les espèces bénéfiques. **L'objectif consiste à produire une sorte de prairie luxuriante plutôt qu'un terrain de golf.**

❑ Désherbage thermique avec flamme

On utilise les désherbeuses thermiques pour rapidement roussir les mauvaises herbes à la flamme nue. **Le but recherché n'est pas de brûler les mauvaises herbes, mais de faire éclater la plupart de ces cellules en provoquant l'ébullition du liquide qu'elles contiennent.** De nombreuses plantes se rétablissent d'une brûlure complète, mais en règle générale, elles meurent si un nombre suffisant de cellules a été endommagé par la chaleur.

Les désherbeuses thermiques sont disponibles sous diverses formes, depuis celles que l'on peut porter sur le dos ou monter sur des chariots manuels pour les vergers et les cultures horticoles de petite taille jusqu'à de grands accessoires tirés par un tracteur.

La flamme est entourée d'un écran qui évite que le feu se propage à la culture. Les brûleurs et les écrans sont ajustés aux largeurs des rangées et l'agriculteur passe rapidement dans les rangées pour faire roussir les mauvaises herbes.

Il existe plusieurs modèles disponibles dans le commerce adaptés tant aux grandes qu'aux petites surfaces.



Déssherbeuses thermiques pour petites exploitations



Déssherbeuses thermiques pour grandes exploitations

L'avantage de cette méthode est qu'elle est très rapide. Son principal inconvénient est qu'on ne peut pas l'utiliser lorsque les mauvaises herbes sont sèches, au risque de brûler toute la culture et de provoquer un incendie à grande échelle.

Désherbage thermique à la vapeur

Le désherbage à la vapeur suit les mêmes principes que le désherbage par brûlage, sauf que la flamme est remplacée par de la vapeur haute pression.

Le **principal avantage est qu'il ne peut pas provoquer d'incendie**. La majorité des systèmes de désherbage à la vapeur en sont encore à l'état de prototype, mais cette méthode sera l'une des principales alternatives à l'utilisation d'herbicides du fait de sa facilité d'utilisation et de sa sécurité vis-à-vis de l'environnement.

Plusieurs modèles sont disponibles dans le commerce.



Divers types de désherbeuses thermiques à vapeur (Photos : Google Pictures)

Une manière pratique d'obtenir un désherbage thermique à vapeur pour un usage horticole consiste à acheter un nettoyeur à vapeur ordinaire et à le modifier pour l'exploitation. Il existe de nombreux modèles. Préférer ceux qui sont portatifs et peuvent être utilisés avec un petit générateur électrique portatif.

Désherbage manuel : arrachage, binage et coupe

L'une des méthodes les plus efficaces et les plus efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes est quasiment tombée en désuétude à cause de la mécanisation et de la pulvérisation chimique : le désherbage manuel. À notre époque de production industrielle, cette méthode n'est pas une option économiquement viable.

Cependant, **lorsqu'elle est suivie correctement et systématiquement dans le cadre d'une stratégie globale de lutte contre les mauvaises herbes**, de nombreux agriculteurs biologiques professionnels considèrent que cette méthode est **très efficace et rentable**.

En général, ces méthodes sont réservées aux zones difficiles à atteindre ou aux mauvaises herbes les plus nuisibles.



Agricultrice désherbant un champ de dolique à la main

À titre d'exemple, on peut citer les mauvaises herbes qui échappent au débroussaillage mécanique ou aux cultivateurs, ou celles qui poussent en dehors des couvertures végétales.

Pour le désherbage manuel, il est important de pouvoir compter sur des outils bien entretenus. Il s'agit en général des outils traditionnels utilisés par les agriculteurs depuis plusieurs siècles. Ces outils ont été sans cesse perfectionnés et affinés d'une génération à l'autre et sont maintenant éprouvés et considérés comme très efficaces. On peut citer, par exemple, les houes, les faucheuses, les coupe-coupe et les machettes. Il est important que les lames de ces outils soient bien affûtées. Chaque outil a son propre mode d'utilisation qui permet à l'utilisateur de désherber rapidement et efficacement une vaste zone avec un minimum d'efforts.

En Allemagne, le terme *Morgen* (signifiant « matin » en français) est utilisé comme unité de mesure équivalente à environ une acre. (Un hectare = 2,5 acres). Un *Morgen* était la surface qu'un agriculteur pouvait débroussailler dans la matinée avec une faucheuse. Cela montre clairement que **des méthodes correctes de désherbage manuel** sont économiquement **viabiles et pratiques dans la majorité des exploitations horticoles familiales**.

Les agriculteurs expérimentés peuvent facilement entretenir correctement de nombreux hectares avec des méthodes de désherbage manuel. Étant donné que la plupart des agriculteurs dans le monde **ne disposent que d'environ 2 hectares, le désherbage manuel est la solution la plus évidente et la plus rentable pour lutter contre les mauvaises herbes**.

Les agriculteurs devraient apprendre à bien les pratiquer afin d'éviter les dorsalgies et autres microtraumatismes répétés.

Rotation des cultures

La rotation des cultures **peut être utilisée avec un grand succès pour supprimer les mauvaises herbes**. Des cultures denses de colza peuvent précéder une culture de soja, par exemple, car le colza a tendance à étouffer les mauvaises herbes. Des plantations très denses de céréales comme l'avoine, le blé et le sorgho peuvent être utilisées pour faire diminuer le nombre de mauvaises herbes pour les cultures suivantes de légumes,

de luzerne ou de légumineuses. Ces cultures peuvent être semées dans le chaume de la culture céréalière moissonnée.

La rotation des cultures rompt les cycles des mauvaises herbes en les étouffant et/ou perturbant leurs cycles de germination et de formation des graines.

4.2.2. Lutte physique

☐ Cultures de couverture

Les cultures de couverture suppriment les mauvaises herbes en entrant en compétition avec elles, puis en formant ultérieurement un paillis vivant ou mort.

Les avantages de cette méthode sont que le couvert peut fournir de l'azote utile, éliminer les mauvaises herbes, retenir l'humidité du sol grâce au paillis, mais aussi protéger le sol contre l'érosion par le vent ou par l'eau. Cette méthode augmente aussi la teneur en matières organiques et la fertilité.

Dans les vergers, on peut choisir les cultures de couverture pour supprimer les mauvaises herbes et les remplacer par des plantes bénéfiques. L'objectif est de modifier l'équilibre des cultures de couverture en remplaçant les plantes nuisibles qui entrent en compétition avec la culture par des plantes bénéfiques qui permettent la stabilisation du sol, la fixation de l'azote, la fourniture d'un habitat pour les organismes bénéfiques, d'un paillis et de matières organiques pour les arbres et pour le sol. Comme culture de couverture, on peut introduire des légumineuses, par exemple l'arachide fourragère, la vesce velue (*Vicia villosa*), la luzerne tronquée (*Medicago truncatula*) ou la luzerne cultivée.



Légumineuses rampantes. Les légumineuses telles que le trèfle, la luzerne, Desmodium et l'arachide fourragère constituent des cultures de couverture idéales. Elles sont procombantes, suppriment de nombreuses mauvaises herbes, fournissent de l'azote et des fleurs qui abritent des insectes bénéfiques.

Des espèces de plantes insectariums, en particulier les plantes à fleurs, peuvent être utilisées en tant que couverture végétale pour supprimer les espèces indésirables et encourager les arthropodes et animaux supérieurs bénéfiques.

☐ **Mulch**

Le paillis est une méthode très efficace pour supprimer les mauvaises herbes. Les **mauvaises herbes sont complètement recouvertes par le paillis**, ce qui provoque leur mort par manque de lumière. Les paillis sont très bénéfiques du fait qu'ils **retiennent l'humidité du sol, empêchent la perte de sol** et après leur dégradation, ils fournissent de la matière organique et stimulent la croissance des organismes du sol.



Paillis sur lits surélevés au Kenya

Les mauvaises herbes arrachées peuvent être utilisées pour former un paillis qui servira à supprimer d'autres mauvaises herbes, mais il faut veiller à les utiliser avant qu'elles ne forment des graines, faute de quoi cela risquerait de poser des problèmes ultérieurement. Les mauvaises herbes arrachées et porteuses de graines doivent être compostées à des températures supérieures à 70 °C pour détruire la majorité des graines.

Des paillis sont disponibles dans le commerce sous forme de rouleaux de couverture plastique. Cependant, le paillis plastique est à présent exclu dans le secteur biologique en raison de la pollution engendrée par sa mise au rebut. Plusieurs blocs et films biodégradables sont en cours de test pour former des paillis commerciaux en remplacement du plastique noir et seront sans doute disponibles dans un avenir proche.

☐ **Paillis vivants**

Les cultures de couverture peuvent être utilisées sous forme de paillis vivants. Les cultures de couverture bien sélectionnées peuvent permettre de conserver l'humidité du sol tout en supprimant les mauvaises herbes et les maladies, augmenter la fertilité du sol et faire office d'insectariums pour attirer les espèces bénéfiques. Le **système capture de l'énergie solaire non capturée par la culture commerciale**, augmentant ainsi l'efficacité du système agricole et diminuant les coûts des intrants.



Paillis vivant sous des arbres fruitiers. Conserve l'eau, optimise la capture solaire, fixe l'azote et le carbone du sol et les fleurs attirent les insectes bénéfiques.



Desmodium en tant que paillis vivant dans le maïs supprime les mauvaises herbes, apporte de l'azote, préserve le sol, repousse les ravageurs et fournit un aliment à haute teneur en protéines pour le bétail

☐ Compostage de surface

Le compostage de surface peut être une méthode très efficace pour **supprimer les mauvaises herbes, améliorer le sol et nourrir la culture**. Une fine couche de fumier frais est étendue par-dessus les mauvaises herbes. On la couvre ensuite d'une couche épaisse de *mulch* qui empêchera la lumière de passer et capturera le gaz ammoniac. Il convient de veiller à ce que le fumier ou le compost vert ne brûle pas la culture.

❑ L'ombrage pour lutter contre les mauvaises herbes

La compétition pour la lumière du soleil et l'une des interactions les plus importantes entre les cultures et les mauvaises herbes. Inverser la situation afin que la culture empêche les mauvaises herbes d'avoir accès à la lumière du soleil est l'une des situations les plus utiles.

Les semis de cultures à haute densité permettront d'éliminer de nombreuses mauvaises herbes en leur faisant de l'ombre. Cette méthode peut être utilisée de manière très réussie dans des cultures telles que la canne à sucre, le maïs et de **nombreux légumes** où un bon contrôle des mauvaises herbes alors que la culture est encore basse permettra de minimiser le nombre de mauvaises herbes lorsque la culture aura atteint une taille suffisante pour faire de l'ombre au sol.

La sélection de **variétés de cultures à feuilles larges** qui surplombent le sol pour **faire rapidement de l'ombre permet de supprimer l'émergence de mauvaises herbes**.

Certaines techniques utilisées avec des cucurbitacées font usage de treillis en forme d'Y ou de voûtes complètes pour faire de l'ombre à la majorité des mauvaises herbes.

Des feuillages larges et denses sur les arbres fruitiers permettent d'obtenir le même effet dans les vergers.

Cela ne fonctionne pas avec toutes les mauvaises herbes. Plusieurs espèces de mauvaises herbes tolèrent bien l'ombre et certaines mauvaises herbes grimpantes arrivent à se faufiler jusqu'à la partie supérieure de la culture, y compris dans des fruitiers à haute tige.

❑ Herbicides biologiques

Il existe un éventail de composés naturels qui peuvent être utilisés en tant qu'herbicides dans les systèmes biologiques.

➤ **Acide acétique (vinaigre)**

Les recherches de l'USDA montrent que de l'acide acétique à 9 % permet de tuer toutes les mauvaises herbes après des applications répétées. Une concentration de 3 % suffit pour les mauvaises herbes tendres.

➤ **Huiles de pin**

Résultats mitigés. Efficaces dans des climats chauds et secs, inefficaces dans des conditions chaudes et humides.

➤ **Huiles essentielles, huiles émulsifiées, savons**

Résultats mitigés : bons résultats dans certaines circonstances.

Tous ces composés sont des **herbicides défoliants de contact** semblables au paraquat. Ils n'empoisonnent pas la mauvaise herbe, mais se contentent de brûler les tiges et les feuilles. Les mauvaises herbes peuvent repartir, ce qui veut dire que, pour être efficace, il faut les appliquer régulièrement jusqu'à ce que les plantes épuisent leurs réserves d'amidon.

Le principal avantage de ces composés est que les agriculteurs peuvent utiliser leur matériel de pulvérisation existant.

La plupart des organisations biologiques ne sont pas très favorables au concept des herbicides biologiques, craignant que les agriculteurs qui les utilisent deviennent des agriculteurs de substitution avec des systèmes agricoles quasiment identiques aux exploitations conventionnelles, à la différence que leurs intrants sont non toxiques. C'est la raison pour laquelle certaines autorités de certification biologique ne les autorisent pas.

Les herbicides biologiques ont leur rôle à jouer lorsqu'ils ne représentent qu'une partie d'un système multifonctionnel bien conçu de lutte contre les mauvaises herbes, plutôt que de représenter la méthode unique.

❑ Quarantaine

Il est **important de disposer de systèmes pour arrêter l'introduction de nouvelles mauvaises herbes**, en particulier les mauvaises herbes nuisibles.

Une stratégie consiste à ne pas laisser entrer de véhicules dans les champs de l'exploitation, hormis les véhicules dédiés à l'exploitation. Ne pas laisser les visiteurs circuler ailleurs que sur la route ou au-delà des hangars et du corps de ferme. Cela facilitera la surveillance de ces zones en termes d'introduction de nouvelles mauvaises herbes. Il est généralement facile d'éliminer une petite plaque de mauvaises herbes, avant que celle-ci ne se propage largement.

Si des aliments pour bétail ou des paillis doivent être introduits dans l'exploitation, il est important de rester vigilant quant aux nouvelles mauvaises herbes susceptibles d'accompagner le fumier ou les paillis. Dans la mesure du possible, faire subir à toutes les matières végétales introduites sur l'exploitation (paille, paillis, etc.) un compostage à chaud afin de détruire le plus possible de graines de mauvaises herbes.

Veiller à ce que les ouvriers nettoient toutes les machines lourdes utilisées sur l'exploitation. Ces dernières représentent l'une des manières les plus courantes de dispersion des mauvaises herbes.

4.2.3. Lutte biologique

❑ Généralités sur la lutte biologique

L'agriculture biologique dispose de plusieurs méthodes très efficaces de lutte biologique contre les mauvaises herbes ; ces méthodes intègrent dans le système agricole des animaux et des plantes bénéfiques concurrentes des mauvaises herbes.

Ce sont de bons exemples d'intensification éco-fonctionnelle (IEF) où le système utilise l'écologie appliquée pour lutter contre les mauvaises herbes. Elle se situe à l'opposé de l'éradication complète à l'aide d'herbicides des plantes autres que celle qui est cultivée, méthode prévalente dans l'agriculture conventionnelle. Ces systèmes biologiques augmentent activement la biodiversité fonctionnelle du système plutôt que de la réduire avec des poisons.

La mise en place d'une écologie saine et riche en biodiversité au niveau de l'exploitation permet de garantir que de nombreuses mauvaises herbes ont aussi leurs propres agents naturels de contrôle.

Les pires mauvaises herbes au monde sont des plantes qui ont été prélevées dans leur pays d'origine sans leurs agents naturels de lutte biologique. Dans quelques rares cas, les insectes ou maladies qui sont leurs agents de lutte biologique ont été introduits dans les nouvelles régions, ce qui s'est avéré efficace pour diminuer sensiblement le problème des mauvaises herbes.

À titre d'exemple, on peut citer la jacinthe d'eau (*Eichhorniacrassipes*) qui a été largement dispersée dans le monde en tant que plante aquatique ornementale depuis son habitat naturel dans la partie supérieure de l'Amazonie. Elle s'est rapidement répandue et a partout étouffé les systèmes des rivières et lacs dans les régions chaudes tempérées à tropicales. Dans certains endroits, elle a formé des tapis si denses qu'ils arrêtaient les bateaux et elle a exterminé un grand nombre d'espèces aquatiques indigènes avec lesquelles elle entrait en concurrence pour la lumière et l'oxygène.

L'introduction de certains ennemis naturels de la jacinthe d'eau a permis de s'en débarrasser dans la plupart des zones tropicales, avec une réussite moins marquée dans les régions subtropicales et tempérées chaudes.

Cependant, le principe général de création de systèmes agricoles dotés d'une grande biodiversité, en particulier en intégrant des insectariums, garantit la présence dans les systèmes de certains des agents de lutte biologique contre les mauvaises herbes.

Cela ne suffit généralement pas en soi à contrôler le problème des mauvaises herbes, raison pour laquelle il est toujours nécessaire d'utiliser un éventail de stratégies dans un système agro-global.

□ Pâturage

Plusieurs des espèces de mauvaises herbes les plus agressives dans les systèmes fruitiers et de culture ont été introduites pour le pâturage. Or, les propriétés responsables de la croissance rapide d'un pâturage sont aussi celles qui rendent difficile la lutte contre les mauvaises herbes.

Le pâturage est l'une des méthodes les plus efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes, et lorsqu'il est réalisé de manière durable, il améliore la fertilité du sol en augmentant sa teneur en humus et en azote.



Le pâturage est une forme très efficace de lutte contre les mauvaises herbes (Photo : Google Pictures)

Les micro-organismes présents dans les intestins des ruminants décomposent la cellulose en glucose et fixent aussi l'azote de l'air pour synthétiser des protéines et autres composés organiques importants.

La plupart de ces composés sont utilisés par l'animal et ceux qui ne le sont pas sont excrétés sous forme d'aliments précieux pour les plantes et pour le sol. Les recherches montrent qu'un bon pâturage augmente la teneur en minéraux échangeables du sol y compris l'azote.

Le pâturage améliore l'efficacité du système. C'est un moyen d'augmenter la fertilité et la production.

Les cultures traditionnelles ont toujours utilisé des ruminants et des brouteurs, comme les oies, les canards, les poules, les pintades, les paons, les chèvres, le bétail, les lamas, les yaks, les buffles d'Inde, les lapins, et les cobayes, etc., pour convertir les mauvaises herbes en aliments et engrais. Les gallinacés peuvent aussi consommer de nombreuses graines de mauvaises herbes et les détruire.



Pâturage tournant de poules pondeuses

Les oies peuvent être très utiles pour lutter contre les mauvaises herbes. On peut dresser les jeunes oies chinoises à manger certaines mauvaises herbes en les nourrissant de celles-ci lorsqu'elles sont encore très jeunes et commencent à peine à s'alimenter de plantes. Elles apprennent à apprécier ces mauvaises herbes qui deviennent leurs aliments préférés et les rechercheront activement pour s'en nourrir.

Pâturage en échiquier

L'une des méthodes les plus efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes dans les pâturages est le pâturage en échiquier ou pâturage en grille. Dans de nombreux

systèmes de pâturage actuels, les animaux ont tendance à se concentrer sur les espèces qu'ils préfèrent et qu'ils épuisent, ce qui permet aux mauvaises herbes de proliférer.

Le système de pâturage en échiquier confine les animaux à des parcelles pendant plusieurs jours, les obligeant à se nourrir de toutes les plantes comestibles. Du fait de la plus grande densité d'animaux, les mauvaises herbes sont foulées et écrasées et le fumier est bien éparpillé sur le sol sous l'effet des coups de patte. Les animaux sont ensuite déplacés vers une autre parcelle pour recommencer le même processus. On assure une rotation continue du pâturage contrôlé dans les parcelles, les animaux retournant à la première parcelle une fois que l'herbe a repoussé.

Certains des exemples les plus efficaces utilisent une succession de plusieurs espèces, par exemple, des vaches puis des moutons, ensuite des poules, étant donné que chaque espèce a tendance à manger des espèces différentes.



Pâturage en échiquier avec des moutons (Photo : Google Pictures)

Il a été démontré que le pâturage en échiquier permet de réduire sensiblement les mauvaises herbes, d'augmenter la biodiversité et d'améliorer la productivité en Australie, en Afrique et aux États-Unis³⁹.

Les poules et les cochons consomment des mauvaises herbes et les graines de mauvaises herbes. Ils sont très efficaces pour réduire la présence de graines de mauvaises herbes dans le sol.



Pâturage en échiquier avec des poulets (Photo : Google Pictures)

⁹ Consulter le Savoury Institute pour plus d'informations.

❑ **Supplanter les mauvaises herbes par des plantes bénéfiques**

L'une des manières les plus efficaces de réduire les mauvaises herbes consiste à planter des espèces bénéfiques qui les évinceront. On peut citer, par exemple, des légumineuses utiles telles que le soja, *Desmodium* et l'arachide fourragère plantés en rangées entre les cultures, dans des vergers et des cultures potagères. Il s'agit du même concept que celui du paillis vivant et des cultures de couverture décrit dans la section 4.2.2.



L'ombre et le remplacement par des espèces bénéfiques pour lutter contre les mauvaises herbes : soja cultivé dans un champ de canne à sucre

Des espèces bien choisies viennent non seulement concurrencer les mauvaises herbes pour le soleil et les nutriments, mais sont aussi bénéfiques pour la culture commerciale, car elles apportent de l'azote, retiennent l'eau et capturent le rayonnement solaire non utilisé par la culture commerciale pour produire de la matière organique utile. Leurs fleurs peuvent aussi attirer des insectes bénéfiques qui participent à la lutte contre les ravageurs.

Il s'agit d'un domaine relativement nouveau dans l'agriculture biologique, qui doit encore faire l'objet de recherches complémentaires afin de connaître la meilleure combinaison d'espèces végétales et les meilleures méthodes pour les utiliser avec efficacité.

Cela vaut la peine d'expérimenter avec différentes espèces. Pour cela, il faut d'abord faire des essais sur de petites parcelles pour s'assurer que les légumineuses introduites sont efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes et peuvent être contrôlées avec efficacité.

Il est important de veiller à ce que le sol dispose d'une concentration adéquate en nutriments et en humidité, tant pour la culture commerciale que pour le paillis vivant, et à ce que la culture commerciale ait suffisamment de lumière.

4.3. Utilisation de l'approche agro-globale

4.3.1. Utilisation de plusieurs stratégies intégrées

Les recherches ont montré que les meilleurs agriculteurs biologiques utilisent plusieurs stratégies intégrées pour lutter contre les mauvaises herbes et obtiennent de très bons résultats.

Il est important d'envisager les mauvaises herbes selon les quatre critères. Dans la plupart des cas, les trois premières stratégies peuvent s'appliquer. En s'assurant que les mauvaises herbes ne font pas de l'ombre à la culture et qu'il y a assez de nutriments et d'eau à la fois pour les mauvaises herbes et la culture, les mauvaises herbes s'avèrent plus bénéfiques que nocives pour la culture. Dans ce cas, il est contre-productif de les tuer ou de les éliminer.

Dans certaines cultures, les cultivateurs sont pénalisés par des matières extérieures, notamment des graines de mauvaises herbes. Des stratégies telles que la préparation d'un lit destiné à favoriser la germination des mauvaises herbes puis à retourner ce lit avant le semis permettent de diminuer la quantité de mauvaises herbes. Il faut ensuite assurer une culture dense pour encourager un ombrage précoce et mettre en place diverses méthodes de débroussaillage ou désherbage à la vapeur de la rangée intermédiaire afin d'éliminer toutes les mauvaises herbes. Les quelques mauvaises herbes qui restent dans les rangées peuvent être éliminées à la houe par plusieurs personnes.

Les bons agriculteurs biologiques remarquent que la présence des mauvaises herbes diminue sensiblement au fil des ans. Certaines des espèces de mauvaises herbes les plus néfastes semblent disparaître et être remplacées par des espèces plus faciles à contrôler.

Les mauvaises herbes ne sont pas nécessairement néfastes et ne doivent pas être éliminées du fait qu'elles ne font pas partie de la culture. Un **bon agriculteur biologique** met en place une **série de stratégies de gestion** qui minimise les aspects négatifs des mauvaises herbes et met en valeur leurs aspects positifs. Il s'assure ainsi que les mauvaises herbes augmenteront la productivité du système agricole.

Les mauvaises herbes ne sont pas le problème. Le problème est un problème de contrôle qui trouvera toujours une solution.

4.3.2. Plan de contrôle des mauvaises herbes

Les bons agriculteurs biologiques cherchent à contrôler les mauvaises herbes plutôt qu'à les détruire. Un contrôle efficace passe par une bonne planification et le meilleur moyen d'y parvenir est de préparer un plan.

Exemple d'un plan générique de contrôle des mauvaises herbes dans un verger de fruits tropicaux.

En premier lieu, il faut considérer les **quatre critères** des stratégies de contrôle :

- 1 Compétition pour la lumière du soleil ;
- 2 Compétition pour les nutriments du sol ;
- 3 Compétition pour l'eau du sol ;
- 4 Abri pour les ravageurs et les maladies et contamination de la culture avec des résidus de mauvaises herbes.

☐ Stratégies à court terme

Le débroussaillage et la tonte sont efficaces contre toutes les mauvaises herbes dans un verger, en particulier pour celles des catégories 1, 2 et 3. Ces techniques garantissent que les mauvaises herbes n'entreront pas en compétition pour la lumière du soleil. De plus, le fait de couper leurs parties aériennes les oblige à se débarrasser de leurs racines, ce qui a pour effet de diminuer sensiblement la compétition pour les nutriments et l'eau.

Les mauvaises herbes de la catégorie 4 nécessitent en général des traitements supplémentaires. Des débroussaillages et tontes réguliers sont nécessaires pour empêcher qu'elles ne se régénèrent. Elles finissent par mourir lorsqu'elles ont épuisé leurs réserves d'amidon. Les couper avec une houe aiguisée est une manière très efficace de les contrôler.

Il ne faut débroussailler qu'une partie du verger à la fois et laisser les autres parties intactes jusque plus tard dans la saison. Ne jamais supprimer toutes les mauvaises herbes d'une section du verger, car il est nécessaire **d'encourager les petites plantes à fleurs qui abriteront les insectes bénéfiques, les champignons, etc.** Ces plantes doivent être considérées comme des insectariums.

En fonction de la taille du verger, il est possible de contrôler les mauvaises herbes entre les rangées avec un tracteur doté d'une débroussailleuse, une tondeuse à gazon, des faucheuses et par le pâturage de petits animaux et de gallinacés. Une ou deux fois par an, il est préconisé de débroussailler à l'aide d'un coupe-coupe, d'une faucille ou de machettes, mais aussi de biner et désherber à la main sous les arbres pour enlever les plantes ayant échappé au débroussaillage et au pâturage.

☐ Stratégies à long terme

La biodiversité est indispensable pour la santé des systèmes environnementaux. Plus le système est complexe, moins il offrira de place aux pathogènes (maladie, insectes ravageurs, mauvaises herbes nuisibles, etc.). On peut y arriver en **favorisant d'autres espèces qui les évinceront dans la compétition** pour l'espace, les consommeront directement ou aideront activement les espèces de la culture via la symbiose.

L'objectif est de modifier l'équilibre des cultures de couverture en remplaçant les plantes nuisibles qui entrent en compétition avec la culture par des plantes bénéfiques qui permettent la stabilisation du sol, la fixation de l'azote, la fourniture d'un habitat pour les

organismes bénéfiques, d'un paillis et de matières organiques pour les arbres et pour le sol.

On peut citer, par exemple, **l'introduction de légumineuses procombantes, comme l'arachide fourragère, en tant que couverture végétale**. Cette espèce basse se multiplie par stolons et apporte de l'azote dans le sol. Elle étouffe de nombreuses espèces de mauvaises herbes, stabilise le sol et produit de l'humus.

D'autres légumineuses telles que *Centrosema pubescens*, la sensitive, le calopo et le stylosanthes sont généralement considérées comme des mauvaises herbes par les agriculteurs conventionnels ; cependant, le recours à des oies ou autres gallinacés pour les brouter les empêche d'étouffer les arbres. **Utilisez des aliments pour poulets pour attirer les gallinacés dans les zones du verger qui ont besoin d'être désherbées**. Tous les matins, dispersez les aliments sous les arbres dans la zone du verger qui doit être désherbée. Après une semaine environ, déplacez-les dans une autre zone à désherber et laissez reposer la zone antérieure.

Les gallinacés mangent aussi de nombreuses graines de mauvaises herbes et d'insectes ravageurs et participent à la fertilisation du sol.

Utilisez l'ombrage pour lutter contre les mauvaises herbes. Le feuillage des fruitiers fait de l'ombre qui nuit au développement de nombreuses espèces de mauvaises herbes. Les zones des bordures peuvent contenir des espèces plus grandes telles que des bambous et des arbres à fleurs indigènes. Ces plantes feront une ombre nuisible aux mauvaises herbes les plus envahissantes telles que les herbes hautes, par exemple, l'herbe de Guinée et l'herbe à éléphant, tout en faisant office de brise-vent et d'abri pour les espèces utiles d'insectes, d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'amphibiens, auxquels elles fournissent de plus une source de nourriture.

L'objectif est de parvenir à une sorte de prairie luxuriante plutôt qu'à un parc citadin. Le système doit **être robuste et exiger une maintenance réduite**, fournir de l'azote et d'autres nutriments aux cultures commerciales, jouer le rôle d'insectarium en attirant les espèces bénéfiques, protéger et entretenir la santé du sol, retenir l'humidité du sol et faire diminuer les populations de ravageurs et les maladies.



Chapitre 5

Production de semences et de plants biologiques

Caractéristiques des variétés	161
Production de semences et de plants.....	167
Sélection des variétés	174
Définitions.....	179

5.1. Caractéristiques des variétés

5.1.1. 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**.

L'une des sommités mondiales dans ce domaine, le professeur Bernd Horneburg, a écrit : « Des expériences jumelées de sélection conventionnelle/biologique avec du blé (Murphy *et al.*, 2007, Reid *et al.*, 2011) et du maïs (Burger *et al.*, 2008) ont démontré que c'est dans le système biologique que se fait la sélection des meilleurs génotypes pour la culture biologique.

Murphy *et al.* (2007) ont démontré que **les lignées de blé tendre blanc d'hiver à haut rendement dans les systèmes biologiques n'étaient pas corrélées aux lignées à haut rendement des systèmes conventionnels** dans quatre essais jumelés sur cinq.

Selon Murphy *et al.* (2007), **“Avec des cultivars sélectionnés et adaptés aux conditions uniques inhérentes aux systèmes biologiques, l'agriculture biologique pourra mieux réaliser son plein potentiel en tant qu'alternative à haut rendement de l'agriculture conventionnelle”** » (Horneburg, 2011).

L'une des clés pour obtenir de bons rendements dans l'agriculture biologique consiste à sélectionner les variétés les plus performantes. On peut y arriver en testant de nombreuses variétés et en sélectionnant parmi celles-ci celles qui donnent les meilleurs résultats.

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.

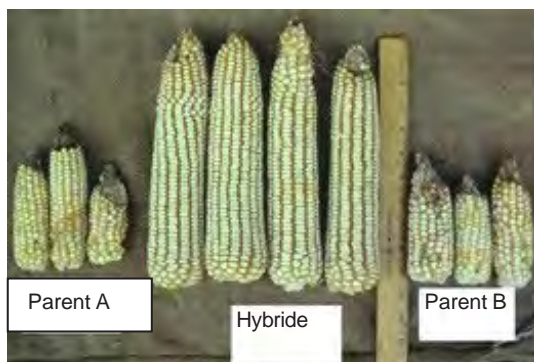
Ces caractéristiques seront détaillées dans le paragraphe 5.3, Sélections des variétés.

5.1.2. Comprendre les variétés hybrides et à pollinisation libre

Au sein du mouvement de l'agriculture biologique, l'utilisation de variétés hybrides ou à pollinisation libre fait l'objet d'un débat. L'**IFOAM accepte l'utilisation de graines hybrides** ; cependant, « en ce qui concerne le développement de la production de graines biologiques, l'IFOAM estime qu'il convient d'**encourager l'importance de la fourniture de graines des variétés à pollinisation libre, à partir de sources traditionnelles, de jardins particuliers et de semences produites dans l'exploitation, ces populations s'étant diversifiées sous l'effet des pressions locales** ».

❑ Les graines hybrides

Des hybrides se créent lorsque les deux variétés ou accessions différentes de plantes se croisent et produisent une descendance dotée de certaines caractéristiques des deux parents. Cela se produit **constamment dans la nature**, raison pour laquelle **ils sont autorisés dans l'agriculture biologique**.



Lignées parentales consanguines A et B et l'hybride AxB

Les sélectionneurs produisent de nouvelles variétés par hybridation depuis des milliers d'années. Ainsi, dès les débuts de l'agriculture, il y a 10 000 ans, les agriculteurs ont sélectionné des hybrides naturels pour leurs caractéristiques améliorées, ce qui constitue l'une des explications de l'amélioration permanente et du développement de variétés adaptées à la situation locale.

Une raison essentielle et très importante qui explique l'usage fréquent des hybrides de la première génération (F1) est le phénomène connu sous le nom de « **vigueur hybride** », la première génération ayant tendance à être plus productive que chacun de ses parents.

L'inconvénient est que, lorsque les graines des hybrides F1 sont conservées et semées, leur descendance, **la deuxième génération (F2), est très variable** et ne donne pas des résultats constants. Il est nécessaire de sélectionner les variétés de la génération F2 les plus performantes pour les autoféconder (la variété est fécondée par elle-même) et obtenir une troisième génération (F3) qui commence à être stable. Ce travail peut exiger

plusieurs générations d'autofécondation pour obtenir une lignée réellement stable qui se reproduit de manière constante à partir des semences.

❑ La pollinisation libre

Les variétés à pollinisation libre sont des **lignées stables d'accessions conformes au type obtenues par la pollinisation par la même accession**. Ces variétés **sont privilégiées par de nombreux agriculteurs biologiques**, qui peuvent en conserver les semences et obtenir des cultures stables.



Variétés de maïs à pollinisation libre

Si elles sont trop rapprochées dans l'espace et dans le temps, les variétés à pollinisation libre peuvent naturellement former des hybrides avec d'autres variétés du fait du déplacement du pollen.

❑ Les variétés et races traditionnelles

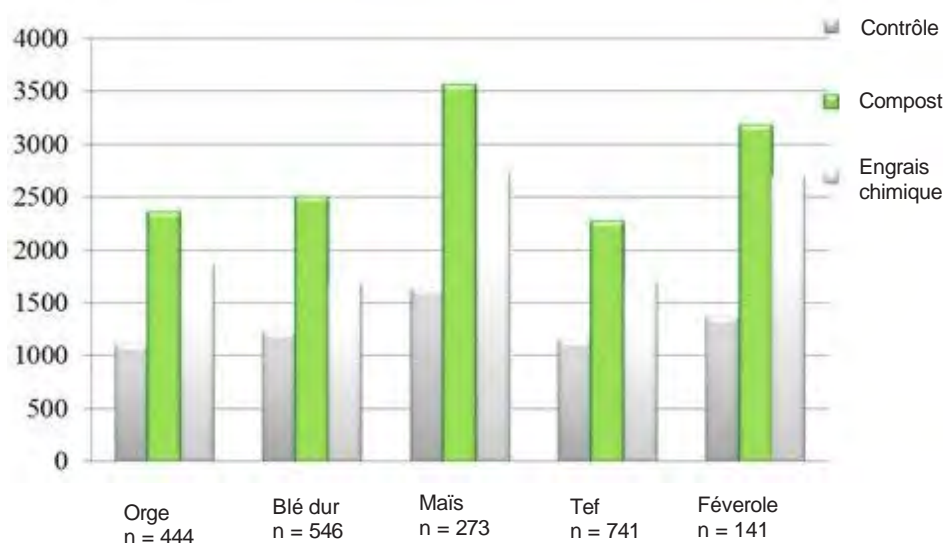
Les variétés traditionnelles ou populations naturelles sont les plantes qui ont été développées par les agriculteurs et utilisées traditionnellement pendant des périodes prolongées. Elles ont été conservées d'une génération à l'autre et transmises de père en fils.

Ces variétés sont généralement **bien adaptées aux conditions locales, résistent mieux aux extrêmes climatiques, à la pression des mauvaises herbes et aux faibles apports** du système agricole.



Leurs performances sont en général très **bonnes dans des systèmes agricoles biologiques bien gérés**.

Les recherches effectuées par l'*Institute of Sustainable Development (ISD)* en Éthiopie ont révélé des augmentations de rendement de plus de 100 % lorsque du compost est épandu dans les champs où sont cultivées des variétés traditionnelles. Les rendements des champs compostés étaient supérieurs à ceux obtenus avec des engrais chimiques (Edwards, 2011).



Rendement moyen en kg/ha de 4 céréales et 1 légumineuse à Tigrae, au nord de l'Éthiopie, 2000 à 2006 compris.

Malheureusement, à la suite de **l'introduction de variétés hybrides améliorées**, des milliers de ces **variétés traditionnelles sont en train de disparaître**, emportant avec elles leur énorme potentiel génétique.

La disparition de ces variétés est le phénomène d'extinction de la plus grande ampleur actuellement dans le monde.

La **perte des connaissances** sur les caractéristiques et les performances de ces variétés produites par les agriculteurs est tout aussi critique. Traditionnellement, les agriculteurs disposaient d'un éventail de variétés dont ils savaient qu'elles poussaient mieux dans certains sols, à certaines saisons et résistaient à divers ravageurs et maladies.

Heureusement, partout dans le monde, de nombreux groupes s'emploient à conserver ces accessions nombreuses et très diversifiées.

Les agriculteurs biologiques ont toujours activement participé à la conservation des variétés traditionnelles de plantes cultivées et d'animaux d'élevage. Les systèmes biologiques emploient généralement un nombre bien plus élevé de variétés que les systèmes conventionnels, car ils reposent sur l'agriculture traditionnelle et doivent mettre en place des systèmes de rotation variés.



Conservation des variétés traditionnelles de noix de coco à Samoa

L'avènement de **l'agriculture industrielle** a provoqué un **déclin massif de la biodiversité dans les exploitations**, étant donné que ces systèmes commerciaux utilisent de moins en moins de variétés pour se concentrer sur une production uniforme et approvisionner les chaînes de supermarchés et les grandes marques.

Les recherches menées par Pat Mooney et ses collaborateurs du groupe ETC ont révélé ce déclin constant de la biodiversité dans nos systèmes agricoles industriels. « La chaîne alimentaire industrielle se concentre sur moins de 100 races de cinq espèces de bétail. Les **sélectionneurs industriels** travaillent avec 150 variétés cultivées, mais **se concentrent sur à peine une douzaine d'entre elles**. Parmi les 80 000 variétés de plantes commerciales présentes sur les marchés aujourd'hui, plus de la moitié sont des plantes ornementales. Ce qui reste de nos stocks de poissons en diminution provient de 336 espèces qui représentent presque les deux tiers des espèces aquatiques que nous consommons » (Groupe ETC, 2009).

La plupart des agriculteurs du monde appliquent des systèmes agricoles traditionnels qui répondent manifestement à la définition des systèmes biologiques. Ces **communautés agricoles** assurent la **conservation de la biodiversité très grande et unique des exploitations agricoles**.

Après avoir étudié les systèmes traditionnels qui relèvent du modèle biologique, le groupe ETC a conclu que : « Les paysans sélectionnent et nourrissent 40 espèces de bétail et quasiment 8 000 races. Les paysans cultivent aussi 5 000 variétés et ont apporté plus de 1,9 million de variétés de plantes aux génothèques mondiales. Les petits pêcheurs exploitent et protègent plus de 15 000 espèces d'eau douce » (Groupe ETC, 2009).

Tous les agriculteurs doivent être encouragés à tester et conserver le plus possible de ces accessions.

❑ Les OGM



L'agriculture biologique applique le principe de précaution en matière de nouvelles techniques, en particulier les technologies qui ne sont pas naturelles. Le génie génétique transfère des gènes d'une espèce à l'autre et d'un règne à l'autre, croisements qui ne se sont jamais produits naturellement.

Le secteur biologique nourrit de sérieuses inquiétudes concernant les OGM à la lumière des publications scientifiques.

Les plantes et les animaux génétiquement modifiés sont interdits dans les systèmes biologiques.

➤ *L'opinion de l'IFOAM sur les semences*

« L'objectif global consiste à fournir aux agriculteurs biologiques **une quantité suffisante d'excellents matériaux de multiplication dans un large éventail de variétés adaptées, multipliées conformément aux règles de l'agriculture biologique**. Vu la diversité de l'agriculture biologique en termes de taille de l'exploitation, de rotation des cultures et de degré d'intensification, et la diversité des marchés dans le monde, il y a lieu de mettre au point des stratégies différentes adaptées à chaque situation afin d'encourager la multiplication biologique des semences. Par exemple, les supermarchés de nombreux pays exigent des produits biologiques uniformes à longue durée de conservation qui sont certifiés conformes à la réglementation biologique par un tiers indépendant. Par ailleurs, les consommateurs des marchés paysans locaux ou des marchés de niche sont davantage intéressés par des variétés adaptées localement et porteuses d'un patrimoine culturel. De plus, tous les pays n'ont pas mis en place des systèmes de certification biologique permettant une multiplication biologique certifiée. Cependant, **la production locale de semences est indispensable pour l'agriculture biologique autonome et doit être encouragée**.

Dans l'idéal, toute production de plantes devrait se baser sur des variétés cultivées et multipliées selon les critères biologiques. Lorsque le nombre de variétés cultivées de manière biologique est très limité ou inexistant pour certaines cultures, on peut accepter les variétés obtenues conventionnellement, à l'exception des variétés issues du génie génétique (cultures OGM). Cependant, les semences sélectionnées par les méthodes classiques doivent être multipliées dans le cadre de systèmes biologiques certifiés ».

5.2. Production de semences et de plants

5.2.1. Aspects techniques

❑ 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.



Mélange du terreau

Ces mélanges doivent **être bien drainés afin d'éviter tout engorgement** qui risquerait d'entraîner la mort des racines par manque d'air ou à cause de maladies pathogènes qui se développent rapidement dans des conditions humides. En même temps, ils doivent **retenir suffisamment d'eau** pour éviter que les jeunes plants ne soient soumis à un stress hydrique par manque d'eau.

➤ Couches pour les semis

Ces critères sont tout aussi importants lors de la préparation des couches qui vont accueillir les semences dans le champ. **Ajouter de bonnes quantités de compost dans les sillons de la culture garantit un sol meuble et bien drainé qui retient l'eau en permanence.** Il est important de rappeler que plus de 95 % de la biomasse végétale provient de l'air et de l'eau combinés grâce à la capture de la lumière du soleil par la photosynthèse.

Placez toujours des intrants biologiques et des nutriments concentrés à proximité des semences/des jeunes plants au moment de la plantation pour leur donner un coup de fouet. Les cultures qui germent et poussent rapidement réussissent mieux dans leur compétition avec les mauvaises herbes et ont tendance à avoir des rendements plus élevés.

Des études réalisées en Australie ont montré que 50 kg de compost granulé par hectare épandus à proximité des semences au moment du semis boostent le rendement. Des fumiers de poulet, lisiers de porc et autres engrais compostés en granulés à haute teneur en azote répandus à proximité de la semence, du jeune plant ou d'une parcelle de canne à sucre au moment de la plantation feront une grande différence. Les composts liquides et les thés de compost s'avèrent également efficaces.

La manière la plus simple et la moins onéreuse de fabriquer du terreau consiste à utiliser des matériaux locaux, simples et bon marché.

Un bon exemple est un terreau obtenu en mélangeant **un tiers de sable grossier de rivière, un tiers de limon argileux riche en matière organique et un tiers de compost**. Le compost doit être fabriqué sur l'exploitation et les autres composants doivent être faciles à obtenir localement et souvent à titre gracieux, le seul coût important concernant souvent le transport de retour à la pépinière de l'exploitation.

De nombreuses pépinières commerciales utilisent des terreaux sans terre pour plusieurs raisons. L'une des raisons principales est la peur des maladies provoquées par les pathogènes du sol. Cela met en évidence un manque total de compréhension du concept de bonne santé des sols biologiquement actifs grâce à la présence de micro-organismes bénéfiques.



Ingrédients d'un terreau

Ces types de pépinières ont tendance à nourrir les plantes avec des engrais chimiques hydrosolubles selon un procédé proche de l'hydroponie. Par conséquent, ces pépinières doivent continuellement pulvériser les plantes avec des fongicides et des pesticides pour éviter les dégâts dus aux ravageurs et aux maladies.

Un terreau qui utilise un sol en bonne santé, riche en matières organiques, combiné à un compost de bonne qualité a une action préventive contre la plupart des ravageurs et des maladies. De nombreuses maladies causées par des champignons ou un excès d'humidité peuvent être contrôlées en recourant à un terreau bien drainé et en créant un courant d'air régulier dans la pépinière.

Exemple de matières premières pour terreaux

Dans les terreaux, on peut introduire de la vermiculite, des zéolites, de la fibre ou de la poussière de coco, de la tourbe, de la tourbe mousseuse, de l'écorce de pin, des coques d'arachides, de l'écorce de riz et de nombreux autres produits. Chacun teste un éventail de terreaux et choisit celui qui fonctionne le mieux. Parmi les aspects décisifs dans la sélection du mélange de matières premières, citons la disponibilité locale et aisée et le faible coût.

➤ *La nutrition dans la pépinière*

Les plants des pépinières peuvent être régulièrement fertilisés avec du varech liquide, des thés de compost, du compost, du gypse et d'autres nutriments autorisés par l'agriculture biologique. On applique les mêmes règles de nutrition pour les plantes des pépinières que pour celle du sol.

➤ *La pépinière de l'exploitation*

Il est important de disposer d'une **zone dédiée à la pépinière de l'exploitation** où l'on peut entreposer les pots et les terreaux et où l'on peut multiplier les plantes. La principale raison d'être de la pépinière d'exploitation est de pouvoir disposer d'une zone où la température, la lumière, l'humidité et l'eau peuvent être contrôlées afin de garantir la bonne croissance des jeunes plants.



Dans les régions où l'hiver est plus frais, il s'agira généralement d'une serre recouverte de plastique. Cette protection n'est pas autant nécessaire dans la plupart des régions tropicales. La question importante de l'ombre peut être résolue en trouvant une zone adaptée sous les arbres. L'arrosage peut être contrôlé aisément par une nébulisation régulière à l'aide d'un tuyau équipé d'une buse fine. Il est préférable de vaporiser régulièrement les jeunes plants que de les arroser abondamment. L'un des avantages d'utiliser des arbres pour couvrir une pépinière est que les jeunes plants profiteront d'un courant d'air constant. Cela prévient de nombreuses maladies fongiques et bactériennes responsables de la brûlure des semis et de lésions aux feuilles.

L'une des principales erreurs commises dans les serres est de ne pas les ouvrir suffisamment pour permettre un courant d'air qui permet de lutter contre les maladies fongiques et bactériennes.

➤ *Durcissement des jeunes plants*

L'un des autres avantages de l'ombrage des arbres est que les **jeunes plants peuvent progressivement être déplacés vers des zones ensoleillées afin de les durcir avant de les repiquer**. Les plantes, comme l'être humain, peuvent être brûlées par le soleil si elles ont été maintenues à l'ombre puis exposées au soleil direct pendant une période prolongée.



Durcissement des oignons, des poireaux et du persil

C'est l'une des erreurs majeures commises par de nombreux agriculteurs lorsqu'ils sortent les jeunes plants de la pépinière et les repiquent directement en plein soleil. Ces plantes subissent un stress, sont brûlées, se flétrissent et mettent plusieurs jours à reprendre.

Les plantes durcies au soleil qui sont bien repiquées vont vite **reprendre, bien pousser et concurrencer les mauvaises herbes à leur avantage.**

Lorsque l'on durcit les jeunes plants, il faut toujours couvrir l'extérieur des pots avec un paillis, faute de quoi la chaleur du soleil va cuire les bords des pots et tuer les racines à proximité.

Pendant le durcissement des plants, il convient de tous les orienter par rapport au soleil comme ils le seront une fois repiqués dans les champs. De ce fait, leurs feuilles pourront tirer un meilleur avantage du soleil après le repiquage.

➤ **Plantation des jeunes plants en fin d'après-midi**

Il faut toujours repiquer les jeunes plants pendant les heures plus fraîches de la fin d'après-midi plutôt que le matin. Un repiquage en fin d'après-midi diminue le stress hydrique. Cela signifie que les plantes ont la nuit et la matinée suivante pour faire pousser de nouvelles racelles dans le sol et puiser assez d'eau pour résister à la chaleur de la mi-journée.

Lorsque les jeunes plants sont repiqués le matin, ils sont exposés à la chaleur de la mi-journée et de l'après-midi ce qui les stresse et provoque leur flétrissement. Les jeunes plants repiqués le matin doivent généralement interrompre leur activité métabolique et fermer leurs stomates pour empêcher la perte d'eau. Il en résulte un stress et un ralentissement de leur croissance. Les journées humides et nuageuses, qui représentent les meilleures conditions pour le repiquage des jeunes plants tant que le temps n'est pas trop humide et que le sol n'est pas endommagé par l'activité, forment une exception à ce principe.

Veillez à ce que tous les jeunes plants **aient de belles racines** avant de les repiquer. Les racines jouent un rôle essentiel pour obtenir l'eau dont les plantes ont un grand besoin au moment du repiquage. **Plus les racines sont étendues, plus elles peuvent absorber d'eau.** Lorsque les systèmes racinaires sont denses, cela signifie qu'au moment du repiquage il y aura moins de perte de terreau. Il est essentiel de veiller à ce

que les racines soient enrobées de terreau afin qu'elles retrouvent dans le sol les conditions familières propices à leur croissance.

❑ 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.

Chacune d'entre elles a ses propres exigences qui devront être comprises au cas par cas. Certaines de ces exigences sont abordées dans la section 5.2.3. Normes de qualité

➤ 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.



5.2.2. Normes de qualité

❑ 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.



Test de pureté physique sur des petits pois

➤ **Taux de germination**

Ce test vérifie les semences pour garantir des taux de germination élevée.

➤ **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.

❑ **La convention de l'UPOV**



Dans les pays développés et quelques pays en développement, la plupart des semences et des nouvelles variétés sont soumises aux diverses lois qui transposent les règles de la convention de l'UPOV ou ses variantes.

L'acronyme **UPOV** signifie **International Union for the Protection of New Varieties of Plants (Union internationale pour la protection des obtentions végétales en français)**. Cette convention internationale adoptée en 1961 définit les règles relatives aux droits des obtenteurs. Actuellement, 65 pays l'ont signée.

L'IFOAM reconnaît la **protection des variétés tant que sont garantis l'exemption des obtenteurs et le privilège des agriculteurs**. L'IFOAM est fermement opposée à tout brevetage d'organismes vivants qui viole ces droits.



Test de germination

➤ **Les droits des obtenteurs**

Les droits des obtenteurs visent à **donner à l'obteneur d'une nouvelle variété un droit exclusif pour la commercialisation, l'octroi de licences et la vente de la nouvelle variété.**

Ces droits permettent à l'obteneur de déposer une demande de droits d'obtention végétale pour les nouvelles variétés. Ce droit reste en vigueur pendant un nombre limité d'années, **en général environ 20 à 25 ans.**



L'instauration des droits des obtenteurs a été souhaitée pour permettre aux obtenteurs d'obtenir un retour financier des années d'investissements consacrées à la mise au point de nouvelles variétés. Souvent, des obtenteurs ont consacré de nombreuses années et de grosses sommes à mettre au point une nouvelle variété sans pouvoir ensuite en tirer profit parce que les autres pépinières peuvent simplement acheter un plant ou quelques semences puis facilement les multiplier et les vendre à moindre coût. Injuste pour l'obteneur, ce système décourage les investissements dans les nouvelles variétés.

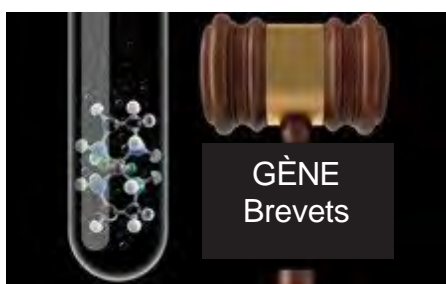
➤ **Exemptions**

Certains pays permettent des exemptions aux droits des obtenteurs pour donner accès à d'autres obtenteurs aux variétés protégées dans le but de développer de nouvelles variétés ou la recherche. C'est ce que l'on appelle l'exemption des obtenteurs.

L'IFOAM plaide pour des exemptions qui permettent aux agriculteurs de conserver leurs propres semences des variétés protégées sans payer de redevance. Conserver des semences pour son usage personnel n'a rien à voir avec la vente de semences. C'est ce que l'on appelle le privilège des agriculteurs.

➤ **Les brevets**

L'IFOAM s'oppose à tout brevetage des plantes et des gènes dans la mesure où cela donne des droits exclusifs au détenteur du brevet sans exemption.



L'IFOAM est fermement opposée au projet de brevetage des gènes dans la mesure où ceux-ci sont présents dans la nature et n'ont pas été créés par le détenteur du brevet. Le brevetage des gènes signifie que le **détenteur du brevet a le droit de faire payer des redevances pour toutes les variétés futures intégrant le gène**, même s'il n'a absolument pas participé à la sélection.

5.3. Sélection des variétés

La plupart des variétés à haut rendement actuellement utilisées dans l'agriculture commerciale ont été sélectionnées dans des conditions artificielles avec apport d'intrants élevé. Elles ont généralement besoin de grandes quantités d'engrais chimiques de synthèse et d'eau. Elles ont aussi tendance à moins bien résister aux ravageurs et aux maladies et nécessitent des applications régulières de pesticides et de fongicides de synthèse pour conserver leurs hauts rendements.

Si certaines de ces variétés peuvent avoir des rendements élevés dans des conditions de culture biologique, beaucoup ne donnent que de faibles rendements.

La sélection de variétés qui donnent de bons résultats dans des conditions de culture biologique est cruciale.



Chercheurs sélectionnant des plants individuels dans une population de sorgho pour développer des variétés

Un **petit nombre d'organismes**, comme le MASIPAG aux Philippines, le *Michael Field Institute* et *Seeds of Change* aux États-Unis, le FiBL en Suisse et la *Georg-August-Universität* de Göttingen en Allemagne, s'emploient à **développer des variétés biologiques**. Cependant, il existe très peu d'organismes qui font des sélections spécialement pour le secteur biologique par rapport au nombre d'organismes participant à la sélection des variétés conventionnelles.

La plus grande partie des activités de sélection et de développement des variétés biologiques sont réalisées de manière informelle par les agriculteurs qui sélectionnent leurs meilleures lignées. Cette méthode reste la méthode privilégiée et il convient dès lors d'encourager les agriculteurs à tester de nombreuses variétés et à apprendre à en sélectionner les meilleures dans le cadre de programmes de sélection de variétés à haut rendement bien adaptées à leurs exploitations.

5.3.1. L'épigénétique

L'épigénétique commence à comprendre comment un **éventail de facteurs environnementaux peuvent influencer la manière dont fonctionnent les gènes dans les organismes** (notamment les plantes), **sans apporter de changements fondamentaux dans l'ADN de l'organisme.**

Des facteurs environnementaux peuvent inhiber des gènes ou les activer. Cela modifie la manière dont une plante grandit, produit des fruits, des graines, des fleurs et des feuilles.



Cette science émergente de l'épigénétique est essentielle pour notre compréhension de la manière dont les organismes, y compris les plantes et les animaux, s'adaptent à leur environnement.

Ces changements dans la manière dont les gènes fonctionnent (s'expriment) peuvent être transmis d'une génération à l'autre.

Savoir cela est très important lorsque l'on sélectionne des variétés destinées à l'agriculture biologique. **La sélection de matériaux qui ont été cultivés pendant des générations dans des laboratoires et des serres au climat contrôlé signifie que le processus épigénétique a modifié les gènes pour que la plante s'adapte à cet environnement plutôt qu'à des environnements agricoles.**

C'est la raison pour laquelle la **sélection participative** dans de vraies exploitations et dans des conditions de croissance réelles est **essentielle pour obtenir des variétés qui sont les mieux adaptées à cet environnement.**

5.3.2. La négligence bénéfique

La **négligence bénéfique** est une méthode de sélection de plantes testées en fonction des **résultats qu'elles produisent dans des conditions d'apports restreints, par exemple, peu d'arrosage, de faibles intrants nutritifs, une pression des mauvaises herbes et aucun traitement contre les ravageurs et les maladies.**

Les plants les plus performants sont sélectionnés, car ils possèdent des propriétés qui les rendent plus résistants et rentables dans des systèmes biologiques appliquant de bonnes pratiques.

5.3.3. Toujours sélectionner les meilleurs

Il est important de toujours sélectionner les plantes les plus performantes lorsque l'on sélectionne les semences pour la génération ou la culture suivante. **Ne jamais sélectionner les avortons à croissance lente, à moins que la petitesse ne soit le caractère recherché.**

On peut, par exemple, repiquer les jeunes plants puis supprimer les plus chétifs et les retardataires pour ne conserver que les éléments les plus robustes. Cette stratégie convient très bien pour sélectionner les plantes les plus performantes dont les semences serviront pour la culture suivante.

Les caractéristiques des plantes les plus performantes sont généralement transmises à la génération suivante.

5.3.4. Les variétés auto-améliorées

Il existe des **lignées d'accessions** dont on sait qu'elles font preuve **d'auto-amélioration d'une génération à l'autre**. Les bons sélectionneurs connaissent ces lignées et continuent à en planter les semences et à en sélectionner les meilleures en tant que nouvelles variétés pour la génération suivante. C'est le cas **en particulier de nombreuses espèces de litchis, ramboutans, salaks, durians, mangues et langats**. L'amélioration continue des cultures peut être obtenue par l'hybridation ; cependant, bon nombre des meilleures variétés ont été obtenues en semant de grandes quantités de semences de chaque nouvelle génération de lignées à auto-amélioration et en en sélectionnant les meilleures.

C'est aussi le cas de nombreuses céréales. En testant de nombreuses variétés, en particulier les variétés des agriculteurs traditionnels et les populations indigènes et en sélectionnant chaque saison les semences de plantes les plus performantes, les agriculteurs peuvent progressivement développer des variétés à meilleur rendement.

5.3.5. Traits essentiels

La sélection réalisée par l'agriculteur se doit de sélectionner de **nombreux traits essentiels**. Cela ne sert à rien de sélectionner une variété à haut rendement si la couleur ou le goût ne sont pas acceptables sur le marché ou si la durée de conservation est trop courte pour qu'elle puisse atteindre le consommateur en bon état.



Variétés de haricots

Les principaux traits doivent être :

- **des rendements élevés constants et fiables ;**
- **la couleur doit être acceptable** ou préférée par le marché ;
- **le goût doit être acceptable** ou préféré par le marché ;
- la variété doit bien supporter le transport jusqu'au point de vente ;
- sa durée de conservation doit être acceptable de sorte que la qualité reste bonne après l'achat par le consommateur ;
- elle doit bien s'adapter au climat local, notamment supporter des pointes de chaleur régulière, un vent froid et de la pluie ;
- **elle doit donner de bons résultats dans de bons programmes de nutriments biologiques ;**
- son utilisation de l'eau doit être efficace ;
- **elle doit bien résister aux ravageurs et aux maladies ;**
- elle doit bien résister aux mauvaises herbes, voire les évincer ;
- elle est facile à reproduire pour la culture suivante, par des graines ou une propagation végétative.

D'autres facteurs spécifiques peuvent être les suivants :

- tolérance à la salinité ;
- elle est vivace, afin de réduire la nécessité de ressemer ;
- elle supporte bien le pâturage ;
- elle fournit un bon aliment pour les animaux ;
- elle produit de grandes quantités de biomasse qui peuvent être utilisées pour améliorer la teneur du sol en matière organique ou pour des composts, etc. ;
- elle renferme des teneurs élevées en nutriments.

5.3.6. Restrictions imposées par la convention de l'UPOV

Les règles définies par la **convention de l'UPOV signifient généralement que les agriculteurs ne peuvent pas utiliser les variétés protégées dans le cadre de programmes de sélection sur l'exploitation**. On ne peut que le regretter, étant donné que beaucoup de ces nouvelles variétés possèdent des propriétés telles que la couleur, la taille, la forme et la durée de conservation qui conviennent au marché. Cependant, dans l'agriculture biologique, elles peuvent donner de plus faibles rendements du fait de leur sensibilité accrue aux ravageurs, maladies, mauvaises herbes et leur plus grand besoin en eau et en engrais chimiques.

Le croisement de ces variétés protégées avec les variétés locales et résistantes de l'exploitation pourrait conduire à des variétés donnant de hauts rendements et une excellente qualité dans l'agriculture biologique.

5.3.7. Utilisation des variétés sélectionnées par les agriculteurs et des populations naturelles

Il existe des milliers d'accessions et variétés traditionnelles, de variétés sélectionnées par les agriculteurs, de populations naturelles qui ne sont pas concernées par la convention de l'UPOV, les brevets et autres règles de protection et peuvent donc être utilisées à des fins de sélection.

Ces collections contiennent certaines des ressources génétiques les plus précieuses qui peuvent être utilisées dans l'agriculture et devraient servir de base à tout programme de sélection dans l'exploitation.

Outre l'utilisation de ces accessions à des fins de sélection, il faudrait aussi **encourager les agriculteurs à conserver les accessions originales** pour éviter qu'elles ne disparaissent. Ceci est essentiel pour **empêcher l'extinction** de cet important réservoir de biodiversité.

La position de l'IFOAM est la suivante : « [...] recommande vivement le **maintien des ressources génétiques par une conservation au sein de l'exploitation ou in situ** des populations naturelles, des variétés sélectionnées par les agriculteurs, des spécialités régionales, des parents sauvages et d'autres accessions qui permettent un processus d'évolution et d'adaptation permanentes dans les habitats des plantes. Afin de pouvoir garantir une production de plantes durable qui relève tous les défis actuels et futurs, il est essentiel de poursuivre l'évolution génétique de nouvelles variétés. Le **développement de variétés améliorées adaptées à l'agriculture biologique** requiert de mettre un accent particulier sur les **divers systèmes de culture biologique**. De plus, il convient de définir des stratégies et techniques de sélection adaptées à l'agriculture biologique. Il y a lieu de veiller particulièrement à exclure les organismes génétiquement modifiés de la sélection, la multiplication et la culture biologiques ».

5.4. Définitions

Dans le présent document, le terme « accessions » couvre aussi bien les espèces, que les sous-espèces, variétés enregistrées, cultivars non enregistrés, populations naturelles et variétés sélectionnées par les agriculteurs. Ce terme englobe les graines et le matériel de propagation végétative.

Le terme « variété » est utilisé pour différents types d'une espèce donnée. C'est un synonyme de sous-espèce. Par exemple, le blé, l'avoine, le riz, les oranges et les carottes appartiennent tous à des espèces différentes. Chacune de ces espèces peut présenter différentes variétés. Par exemple, les oranges englobent plusieurs variétés telles que les variétés « Valencia », « Sanguine », « Navel », « Washington Navel », etc. Les oranges ne sont pas une variété de blé ou d'avoine. Collectivement, le blé, l'avoine et les oranges sont des accessions et non des variétés. Le terme « variété » englobe aussi les graines et le matériel de propagation végétative.



Chapitre 6

Conversion biologique

Principes et objectifs de la conversion.....	183
Indicateurs de faisabilité.....	186
Facteur positifs et négatifs pour la conversion	192
Considérations lors du lancement d'un projet biologique	193
Rapidité de la conversion.....	194
La durée de la période de conversion définie dans les réglementations et les normes	195
Le plan de conversion	197

6.1. Principes et objectifs de la conversion

6.1.1. Introduction

L'agriculture biologique a pour principe d'améliorer les cycles biologiques naturels dans le sol, les cultures et le bétail. **L'augmentation de la fertilité du sol** grâce à la culture de légumineuses fixatrices d'azote et à l'utilisation de fumier et de compost pour augmenter la teneur du sol en matière organique sont des aspects essentiels de l'agriculture biologique, au même titre que le non-recours aux pesticides chimiques et qu'une contribution minimale à la pollution. Ces facteurs sont importants pour modifier le système agricole, **mais il faut aussi changer les esprits, la mentalité des agriculteurs et de leur famille, des ouvriers agricoles** et des autres parties prenantes. Ces facteurs sont importants quelle que soit la taille de l'exploitation, et ce processus est peut-être plus ardu que la mise en place des changements techniques nécessaires. La durée de la période de conversion et les exigences requises par les normes et les réglementations sont d'autres facteurs dont il faut tenir compte.

La production biologique est possible pour tous, du petit exploitant à l'immense exploitation, de la production extensive à la production intensive. Les différents types de production seront confrontés à des obstacles différents et la conversion à l'agriculture biologique sera plus ou moins difficile en fonction d'un grand éventail de conditions. En Europe de l'Ouest, par exemple, les méthodes de culture biologique se sont considérablement développées au cours des 20 dernières années et des cultures dont on pensait qu'il serait difficile d'obtenir un rendement élevé et une bonne qualité donnent aujourd'hui de bons résultats.

Les petits exploitants qui appliquent des méthodes extensives et se tournent vers l'agriculture biologique doivent consentir des efforts considérables et souvent mobiliser des ressources pour s'organiser en tant que groupe afin de traiter les questions de vulgarisation, de documentation, de certification et de commercialisation.

Les petits exploitants qui pratiquent une culture plus intensive et utilisent des engrais et pesticides chimiques auront plus de mal à se convertir, aussi du point de vue mental. Dans les grandes exploitations et les cultures vouées à l'exportation, cela représente souvent un changement radical de l'ensemble du système de production. Il peut être nécessaire de modifier les espèces cultivées et de mettre en place une rotation des cultures et une stratégie de commercialisation.

6.1.2. Raisons de se convertir à la production biologique

Il existe de nombreuses raisons pour se convertir à la production biologique :

☐ Raisons liées à l'environnement, à l'éthique et à la qualité

- Une production éthique et écologique
- Conservation de la biodiversité
- Qualité des aliments



Le mélange de cultures favorise la biodiversité, par exemple, ce champ mixte d'amarante, tournesols et sorghos.

☐ Motifs financiers

- Prix plus intéressants sur le marché de la production biologique
- Subventions, soit par des paiements directs soit par le développement de projets
- Résolution de problèmes financiers existants sur l'exploitation
- Économies d'échelle, coûts de production réduits
- Garantie de l'avenir de l'exploitation
- Maintien d'une position sur un marché spécifique

☐ Motifs politiques

- L'agriculture biologique est un outil d'autonomisation des agriculteurs et de développement social



Réunion d'agriculteurs

☐ **Motifs personnels**

- Risques sanitaires et problèmes liés aux pesticides
- Encouragement de la part d'autres agriculteurs



☐ **Agriculteurs chevronnés**

- Réponse à l'attente des consommateurs
- Défi personnel avec un nouveau système agricole

☐ **Agriculteurs en système extensif**

- Exploitations de petite taille
- Surfaces de production marginales
- Intrants trop onéreux
- Manque de capital ou de compétences

☐ **Agriculteurs « ne faisant rien »**

- Agriculteurs qui pensent que l'agriculture biologique est facile

En général, il s'agit d'un mélange de plusieurs des facteurs évoqués ci-dessus.

6.2. Indicateurs de faisabilité

6.2.1. Programmation de la conversion



Plusieurs facteurs influent sur la faisabilité de la conversion, **la connaissance, la planification et la stratégie** faisant partie des principaux. Il est presque toujours plus facile de mettre en place des changements après une minutieuse planification ; dans l'agriculture, de nombreux facteurs interviennent dans le résultat final. **De bonnes estimations financières** permettent de sécuriser la conversion d'un point de vue économique. Il est recommandé de prévoir des plans de conversion, ce qui est faisable dans de nombreuses situations.

Cela étant dit, chacun est différent et si certains élaborent une planification stricte qu'ils respectent tout au long des étapes de la conversion, d'autres peuvent élaborer un plan ou se faire aider pour ce faire puis laisser ce plan au fond d'un tiroir qu'ils ne rouvriront jamais. Cependant, le fait d'être passé par cette étape leur a permis d'obtenir une vision d'ensemble et de réaliser une conversion fonctionnelle. D'autres personnes encore ne planifient rien sur papier, mais réussissent parfaitement leur conversion.

Certaines normes et réglementations exigent un plan de conversion pour l'obtention de la certification pour l'exploitation. Dans le cas de petits exploitants illettrés, cette exigence peut être déléguée à l'agriculteur censé connaître le processus de conversion et avoir le plan en tête.

6.2.2. Connaissances et informations

La production biologique demande souvent plus de connaissances que la production classique pour une culture donnée ; ceci est particulièrement vrai dans le cas de la production intensive qui a recours à plusieurs intrants agricoles. Il est beaucoup plus sûr d'entamer une conversion dans un type de système de production et de culture déjà testé par de nombreux agriculteurs avec de bons résultats que de se lancer dans un type de culture qui n'a jamais été cultivé biologiquement dans les conditions de l'exploitation.



Visite d'une exploitation biologique

Il existe de **nombreuses sources d'informations** :

- D'autres agriculteurs cultivant le même type de production. En cas de concurrence sur le marché, les agriculteurs ne voudront peut-être pas révéler leurs méthodes de production, mais en règle générale, ils sont tout à fait prêts à partager leur expérience.
- Les mouvements biologiques, les ONG qui ont pour mission d'informer les agriculteurs et apportent aussi leur soutien au travers de mesures de commercialisation conjointe.
- Les conseillers et les consultants. La disponibilité des conseillers et des consultants dépend souvent du stade de développement du secteur biologique. Si celui-ci n'en est qu'à ses débuts, il est possible que personne ne soit encore disponible alors qu'à un stade plus avancé, davantage de personnes et d'organisations spécialisées seront là pour offrir leur aide.

6.2.3. Production intensive ou extensive

Comme indiqué plus haut, **la conversion sera très différente selon qu'il s'agit de cultures extensives ou intensives. Les cultures extensives** qui n'utilisent pas d'intrants sont parfois appelées « **biologiques par défaut** ».

Certaines sont de bonnes cultures biologiques durables, mais il arrive aussi que les méthodes de production extensive appauvrissent le sol et provoquent son érosion. Dans ce cas, il est nécessaire de modifier le système agricole pour conserver le sol et le rendre plus vivant. Dans de nombreuses exploitations agricoles, il faut

mettre en place des changements modérés alors que dans les cultures conventionnelles à apports élevés, c'est l'ensemble du système agricole qui doit être modifié et il est nécessaire de déterminer les intrants qu'il sera possible d'utiliser en production biologique. **Plus ce système agricole est intensif, plus il est important d'assurer une fertilité durable du sol à long terme.** Cela implique, par exemple, l'utilisation d'engrais verts, l'application de composts fabriqués à partir de fumier animal mélangé à divers types de matière organique et la rotation des cultures de plantes ayant un système racinaire plus ou moins profond.



La culture d'espèces telles que les haricots verts ou le maïs nain, qui sont des cultures intensives avec des exigences sanitaires strictes, représente un défi supplémentaire pour les nouveaux producteurs.

6.2.4. Le sol et l'eau

Ce sont les **principales ressources de toute culture**. Il est toujours plus facile de convertir un sol riche en matière organique ayant un bon équilibre en nutriments ; néanmoins, la conversion des sols épuisés et érodés n'est pas non plus impossible. **Il est important d'en savoir le plus possible sur le sol et son état et d'y adapter des mesures de conversion.** Un sol appauvri aura vraisemblablement davantage besoin

d'intrants sous forme de fumier, d'engrais verts ou de composts pour bien fonctionner en production biologique. L'eau et la disponibilité en eau ont la même importance que l'agriculture soit conventionnelle ou biologique, mais les sols dont la teneur en matière organique est bonne vont mieux retenir l'eau.

6.2.5. Les intrants de l'exploitation, comme les engrais et les traitements contre les ravageurs

Dans le cas de la conversion d'une production plus intensive, l'une des difficultés rencontrées est la dépendance vis-à-vis de la **disponibilité locale d'engrais biologiques et d'alternatives pour la lutte contre les ravageurs**. La plupart des problèmes peuvent être résolus en adoptant de meilleures techniques de gestion, créant un meilleur microclimat, mettant en place une rotation des cultures et respectant les calendriers de fertilisation, etc., mais il est aussi souvent nécessaire d'acheter des intrants.



Un changement important pour certaines exploitations réside dans le fait qu'un système biologique veille davantage à utiliser tous les déchets possibles et les résidus des cultures à des fins de compostage et de paillis. De nombreuses exploitations, grandes et petites, tireront profit d'un grand nombre de ressources jusqu'à présent négligées.

Lors de l'achat d'intrants tels que des engrais et traitements contre les ravageurs, il est important de **vérifier** auprès de l'**organisme de certification** que les **substances sont acceptées par les normes ou la législation**.

6.2.6. Les semences et les plants

Selon la réglementation européenne¹⁰, seul un matériel de reproduction « biologique », **y compris les semences**, peut être utilisé pour la production de végétaux et de produits végétaux biologiques. **Conformément au Règlement (UE) n° 2018/848**, pour obtenir le matériel de reproduction, y compris les semences, destiné à la production de produits biologiques, **la plante mère doit avoir été produite pendant au moins une génération** (pour les cultures pérennes : pendant au moins une génération au cours de deux périodes de croissance).

Lorsqu'ils choisissent leur matériel de reproduction, les opérateurs privilégieront du matériel **adapté à l'agriculture biologique** (ex. : résistance aux maladies). Pour la production de ces variétés adaptées à la production biologique, les activités de sélection seront menées dans des conditions biologiques. Elles se concentrent sur l'amélioration de la **diversité génétique** tout en s'appuyant sur l'aptitude naturelle à la reproduction, ainsi que sur la performance agronomique, la résistance aux maladies et l'adaptation aux diverses conditions pédoclimatiques locales.

¹⁰ Règlement (UE) n°2018/848 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques, et abrogeant le Règlement (CE) n° 834/2007.



La fourniture de semences et de plants biologiques est limitée dans de nombreux pays et certains pays ont mis en place une législation qui exige le traitement chimique de toutes les semences importées. Par ailleurs, **plusieurs normes et réglementations biologiques exigent de privilégier l'utilisation de semences et de plants biologiques.**

S'il est prouvé qu'aucune semence ou plant biologique n'est disponible, on pourra utiliser des semences non traitées et, dans certains cas seulement, des semences et des plants chimiquement traités. Dans certaines cultures, il est possible d'utiliser ses propres semences, mais il ne faut pas oublier que pour toute culture, et en particulier dans l'agriculture biologique, les semences doivent être saines et avoir un taux de germination adéquat.

Les instances de certification sont souvent la meilleure source d'informations au sujet des exigences en vigueur pour les semences et les jeunes plants.

6.2.7. Main-d'œuvre

L'agriculture biologique **nécessite en général plus de main-d'œuvre**, par exemple, pour le désherbage. Si les activités sont bien planifiées, ce travail pourra se faire en dehors des périodes de travail intensif lorsque la main-d'œuvre est plus disponible. Dans le cas d'une petite exploitation ou d'une exploitation familiale, cela équivaut à substituer les intrants externes par une participation de la famille. Dans les exploitations plus grandes, il sera peut-être nécessaire d'embaucher du personnel supplémentaire. La production d'engrais biologique dans l'exploitation même peut représenter un coût de main-d'œuvre important, mais peut aussi permettre de faire des économies considérables d'intrants externes. En général, la répartition des coûts se déplace des intrants externes, souvent importés, vers la main-d'œuvre locale.

Dans l'agriculture biologique, les **revenus** sont souvent générés par **une gamme plus diverse de produits qu'auparavant, ce qui permet d'acquérir une certaine indépendance** vis-à-vis des prix d'un produit unique. La stratégie de gestion dépendra plus de la disponibilité des ressources, principalement du capital et de la main-d'œuvre (dans certains cas, d'autres ressources peuvent être les facteurs limitatifs).

6.2.8. Formation

Pour des **petits agriculteurs disposant d'une certification collective, la formation est souvent un prérequis** pour la mise en place d'un groupe fonctionnel. Plusieurs domaines peuvent s'avérer utiles : introduction à l'agriculture biologique, ce qui est autorisé ou non dans l'agriculture biologique, documentation, méthodes agricoles, prévention des ravageurs, une culture de qualité et bien d'autres thèmes. Il est important de ne pas oublier que **les personnes qui pratiquent l'agriculture sur le terrain sont celles qui doivent être formées.**



Séance de formation sur le compostage

Ne former que les agriculteurs masculins en Afrique de l'Est alors que la plus grande partie du travail est effectuée par des femmes n'est pas très efficace.

6.2.9. Marché

Il est très important de connaître les **débouchés de la production biologique certifiée** sur le marché pour assurer la réussite financière. Cela fait partie de la stratégie de conversion.

Si le même produit doit être vendu au même client qu'avant la conversion, la vente sera bien plus facile et sûre que celle de nouvelles cultures à de nouveaux clients. **Produire une plus grande quantité de produits frais avec des coûts de production élevés sans avoir une bonne connaissance du marché ni de bons contacts commerciaux est une entreprise très risquée.**



6.3. Facteurs positifs et négatifs pour la conversion

Les facteurs favorables de la conversion sont les suivants :

- intérêt de l'agriculteur ;
- bon niveau d'instruction et de savoir-faire de l'agriculteur ;
- système de production existant diversifié, en particulier s'il inclut des animaux
- antécédents d'utilisation de fumier et/ou de compost ;
- utilisation faible à modérée de pesticides et d'engrais chimiques ;
- marchés et relations commerciales existants ;
- économie relativement bonne de l'exploitation avant la conversion ;
- soutien des pairs (village, association d'agriculteurs, etc.) ;
- savoir-faire en termes d'organisation collective d'agriculteurs (pour la certification collective).



En outre, la politique agricole générale du pays aura un effet indirect majeur sur la volonté des agriculteurs de convertir leurs exploitations.

La conversion n'est pas une mince affaire. Les agriculteurs ou le groupe d'agriculteurs pourront être confrontés à **divers problèmes et difficultés potentiels**, à savoir :

- manque d'information et d'aide adéquates ;
- besoin d'investir pour diversifier la production ;
- terres dégradées ;
- prix fonciers élevés en cas de besoin d'extension des terres ;
- indisponibilité des intrants convenant à une production biologique ;
- coûts et exigences de la certification ;
- nécessité d'une main-d'œuvre accrue ;
- problèmes de production spécifiques (par exemple, un ravageur dans une culture majeure) ;
- production difficile nécessitant des apports élevés d'intrants ;
- pas de prix avantageux pendant la période de conversion.



6.4. Considérations lors du lancement d'un projet biologique

La conversion au bio est très différente pour un agriculteur isolé ou pour un groupe d'agriculteurs, et encore bien différente pour un exportateur, un distributeur local ou un importateur. Tous les acteurs d'une chaîne de production dépendent les uns des autres.



- Pour les petits exploitants, il est préférable de se regrouper entre agriculteurs dont les **champs forment un ensemble**, voire de convertir le village entier. Il est beaucoup plus difficile de conseiller et plus onéreux de contrôler les petits agriculteurs dont les champs sont dispersés. **Il faudrait donner la préférence aux exploitations mixtes** ou à des exploitations qui ont déjà accès à de la matière organique pour le compostage/la fertilisation.
- Dans le courant de la première année, il faut mettre en place des mesures efficaces de **conseil, de vulgarisation et de formation**.
- Dans le cas des cultures destinées à la vente, il est nécessaire de disposer d'un marché pour l'ensemble des cultures, pas seulement l'une d'entre elles. Si une période de conversion est nécessaire, cela aura un impact sur la rentabilité du projet pendant les premières années.

Il ne faut pas entamer une conversion dans l'idée de commercialiser les produits avec le label biologique sans disposer de contacts sérieux sur ce marché. Les produits ont souvent besoin de traitement, ce qui peut compliquer les choses. Tout projet nécessite la coopération, l'intérêt et la participation de toutes les parties concernées.

Voici quelques aspects généraux qu'il convient de prendre en considération au moment d'entamer un projet biologique :

- **Le prix du producteur** doit être **supérieur au prix conventionnel**. Les coûts des frais généraux tels que ceux liés à l'organisation, au conseil, à la formation et à la certification sont supérieurs, surtout pendant la conversion qu'après celle-ci.
- Il y a lieu de déterminer le volume minimum des produits vendus et le prix qui rend le projet autonome du point de vue financier au bout de trois ans.
- **Il faut veiller à obtenir l'autorisation** voire le soutien du **gouvernement local**. Il convient de se demander quelles personnes pourraient s'opposer au projet pour tenter de les contrer.
- **Il faut connaître les exigences relatives à la certification** des différents marchés.

6.5. Rapidité de la conversion

L'un des problèmes consiste à définir si la conversion doit être rapide ou lente.

Il est clair que si la production biologique est une nouvelle méthode agricole ou si les plans concernent de nouvelles cultures, il est judicieux **de tester la méthode agricole et la culture** sur une petite parcelle avant de **lancer** la conversion à grande échelle.

La conversion n'est pas une décision à prendre à la légère, **car il sera difficile de revenir en arrière**, mais il n'est pas rare d'observer des retards et même des inversions de certaines des mesures programmées. La situation du marché et la possibilité de vendre une culture biologique à un prix supérieur sont souvent des paramètres importants, en particulier pour les plus grandes exploitations. Pour certains agriculteurs, il est mentalement difficile de gérer des systèmes agricoles (conventionnels et biologiques) en même temps. Certaines normes et réglementations, par exemple, la réglementation de l'UE, limitent aussi la possibilité de faire se côtoyer le même type de culture en agriculture conventionnelle et biologique dans une même exploitation. En fin de compte, **la décision relative à la rapidité de conversion incombe au seul agriculteur**, car il est le seul à avoir une vue d'ensemble sur les pressions agronomiques, économiques et sociales qui s'exercent sur l'exploitation.

6.6. La durée de la période conversion définie dans les réglementations et les normes

On appelle « **conversion** » le passage de la production non biologique à la production biologique pendant une période donnée, au cours de laquelle les dispositions du règlement relatives au mode de production biologique s'appliquent.

Lorsque l'ensemble d'une exploitation ou des parties de celle-ci sont destinées à produire des produits biologiques, il convient qu'il leur soit appliqué une « **période de conversion** », pendant laquelle elles sont gérées conformément aux règles de la production biologique, mais ne peuvent pas produire de produits biologiques. La mise sur le marché des produits en tant que produits biologiques ne devrait être autorisée qu'une fois achevée la période de conversion.

La durée de la période conversion est un sujet souvent discuté dans le secteur biologique. Les défenseurs d'une longue durée affirment qu'il faut laisser au sol le temps de décomposer les résidus de pesticides et d'augmenter suffisamment sa fertilité. Ceux qui défendent une durée plus courte expliquent que les processus d'amendement du sol et de décomposition des pesticides sont bien plus longs que les durées suivies et qu'il vaut mieux dès lors raccourcir les délais pour que plus d'agriculteurs se convertissent et pour accroître les surfaces consacrées à ce type d'agriculture. Selon un autre argument, ceux qui proposent de longues durées cherchent essentiellement à protéger leur propre marché contre l'arrivée de nouveaux concurrents.

Dans la **norme de base de l'IFOAM**, la durée de la période conversion est **d'une année pour les cultures annuelles et de 18 mois pour les cultures vivaces**.

Selon le **Règlement (UE) n° 2018/848**, pour que des végétaux et produits végétaux soient considérés comme « produits biologiques », les règles de production doivent avoir été mises en œuvre sur les parcelles concernées **pendant une période de conversion d'au moins 2 ans** avant l'ensemencement ou **d'au moins 3 ans dans le cas des cultures pérennes avant la première récolte**.

Tant la norme de base de l'IFOAM que la réglementation de l'UE relative à la production biologique exigent une gestion biologique totale lors du contrôle annuel pendant la période de conversion.

Il faut noter que :

- ▶ dans les cas où les terres ou une ou plusieurs parcelles de celles-ci ont été **contaminées par des produits** ou des substances dont l'utilisation n'est pas autorisée en production biologique, l'autorité compétente peut décider de **prolonger la période de conversion** ;
- ▶ en cas de traitement avec un produit ou une substance dont l'utilisation n'est pas autorisée en production biologique, **l'autorité compétente exige une nouvelle période de conversion** (autrement dit, « on remet les compteurs à zéro »)¹¹.

¹¹ Sauf s'il s'agit d'une mesure obligatoire de lutte contre les organismes nuisibles ou les mauvaises herbes, y compris les organismes de quarantaine imposées par l'autorité compétente.

Dans ces deux cas, la durée de la période de conversion est fixée en fonction de la dégradation de la substance garantir, en fin de la période de conversion, un niveau de résidus insignifiant dans le sol ou, dans la plante s'il s'agit d'une culture pérenne (étant entendu que les produits de la récolte qui suit le traitement ne peuvent être mis sur le marché comme des produits biologiques).

Quoiqu'il en soit, la réglementation européenne exige « une séparation claire et effective entre les unités de production biologique, les unités de production en conversion et les unités de production non biologique et entre les produits issus de ces unités ».

6.7. Le plan de conversion

Les plans de conversion peuvent se présenter très différemment. La version ci-dessous est une version simplifiée. Le plan de conversion doit être utilisé avec bon sens. Il doit être adapté aux conditions locales, à la taille de l'exploitation et à la capacité de l'agriculteur. L'exemple ci-dessous peut être utilisé pour une grande exploitation individuelle. Dans le cas d'un groupe de producteurs, la plupart des questions abordées ci-dessous peuvent être étudiées au niveau du groupe, hormis le besoin de cartes et de noms. Dans un plan de conversion collective, il convient d'inclure la configuration du groupe, la gestion de la documentation du groupe et la gestion du système de contrôle interne. Il peut aussi s'avérer nécessaire de former les agriculteurs (cette formation peut être incluse dans le plan).

La conversion comprend différentes phases :

- **la phase d'acquisition de connaissances ;**
- **la phase de description de l'objectif ;**
- **la phase stratégique ;**
- **la phase de mise en œuvre.**

Facteurs qui influent sur la conversion et la production biologique :

- connaissances, engagement, patience, précision ;
- état biologique du sol ;
- économie de l'exploitation.

Conditions de base pour une production biologique :

- un sol en bon état ;
- 30 à 40 % de la surface doit être souvent dédiée à des légumineuses ;
- bonne stratégie relative au fumier de l'exploitation ;
- rotation des cultures biologiquement correcte ;
- nombre d'animaux adapté à la taille de l'exploitation.

☐ Planification de la conversion d'une exploitation

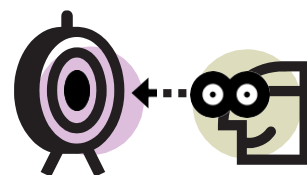
➤ **La phase d'acquisition des connaissances**

- Où obtenir les informations.
- Les propres expériences.
- Cultures intercalaires, engrais verts, jachère, culture dérobée, hersage des mauvaises herbes, etc.



➤ **La phase de description de l'objectif**

- L'exploitation sans animaux : quelles cultures commerciales ?
- L'exploitation avec animaux : quels aliments pour les animaux ?
- Mise en place d'une rotation des cultures.



- Estimation de la production totale.
- Estimation du nombre d'animaux en fonction de la capacité de production.
- Division de la surface en parcelles en fonction de la rotation des cultures.
- Mise en place d'une stratégie des nutriments :
 - les nutriments circulant dans l'exploitation,
 - les nutriments qui doivent être achetés,
 - l'équilibre de nutriments pour les plantes,
 - plan de récolte pour l'exploitation,
 - réalisation d'un aperçu économique en fonction de l'objectif.
- Mise en place d'une stratégie pour lutter contre les ravageurs.

➤ **La phase stratégique de la conversion**

- Choix de la stratégie de conversion.
- La culture de conversion.
- Décider de la stratégie de conversion pour chaque parcelle.
- Décider du taux de conversion.
- Décider de la stratégie de fertilisation pendant la période de conversion.
- Décider des mesures pour les principaux investissements.



➤ **La phase de réalisation**

- Respect du plan de conversion.
- Suivi durant les premières années de la conversion.
- Révision du plan de conversion, au besoin.



Une version de plan de conversion

Le plan de conversion doit inclure les volets suivants, le cas échéant.

1. Nom et adresse du producteur et nom de l'exploitation.
2. Carte de la propriété avec les numéros et la superficie des parcelles.
3. Schéma des bâtiments de l'exploitation, des entrepôts, des installations de traitement, etc.
4. Historiques et registres actualisés des parcelles ; historique de l'exploitation, y compris les informations détaillées relatives à l'utilisation antérieure de produits chimiques avec les dates de la dernière application de produits interdits et d'éventuels systèmes intensifs.
5. Calendrier pour la conversion avec un plan de rotation des cultures sur cinq ans.
6. Programme de gestion du sol, y compris des analyses du sol, si disponibles.
7. Gestion, stockage, traitement et épandage du fumier.
8. Budget des nutriments pour l'ensemble de l'exploitation.
9. Ressources nécessaires en termes de main-d'œuvre, d'équipement et de finances.
10. Section individuelle pour toutes les entreprises principales, qui doit inclure ce qui

suit, le cas échéant :

- culture de couverture pour toutes les cultures et rotation des cultures avec les variétés possibles ;
 - lutte contre les ravageurs et les maladies ;
 - apport de nutriments, y compris les composts et traitement des résidus des cultures ;
 - plantation des graines, jeunes plants et plantes vivaces ;
 - fourniture d'intrants ;
 - mesures de lutte contre les mauvaises herbes ;
 - détails des fourrages, y compris les légumineuses ;
 - référence à la fourniture de fumier et de nutriments ;
 - bétail ;
 - races et programme de sélection ;
 - conversion du bétail ;
 - stabulation et autres pratiques d'hivernage, avec des détails des structures, densités des étables, etc. ;
 - régimes d'alimentation ;
 - plan sanitaire et vétérinaire détaillé (plan sanitaire animal) ;
 - toutes autres questions de gestion, par exemple, densités de charge, apports en minéraux, santé et biosécurité ;
 - pâturage propre et pratique de lutte contre les parasites ;
11. Mesures, pratiques et politiques relatives à la conservation de l'environnement.
 12. Plans de marketing ; détailler tous les plans de marketing.

Pour les cultures pérennes, le plan de conversion doit être achevé dans un délai de 5 ans maximum.



Chapitre 7

Réglementation et certification

Réglementations et normes internationales	203
Normes régionales en Afrique de l'Est, dans le Pacifique, en Asie et en Amérique centrale	214
Standards privés	222
Autres standards et systèmes de certification sociaux et environnementaux	226
Certification	228

7.1. Réglementations et normes internationales

Historiquement, les **instances de certification biologique ont élaboré leurs propres normes**, phénomène également observé dans les domaines de l'éco-étiquetage, du commerce équitable et de la certification sociale. Dans d'autres secteurs, les instances de certification ne rédigent que rarement leurs propres normes, mais procèdent à des certifications suivant d'autres normes du domaine public, par exemple, les séries de normes ISO 9000 et 14000. Les **normes de base de l'IFOAM ont été initialement établies en 1980** et de nombreuses autres normes et réglementations s'en sont fortement inspirées. On observe également **des interactions mutuelles continues entre les normes et les réglementations privées**.

Avec **l'introduction des réglementations relatives à l'agriculture biologique**, ce phénomène s'est étendu au secteur biologique, où les instances de certification **ne définissent pas de normes, mais certifient suivant des réglementations**. De nos jours, de nombreuses instances de certification proposent un éventail de certifications conformes à diverses réglementations publiques et standards du secteur privé. Dans les pays où ces instances de certification biologique locales n'existent pas, il n'existe généralement pas non plus de réglementations publiques. Par conséquent, les nouvelles instances de certification doivent souvent s'atteler à la définition de normes biologiques.

Le gouvernement peut rendre obligatoire le respect de ses réglementations, tandis que d'autres acteurs dépendent de l'acceptation et de la reconnaissance par le marché pour l'adoption de leurs normes. Aux premiers stades du développement du secteur, les normes biologiques sont généralement mises au point par des instances de certification ou des organisations nationales du secteur biologique. Il existe aujourd'hui de nombreuses réglementations pour la production biologique. Les principaux standards internationaux et réglementations sont décrits ci-après. **66 pays au total disposent de réglementations complètes appliquées** et dans **44 pays, le processus d'élaboration et d'application de normes est en cours**. À titre de comparaison, en 2011, le nombre de standards du secteur privé pour la production biologique s'élevait à 121.

7.1.1. La réglementation européenne

□ Réglementation dans l'UE et structure des textes

La **réglementation de l'UE pour la production biologique** a été introduite **en 1991** et a fait l'objet de plusieurs amendements depuis. Sa version initiale, le Règlement (CEE) n° 2092/91 du Conseil, a été totalement **révisée une première fois, en 2007**, avec deux règlements : le Règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil et le Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission), suivis de nombreux amendements étant donné que la réglementation de l'UE relative à la production biologique est mise à jour et développée en permanence¹².

La réglementation européenne a été renouvelée une nouvelle fois en mai 2018.

La structure des textes a été totalement revue en 2018. Les nouveaux textes européens sur l'agriculture biologique se composent de plusieurs types d'actes.

¹² Des versions consolidées sont parfois compilées afin d'obtenir une meilleure vision de la réglementation dans son ensemble.

1. **L'acte de base** : depuis le 1^{er} janvier 2022, **le fondement de la réglementation UE est le Règlement (UE) n° 2018/848 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques** (abrogeant le Règlement [CE] n° 834/2007).
2. **Les actes d'exécution** (conditions d'application de l'acte de base, décidées par la Commission européenne) : le règlement « de base » est complété de divers règlements d'exécution, tant pour le secteur végétal que pour le secteur de la production animale (y compris les produits de la mer) et pour la transformation des produits). **Pour le secteur de la production végétale**, et le secteur horticole en particulier, il nous faut spécialement considérer les évolutions réglementaires dans le domaine de la protection des cultures (**Règlement d'exécution [UE] n° 2021/1165** de juillet 2021 établissant la liste de ces produits et substances autorisées dans la production biologique), car cette liste a été profondément revue¹³. Seuls peuvent être utilisés dans la production biologique, les produits et substances :
 - a) qui sont autorisés en vertu de l'article 24 du Règlement (UE) n° 2018/848 ;
 - b) dont les formulations commerciales sont agréées au niveau national pour un usage donné.
3. **Les actes délégués** : ils complètent ou de modifient des éléments non essentiels des actes législatifs de l'UE.

À côté de l'acte de base, on trouve donc plus de 20 actes secondaires (voir Annexe).

La législation européenne concerne la production biologique, la production de cultures de couverture, la production animale, l'apiculture, l'aquaculture, la production de champignons, la récolte de produits sauvages, la transformation et la manipulation de produits biologiques. Elle contient des listes de substances autorisées en tant qu'intrants tant pour la production que pour la transformation agricole.

Dans ses dispositions réglementaires de 2018, la Commission européenne spécifie les règles en matière :

- de production : précise les pratiques à respecter par les opérateurs biologiques (Annexe II – Partie 1 du Règlement de base) ;
- d'emballage, transport et stockage (Annexe III du Règlement de base) ;
- d'étiquetage : précise les mentions obligatoires et interdites sur les étiquettes ;
- de certification : précise le contenu du certificat biologique (modèle donné à l'Annexe VI du Règlement de base) ;
- de contrôle : précise les modalités de contrôle à appliquer par les organismes de contrôles notamment ;
- de commerce (avec les pays tiers notamment) : précise les exigences d'importation en Europe (spécificités à respecter pour les opérateurs situés hors Europe).

□ **Évolution des exigences réglementaires**

Après plusieurs années d'intenses négociations, le Parlement européen et le Conseil sont parvenus, le 28 juin 2017, à un accord préliminaire visant à remanier les règles européennes existantes en matière de production et d'étiquetage biologiques. Les objectifs déclarés du nouveau règlement (**Règlement [UE] n° 2018/848**) **sont d'encourager le développement durable** de la production biologique dans l'UE, de garantir une **concurrence équitable** pour les agriculteurs et les opérateurs, de prévenir la fraude et les pratiques déloyales, et **d'améliorer la confiance** des consommateurs dans les produits biologiques.

¹³ Voir dans ce manuel le Chapitre 3, « Protection phytosanitaire ». Pour rappel : la protection des cultures doit reposer en priorité sur les pratiques culturales (choix des variétés, rotations des cultures adaptées...). Les produits phytopharmaceutiques sont utilisés uniquement au cas où les mesures s'avèrent insuffisantes pour protéger les cultures et seulement à condition que leur utilisation dans la production biologique ait également été autorisée conformément aux dispositions pertinentes du droit de l'Union (c'est-à-dire du Règlement [CE] n° 853/2004 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques).

Les changements majeurs portent sur les points suivants.

- La certification : pour « uniformiser les règles du jeu », un changement fondamental a été apporté à l'approche réglementaire. **Avec le règlement de 2018, on passe du principe d'« équivalence » au principe de « conformité ».** À l'avenir, les producteurs des pays tiers devront se conformer exactement au même ensemble de règles que ceux de l'UE, et il n'y aura pas de reconnaissance d'« équivalence »¹⁴.
- Le matériel biologique de reproduction (MRV, dont MHB (matériel hétérogène biologique et VBAB (variétés biologiques adaptées à l'AB).
- La production de variétés biologiques uniquement au moyen de l'aptitude naturelle à la reproduction et en mettant l'accent sur le respect des barrières naturelles aux croisements.
- L'autorisation aux agriculteurs d'utiliser le MRV obtenu dans leur propre exploitation afin d'encourager des ressources génétiques adaptées à l'AB (ex. : leurs propres semences).
- Introduction « obligatoire » des légumineuses dans la rotation (fertilité du sol).
- La mention de la provenance d'un pays (exemple : France au lieu d'UE / non UE) pour un produit contenant plus de 95% en poids des ingrédients (alimentation humaine) ou 95% en matière sèche (alimentation animale). On admet donc que 5 % de la quantité totale en poids soit d'origine non EU¹⁵.
- L'autorisation des co-formulants, synergistes et adjuvants qui sont autorisés selon la législation de l'UE.
- La modification de la liste des substances actives (ex. : les huiles végétales sont détaillées ; on ne peut donc plus utiliser n'importe quelle huile végétale en protection des cultures). La définition des substances actives doit être alignée sur les réglementations « pesticides » (ex. : Règlement [CE] 1107/2009). Toutes les substances – y compris les substances dites « naturelles » et les micro-organismes – employés en agriculture biologique doivent donc être inscrites sur la liste positive des substances actives autorisées dans l'UE (Annexe du Règlement [UE] n° 540/2011) ; dès que leurs autorisations sont retirées, elles ne peuvent plus être utilisées en agriculture biologique.
- De nouveaux produits sont certifiables : sel marin, levures, huiles essentielles, cocons de vers à soie, cire d'abeille, peaux brutes non traitées, etc.

□ **Entrée en vigueur de la réglementation revue en 2018**

La réglementation européenne est appliquée dans l'ensemble des 27 États membres de l'Union européenne, ce qui signifie que toute la production biologique doit par principe la respecter. Dans plusieurs pays de l'Union européenne, il existe aussi des standards de certification privés qui introduisent des exigences supplémentaires.

Les dates de mise en application décidées par la CE sont :

- pour les 27 états membres de l'Union européenne : le 1^{er} janvier 2022 ;
- **pour les pays hors de l'UE**, une période de transition est proposée par la Commission européenne vers la nouvelle réglementation. **Cette période prend fin le 31 décembre 2024.**

¹⁴ Le règlement précédent admettait que les produits biologiques produits selon des méthodes différentes, mais reconnues comme équivalentes en termes de résultats et d'alignement sur les principes biologiques comme « conformes ».

¹⁵ Auparavant seulement 2 %.

□ Étiquetage et emploi du logo

Le règlement porte principalement sur l'utilisation du terme « biologique » (dans toutes les langues des États membres), des formes abrégées comme « éco », « bio », etc., et du logo européen (ainsi qu'un numéro de code, avec le code ISO du pays).



Logo de production « biologique » de l'UE

Le règlement comporte aussi une section relative à l'utilisation du logo européen (Annexe V) et à d'autres exigences de certification.

Le logo européen est obligatoire pour les produits conditionnés dans l'UE ; ces produits peuvent provenir de l'UE ou être importés dans l'UE et ensuite reconditionnés. Ce logo n'est pas obligatoire pour les produits importés. S'il est utilisé, il faut apposer une étiquette spéciale précisant l'origine. Plusieurs libellés peuvent être utilisés.

Lorsque le logo de production biologique de l'Union européenne est utilisé, une indication de l'endroit où les matières premières agricoles qui composent le produit ont été produites figure dans le même champ visuel que le logo sous l'une des formes ci-après, selon le cas :

- « Agriculture UE », lorsque la matière première agricole a été produite dans l'Union ;
- « Agriculture non UE », lorsque la matière première agricole a été produite dans des pays tiers ;
- « Agriculture UE/non UE » lorsqu'une partie de la matière première agricole a été produite dans l'Union et une autre partie, dans un pays tiers.

Les termes « UE » et « non UE » peuvent être remplacés ou complétés par **le nom d'un pays, ou par le nom d'un pays et d'une région**, si toutes les matières premières agricoles qui composent le produit ont été produites dans ce pays et, le cas échéant, dans cette région.

En ce qui concerne l'indication de l'endroit où les matières premières agricoles dont le produit est composé ont été produites, les ingrédients présents en petite quantité en poids peuvent ne pas être pris en compte, **pour autant que leur quantité totale n'excède pas 5 % de la quantité totale en poids** de matières premières agricoles.

□ Importations dans l'UE

Il existait une série de pays¹⁶ dont l'UE approuvait la législation relative à la production biologique et le système de contrôle de la certification comme « équivalents au système en vigueur dans l'UE ». Dans ces pays, l'inspection et la certification des exportations de produits biologiques étaient effectuées par les autorités nationales compétentes. **Cette situation va changer** : la reconnaissance des pays dits « équivalents » expirera le **31 décembre 2026**. La reconnaissance des organismes de contrôle équivalents expirera le 31 décembre 2024.

¹⁶ Argentine, Australie, Canada, Chili, Costa Rica, Inde, Israël, Japon, République de Corée, Suisse, Tunisie, États-Unis et Nouvelle-Zélande.

En vertu des nouvelles règles, il y aura toujours **deux systèmes possibles** pour importer des produits biologiques de l'extérieur de l'UE.

- ▶ **Accords commerciaux.** Tous les pays tiers actuellement reconnus comme équivalents devront renégocier les termes dans le cadre d'accords commerciaux bilatéraux d'ici 2026. Actuellement, l'accord conclu avec les États-Unis comporte une approbation réciproque des systèmes des États-Unis et de l'Union européenne (avec quelques rares exceptions, les États-Unis n'acceptant pas les produits animaux issus d'animaux traités par antibiotiques, ce qui est autorisé dans l'UE, et l'UE n'acceptant pas l'utilisation d'antibiotiques sur les fruits pour lutter contre les ravageurs ce qui est autorisé aux États-Unis).

L'accord **couvre aussi les produits originaires de pays tiers à l'UE et aux États-Unis** et qui sont importés dans l'une ou l'autre de ces entités, puis manipulés ou transformés avant d'être exportés vers l'autre.

Dans la pratique, selon cet accord, cela signifie que le café produit au Kenya qui est certifié uniquement par le règlement de l'UE peut être vendu aux États-Unis avec le logo américain s'il a été d'abord importé ou traité dans l'UE, mais pas s'il est directement transporté du Kenya aux États-Unis.

- ▶ **Organismes de contrôle.** En l'absence d'un accord commercial, la CE établira une liste d'organismes/autorités de contrôle reconnus de l'UE et de pays tiers qui seront autorisés à effectuer des inspections et des certifications dans les pays tiers. Depuis 2022, ces organismes/autorités de contrôle reconnus certifient sur la base des règlements communautaires en vigueur (en vérifiant la conformité et plus sur la base de normes équivalentes). La période transitoire pour le système actuel s'étend jusqu'en décembre 2024.



Inspection d'un champ biologique

7.1.2. Règlement de la FAO/OMS

☐ Directives du *Codex Alimentarius*

Les directives du *Codex Alimentarius* pour la **production, la transformation, la commercialisation et l'étiquetage des aliments issus de l'agriculture biologique (CAC-GL 32-1999)** ont été adoptées en 1999 par la FAO et l'OMS, les deux organisations des Nations Unies s'occupant des aliments et de la santé. Le rôle de ces directives est de **faciliter l'harmonisation des normes au niveau international**. Pour le *Codex Alimentarius*, les décisions sont prises par les gouvernements membres.

Ces directives concernent la production de plantes, y compris l'horticulture, la production animale, la manipulation et la transformation. Elles se rapportent aussi aux systèmes d'inspection et de certification et au contrôle des importations. Les **directives ne peuvent pas être utilisées pour la certification** sur le terrain, mais **représentent une plateforme pour l'établissement d'autres normes** et peuvent, comme expliqué ci-dessus, servir à harmoniser des normes différentes¹⁷.

7.1.3. Normes de l'IFOAM

L'*International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM) est l'organisation mondiale faitière pour l'agriculture biologique. Elle regroupe plus de 750 organisations membres dans 115 pays : www.ifoam.org.



Les normes de base de l'IFOAM pour la production et la transformation biologiques (IBS) ont été initialement publiées en 1980, en même temps que les critères pour les instances de certification dans le document « **IFOAM Norms for Organic Production and Processing** ».

Les **normes proposent un cadre** aux instances de certification et organisations de normalisation pour le développement de leurs propres normes de certification. **Les normes de base de l'IFOAM ne peuvent pas être utilisées en elles-mêmes pour une certification.**

Les normes de l'IBS sont fondées sur les principes de l'IFOAM relatifs à l'agriculture biologique qui sont au nombre de quatre :

- le principe de la santé ;
- le principe de l'écologie ;
- le principe de l'équité ;
- le principe de précaution.

¹⁷ Voir www.codexalimentarius.org/codex-home/fr.

La norme couvre la production de cultures, l'élevage d'animaux, l'apiculture, l'aquaculture et la transformation et la manipulation de produits biologiques. Elle inclut aussi des dispositions relatives aux écosystèmes, à l'étiquetage et à l'équité sociale. Des listes de produits pouvant être utilisés pour la fertilisation et le conditionnement du sol, la lutte contre les ravageurs et les maladies et la gestion des mauvaises herbes, des additifs approuvés et des adjuvants de fabrication sont présentées dans trois annexes. Une autre annexe fournit les critères pour évaluer d'autres intrants agricoles et de transformation.

La fonction historique de la norme de base de l'IFOAM en tant que « norme des normes » est maintenant reprise par la **nouvelle norme approuvée en 2011 par l'IFOAM, la FAO et le CNUCED intitulée *Common Objectives and Requirements of Organic Standards (COROS ou Exigences et objectifs communs des normes biologiques)***. La norme COROS joue le rôle de référence internationale et permet d'évaluer toutes les normes et tous les règlements biologiques en termes d'équivalence, soit par des gouvernements dans le contexte de leurs régimes d'approbation des importations, soit par l'IFOAM dans le contexte de ce qui est connu comme la « Famille de normes de l'IFOAM » (liste des normes et règlements biologiques considérés comment étant équivalents au COROS).

La version actuelle des normes IFOAM a été approuvée par les membres d'IFOAM – Organics International en juillet 2014. Le document a été édité d'abord en 2017 puis en octobre 2019, toutefois sans modification majeure du contenu (IFOAM-Organics International, October 2019. Edited version of the IFOAM Norms 2014).

Le document comprend de nouvelles versions du standard IFOAM (version 2.0) et des exigences d'accréditation IFOAM (version 2.0).

L'accréditation de l'IFOAM agréée des instances chargées de la certification de l'agriculture biologique partout dans le monde.

Les organismes de certification peuvent choisir d'utiliser le Standard IFOAM pour certifier directement les opérateurs au niveau mondial. L'utilisation du Standard IFOAM pour la certification est soumise à des frais annuels.

Le programme est **appliqué par l'International Organic Accreditation Service** (IOAS ou Service international d'accréditation biologique). En 2012, trente programmes de certification sont déjà accrédités. Les instances d'accréditation et de certification de l'IFOAM disposeront de deux années pour s'adapter et rendre leurs normes conformes aux normes de l'IFOAM¹⁸.



Pour la toute première fois, une liste mondiale complète des accords d'équivalence, permettant le commerce de produits biologiques entre les pays, a été compilée et est maintenant disponible en ligne sur le site Web d'IFOAM sous la forme d'un nouvel outil : ***The Organic Equivalence Tracker***.

7.1.4. Programme biologique national des États-Unis (National Organic Program ou NOP)

¹⁸

Voir www.ifoam.bio et <https://tools.ifoam.bio/equivalence-tracker/>

Le Programme biologique national fait office de **légalisation américaine relative à la production biologique**. Il couvre la production des cultures, l'élevage, la culture de champignons, la récolte de produits sauvages, la transformation et la manipulation de produits biologiques.

Il dresse aussi une liste des substances utilisées dans l'agriculture et la transformation en tant que « *produits chimiques autorisés* » et « *produits non chimiques interdits* », et autorise donc l'utilisation de tous les intrants non chimiques qui ne sont pas cités dans la liste. Il est nécessaire de définir si un intrant est « non chimique » ou « chimique » afin de savoir s'il peut être utilisé au titre d'intrant non cité.



Le NOP réglemente l'utilisation du terme « biologique » pour lequel il a créé un logo. Le logo n'est pas obligatoire, mais après son introduction, de nombreux logos des instances de certification privées ont disparu du marché.

Les productions importées aux États-Unis doivent être conformes au NOP et être certifiées par une instance de certification agréée par l'USDA (ministère de l'Agriculture des États-Unis). Elle est basée sur l'*USDA organic regulations* (mise à jour en 2022). Le « 7 CFR Part205 » comprend toutes les normes biologiques de l'USDA, y compris les pratiques interdites, les exigences et la liste nationale des substances autorisées et interdites.

Les États-Unis ont signé des accords commerciaux bilatéraux avec le Canada selon lesquels chaque pays accepte la production biologique de l'autre, à quelques rares exceptions près. **Les États-Unis ont conclu un accord d'équivalence avec l'Union européenne (UE)**. Cela signifie que, tant que les conditions de l'arrangement sont respectées, les exploitations biologiques certifiées selon les normes biologiques de l'USDA ou de l'UE peuvent être étiquetées et vendues comme biologiques dans les deux régions.

En 2015, la Commission européenne a annoncé qu'elle avait examiné le fonctionnement de l'arrangement d'équivalence biologique entre l'UE et les États-Unis, établi en 2012, et qu'elle avait constaté que cet arrangement avait contribué à améliorer l'accès au marché pour les producteurs, à élargir les choix des consommateurs et à faciliter la coopération réglementaire. L'examen a également révélé que le groupe de travail sur l'agriculture biologique a joué un rôle crucial dans le développement des relations commerciales entre l'UE et les États-Unis¹⁹.

7.1.5. Norme agricole japonaise relative aux produits agricoles biologiques

¹⁹ <https://www.ams.usda.gov/services/organic-certification/international-trade/european-union>.

La norme agricole japonaise (*Japanese Agricultural Standard* ou **JAS**) relative aux produits agricoles biologiques fait office de **législation japonaise relative à la production biologique**. Elle couvre la production des cultures, l'élevage, la culture de champignons, la récolte de produits sauvages, la transformation et la manipulation de produits biologiques. Les réglementations japonaises reprennent aussi des listes de substances autorisées en tant qu'intrants tant pour la production que pour la transformation des produits agricoles.



Logo de la JAS

L'utilisation du terme « biologique » au Japon est réglementée et l'utilisation du logo de la JAS est soumise au respect d'exigences et de dispositions. **Tous les produits végétaux** (aliments) qui sont vendus sous l'étiquette « biologique » au Japon **doivent afficher le label de la JAS** et être certifiés conformes à la norme de la JAS.

❑ Importations au Japon

Le Japon dispose d'un système d'agrément pour les instances de certification qui peuvent demander leur agrégation conformément à la réglementation japonaise²⁰.

Le ministère de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche (MAFF) exige un « **système de notation** » pour décrire les exigences appliquées aux opérateurs. Les opérateurs doivent disposer d'un système de notation pour contrôler les opérations selon les exigences définies dans le champ d'application, dans ce cas « la production et la transformation biologiques ». Les importateurs certifiés peuvent importer des plantes biologiques et des produits alimentaires transformés d'origine végétale, notés par des systèmes étrangers et apposer les logos de la JAS sur les produits²¹.

7.1.6. Chine

Les **réglementations et normes spécifiques** pour la certification biologique en Chine ont été **introduites en 2004, avec prise d'effet en 2005**. La norme biologique se fonde sur les normes internationales avec un accent particulier sur la contamination par des polluants, les matériaux interdits et les systèmes de gestion de la qualité, en particulier la tenue des registres et la traçabilité. Les **mesures réglementaires pour la gestion de la certification des produits biologiques** définissent la certification biologique et les produits biologiques, y compris le champ d'application et les exigences pour les instances de certification et les inspecteurs. Elles établissent aussi les principes relatifs à la certification biologique, l'étiquetage biologique dans le pays, les exigences pour l'importation, les principes de la coopération internationale et les mesures de contrôle.

Les règles de mise en œuvre de la certification biologique régissent les activités de certification biologique. Elles définissent les objectifs de la certification, le champ d'application, les normes, les procédures de certification, la gestion post-certification, les certificats, les marques et les logos ainsi que les frais de certification

Il existe en Chine **trois agences nationales** qui sont importantes pour le **système de production biologique**. L'**Administration de certification et d'accréditation de la République populaire de Chine** (CNCA) est l'instance administrative nationale qui supervise tous les types de certification et d'accréditation en Chine. L'instance d'accréditation nationale est le **Service d'accréditation national chinois pour l'évaluation de la conformité** (CNAS). Toutes les instances de certification de

²⁰ Voir www.maff.go.jp/e/jas/jas/pdf/rcb.pdf.

²¹ Voir www.maff.go.jp/e/.

l'importation de produits biologiques doivent être agréées par le CNAS. En outre, les inspecteurs de toutes les instances de certification et de formation pour la certification doivent être agréés et enregistrés auprès de l'**Association chinoise de certification et d'accréditation** (CCAA). Tous les inspecteurs doivent suivre une formation qui n'est dispensée qu'en chinois et en Chine. Actuellement, plus de 20 instances de certification biologique sont approuvées, toutes basées en Chine.

La **norme biologique chinoise GB/T 19630-2019** permet de commercialiser des produits biologiques en Chine continentale et ailleurs. La *China organic certification* est une entreprise nationale de certification volontaire mise en œuvre conformément aux lois et réglementations chinoises pertinentes. La certification basée sur la norme nationale GB/T 19630 Produits biologiques comprend quatre parties : production, transformation, étiquetage et commercialisation, et système de gestion.

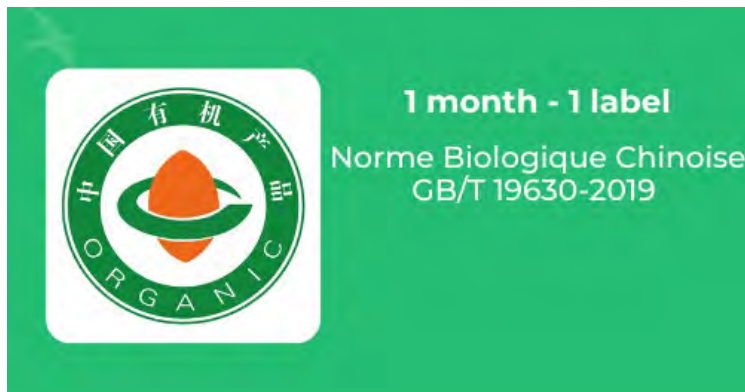
Cette norme chinoise garantit aux consommateurs :

- la protection du climat et de l'environnement,
- la conservation de la fertilité des sols,
- l'absence de pollution environnementale (air, eau et sol),
- le respect des cycles naturels et le bien-être des animaux,
- l'absence d'utilisation de produits chimiques et synthétiques,
- l'absence d'OGM,
- la présence d'un système de gestion biologique strict,
- l'étiquetage transparent pour les consommateurs et la traçabilité complète des produits.

Le marché bio chinois a augmenté à un taux moyen de 17,2 % par an depuis 2013 et devrait continuer à croître au-delà de 10 % par an au cours des cinq prochaines années. La Chine a été classée 4^e marché bio du monde en 2019. Les analystes prévoient que la Chine deviendra l'un des tout premiers marchés bio du monde à l'avenir. En 2019, la Chine compte 2,34M ha de surface certifiée biologique et le marché a une valeur commerciale de 67,8 Mds RMB (= 9 Mds €). Les principales catégories de produits certifiés biologiques sont les céréales, les produits laitiers et les produits alcoolisés²².

Vu que les aliments en provenance de Chine sont souvent bien moins chers que ceux produits en Europe, les importations en provenance de Chine ont augmenté régulièrement ces dernières années. Souci : certains pesticides et antibiotiques sont autorisés dans l'agriculture chinoise qui sont interdits dans les États membres de l'Union européenne, tels que pommes, fraises et poissons d'aquaculture, et se retrouvent donc dans les produits dérivés, type confitures. Constatant ces dangers, l'Europe a instauré en 2010 une liste de produits importés de Chine à surveiller, tels que les oligoéléments entrant dans la composition des aliments pour humains et animaux. Le Royaume-Uni a interdit l'importation de certains produits laitiers et à base de lait de soja pour les nourrissons. Depuis début 2012, constatant l'utilisation de variétés non autorisées de riz génétiquement modifié, la Commission européenne a imposé des mesures d'urgence pour les interdire. Néanmoins, en 2013, l'autorité européenne sur les aliments aura repéré pas moins de 435 fois des importations chinoises douteuses, les analyses révélant la présence d'ingrédients génétiquement modifiés, de pesticides et même de métaux lourds.

²² Sources: <https://globalorganictrade.com/country/china> annual joint report from State Administration of Market Regulation (SAMR) China Agricultural University food.cnca.cn.



Le logo de production biologique chinois

Il n'y a pas d'accord entre la Chine et l'Europe sur ce qui constitue un aliment « bio ». Selon un rapport sur le sujet de l'USDA (le département de l'Agriculture américain), les **erreurs d'étiquetage** sont communes. Certaines entreprises étiquettent leurs produits comme biologiques alors que seule une infime partie de leur production est cultivée organiquement.

7.2. Normes régionales en Afrique de l'Est, dans le Pacifique, en Asie et en Amérique centrale

L'agriculture biologique est fondée sur les ressources et les conditions locales. Dès lors, **les normes doivent pouvoir s'adapter aux conditions locales**. Dans la production de cultures ou l'élevage, des normes tenant compte de problèmes spécifiques à la région peuvent s'avérer utiles.

Un intrant, considéré comme « naturellement » utilisable dans l'agriculture biologique en un endroit donné parce qu'il y est abondant, peut être interdit ou d'usage limité dans une autre région, à l'instar du guano ou de la tourbe. Les exigences relatives aux intrants tels que les semences organiques doivent tenir compte de la disponibilité de variétés adaptées aux conditions locales. Le contrôle de l'érosion et la gestion de l'eau sont d'autres exemples où des réglementations différentes sont nécessaires dans les différentes régions. La nécessité d'une adaptation locale est encore plus grande dans la production animale, où les conditions (et les traditions) varient davantage que dans la production de cultures. Néanmoins, au lieu d'adopter de nombreuses normes locales ou nationales, **la définition d'une norme régionale peut être une bonne solution. Le règlement européen en est un bon exemple, ainsi que la norme biologique de l'Afrique de l'Est**. Les avantages d'une norme régionale sur une norme nationale résident principalement dans le fait **qu'elle facilite les échanges régionaux** et confère un **pouvoir de négociation accru dans les forums de définition des normes internationales** comme l'IFOAM et le *Codex Alimentarius*.

7.2.1. Norme relative aux produits biologiques de l'Afrique de l'Est

La première norme régionale concerne l'Afrique de l'Est et la Norme relative aux produits biologiques de l'Afrique de l'Est (EAOPS), rédigée pour couvrir la production biologique en Afrique de l'Est et adaptée aux conditions de cette région. Le but est de disposer d'une **norme unique relative à la production agricole biologique dans les conditions prévalentes en Afrique de l'Est**. Elle est adoptée par la Communauté d'Afrique de l'Est en tant que norme est-africaine, ce qui veut dire qu'elle est reconnue par les pouvoirs publics au **Burundi, au Kenya, au Rwanda, en Tanzanie et en Ouganda**.



Exploitation biologique en Ouganda

Cette norme relative aux produits biologiques de l'Afrique de l'Est est fondée sur les normes biologiques actuellement en vigueur dans la région, ainsi que sur les normes de base de l'IFOAM et les directives du *Codex Alimentarius* pour la production, le traitement, l'étiquetage et la commercialisation des aliments issus de l'agriculture biologique. La norme couvre la production végétale, l'élevage d'animaux, l'apiculture, les produits sauvages, la transformation et la manipulation.

❑ Comment l'utiliser ?

La norme relative aux produits biologiques de l'Afrique de l'Est (EAOPS) est une **norme volontaire** et peut être **utilisée pour l'auto-évaluation** par les producteurs, les **déclarations de conformité** sur le marché et la **certification** par les instances de certification. Elle date de 2007.

❑ Réalisations

L'EAOPS a apporté au secteur biologique est-africain une plateforme commune pour le commerce, les négociations internationales et la reconnaissance. De plus, une collaboration régionale s'est développée à l'échelon gouvernemental sous la forme de la Communauté d'Afrique de l'Est, et entre les mouvements agricoles biologiques nationaux autour du développement du marché et la gestion du label biologique est-africain.

La norme donne aussi des orientations qui peuvent être suivies dans les négociations internationales portant sur les normes. En outre, elle peut servir de base pour les accords d'équivalence avec d'autres pays et régions.

Les expériences est-africaines peuvent apporter des enseignements utiles à d'autres parties du monde. **L'ensemble du processus est axé sur le développement.** La norme et le label sont surtout considérés comme des activités de développement du marché pour favoriser le développement du secteur biologique. **Les mots-clés** ont été la **facilitation et non le contrôle, l'inclusion et non l'exclusion.** D'intenses consultations sur les normes ont été menées à toutes les étapes du processus, ce qui a permis d'améliorer le résultat et d'augmenter son acceptation par tous.

❑ Label

Un label biologique est-africain est lié à l'EAOPS. **Le label est la propriété des mouvements biologiques nationaux du Kenya, de la Tanzanie et de l'Ouganda** (KOAN, TOAM et NOGAMU).

Il peut être utilisé par **tous les producteurs agréés par l'EAOPS dans les systèmes certifiés de pays tiers et les systèmes SGP.** Des produits certifiés conformes selon d'autres normes agréées comme le règlement européen, le NOP, la JAS et les produits biologiques importés dans des pays est-africains peuvent aussi porter le label biologique est-africain.



❑ Application de l'EAOPS

L'EAOPS est appliquée dans une certaine mesure au Kenya, en Tanzanie et en Ouganda, et dans une moindre mesure ou pas du tout au Burundi et au Rwanda. Le label

est principalement utilisé au Kenya. Le projet GOMA (Accès au marché biologique mondial ou *Global Organic Market Access*) s'efforce de faire reconnaître l'EAOPS par l'Union européenne.

❑ Comment a été définie la norme biologique est-africaine ?

La norme relative à la production biologique en Afrique de l'Est est le résultat d'un partenariat public/privé solide avec la participation et le soutien du PNUE, de la CNUCED et de l'IFOAM.

➤ Rédaction et consultations

Le premier projet reposait sur les normes biologiques locales et internationales. Elle a ensuite été peaufinée au cours d'un processus de consultation.

Le **processus de consultation de la norme** a été exhaustif et **participatif**. Deux réunions de consultation nationale ont été organisées dans chaque pays. De plus, la norme a été l'objet de consultations lors de deux réunions régionales. Des réunions personnelles avec les ministères de l'Agriculture, les bureaux nationaux des normes et la Communauté d'Afrique de l'Est ont également eu lieu.

Les projets de norme ont aussi été envoyés à une liste d'environ 800 personnes. Les mouvements biologiques nationaux du Kenya (KOAN), de la Tanzanie (TOAM) de l'Ouganda (NOGAMU) et autres les ont ensuite fait circuler.

➤ Tests et comparaisons de la norme

L'EAOPS a été **testée sur le terrain** par un groupe d'inspecteurs biologiques en Ouganda. Ils ont conclu que la norme fonctionnait bien, mais plusieurs propositions d'amélioration ont été faites, ainsi que des recommandations de suppression de quelques normes.



Une inspection biologique

L'EAOPS a également été comparée aux normes de base de l'IFOAM et aux directives biologiques du *Codex Alimentarius*. La majeure partie de l'EAOPS s'est avérée parfaitement conforme à ces normes. Dans certains cas, la portée de la conformité de l'EAOPS est sujette à interprétation. Pour certaines normes (par ex., la période de conversion), l'EAOPS n'est pas conforme aux normes de référence.

➤ **Adoption finale**

En avril 2007, l'EAOPS²³ a été adoptée par la Communauté d'Afrique de l'Est sous le nom de Norme est-africaine (EAS) 456. Son adoption par la Communauté en fait **la norme officielle pour les États partenaires et des normes publiques nationales ont été supprimées**²⁴.

7.2.2. Norme biologique du Pacifique

☐ **Présentation**

La norme biologique du Pacifique a été rédigée pour certifier la production biologique **dans les pays et les territoires insulaires du Pacifique**. Elle est destinée à servir de base à la valorisation de l'agriculture biologique parmi les agriculteurs et les consommateurs, au renforcement de la capacité de production biologique régionale et à la promotion du développement des marchés locaux, régionaux et internationaux pour les produits issus de l'agriculture biologique dans le Pacifique.

Adoptée par la Conférence des ministres de l'Agriculture et de la Pêche du Pacifique, elle constitue désormais une plateforme pour la poursuite du développement des politiques locales relatives à l'agriculture biologique.

Les dispositions de la norme biologique du Pacifique tiennent compte aussi bien des traditions agricoles locales que de deux normes biologiques mondiales, les normes de base de l'IFOAM et le *Codex Alimentarius*. Les domaines couverts sont la production végétale, l'élevage, l'aquaculture, la transformation et la manipulation, la justice sociale et le traitement des textiles. Elle couvre aussi l'atténuation du changement climatique, domaine peu abordé dans d'autres normes.

Elle a été rédigée de manière à être aisément accessible et compréhensible. Elle est rédigée en principes généraux et normes. Elle est illustrée de photos agréables pour donner envie au lecteur de tester la production biologique dans le Pacifique.



Producteurs biologiques du Pacifique

²³ unctad.org/fr/Pages/Home.aspx.

²⁴ www.organic-world.net/index.html.

Les objectifs de la norme biologique du Pacifique sont les suivants :

- **garantir** le développement et le maintien de systèmes de **production durables** ;
- **protéger les consommateurs** contre la tromperie et la fraude sur le marché et contre des allégations sans fondement ;
- **protéger les producteurs** de produits biologiques contre les fausses déclarations de produits agricoles non issus de l'agriculture biologique ;
- **veiller à ce que toutes les étapes** de production, traitement, stockage, transport et commercialisation **fassent l'objet de contrôles vérifiant la conformité à la norme** ;
- **aider à informer les consommateurs** du caractère de la production biologique dans le Pacifique.

❑ Comment l'utiliser ?

La norme relative aux produits biologiques du Pacifique peut être **utilisée** pour l'**auto-évaluation** par les producteurs, les **déclarations de conformité** sur le marché et la **certification** par les instances de certification dans la région et les **systèmes de garantie participative**. Il s'agit d'une norme volontaire.

Elle fait office de plateforme pour le label commun des produits biologiques dans la région du Pacifique et pour gagner la confiance du consommateur. La norme précise aussi des orientations qui peuvent être utilisées dans les négociations internationales portant sur les normes. En outre, elle **peut servir de base pour les accords d'équivalence avec d'autres pays** et régions.

❑ Label

Les opérateurs certifiés conformes à la norme biologique du Pacifique peuvent utiliser pour leurs produits le nom et le label de la **Communauté du Pacifique pour l'agriculture biologique et le commerce équitable** (POETCom). Hébergée par la Communauté du Pacifique (www.spc.int), elle est gestionnaire de la certification Bio « Organic Pasifika ».

Depuis 2010, les surfaces agricoles bio dans le Pacifique ont été multipliées par 4. Elles couvrent désormais 72 000 ha. La Communauté océanienne pour l'agriculture biologique et le commerce équitable (POETCom), qui réunit 17 pays insulaires du Pacifique, accompagne le développement de la filière depuis 2009. Le contrôle des produits par des organismes tiers extérieurs a longtemps été le seul moyen, pour les petites îles du Pacifique, de faire reconnaître une production en bio, mais cela a un coût. Par ailleurs, l'agriculture traditionnelle du Pacifique est très proche de l'AB. C'est pourquoi, depuis 2008, **la POETCom conduit un travail qui consiste à adapter les règles du bio au contexte local**.



❑ Application de la norme biologique du Pacifique

Elle est à ce jour appliquée pour un projet de SGP. Des programmes de garantie participative basés sur la norme biologique du Pacifique peuvent utiliser une version spéciale des SGP du label POETCom. Les labels peuvent être utilisés tant sur les produits certifiés que sur les productions en voie de conversion.

❑ Processus d'élaboration de la norme

La Norme océanienne d'agriculture biologique (**NOAB-2019**) a été élaborée en 2007 dans le cadre d'un projet financé par le **FIDA (Fonds international de développement agricole) et mise en œuvre par l'IFOAM** en coopération avec le **Secrétariat de la Communauté du Pacifique (SPC)** et la **ROTF (Regional Organic Task Force)**. Le Secrétariat de la Communauté du Pacifique (SPC) regroupe les membres suivants : les Samoa américaines, l'Australie, les Îles Cook, les États fédérés de Micronésie, les Îles Fidji, la France, la Polynésie française, l'île de Guam, les Kiribati, les Îles Marshall, la République de Nauru, la Nouvelle-Calédonie, la Nouvelle-Zélande, Niue, les Mariannes du Nord, les Palaos, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Îles Pitcairn, les Samoa, les Îles Salomon, les Tokelau, les Tonga, Tuvalu, les États-Unis, Vanuatu et Wallis-et-Futuna.

La **ROTF** a représenté un **partenariat public/privé très important et fructueux** dans l'élaboration de la norme. Les membres de la *Task Force* étaient des représentants des mouvements biologiques nationaux, des pouvoirs publics, des entreprises biologiques et des ONG régionales. La participation des associations biologiques nationales, des gouvernements et du secteur privé a permis une réelle appropriation de la norme biologique du Pacifique par les parties prenantes régionales.

La NOAB a été officiellement reconnue en septembre 2008 par le HOAFS et la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM). Cette norme a fourni un cadre pour la poursuite des échanges sur le développement d'une politique régionale de soutien à l'agriculture biologique. La création d'une norme océanienne d'agriculture biologique va pouvoir élargir progressivement l'assise du bio dans le Pacifique (CTA/Spore, 2017).

➤ **Rédaction et consultation**

L'élaboration de la norme biologique du Pacifique a comporté un processus de consultation régionale intense. Cette norme a aussi fait l'objet de comparaisons avec des normes biologiques internationales afin de définir dans quelle mesure elle en était différente.

En 2006, les activités liées à cet objectif concernaient principalement la « **mise en place d'un réseau** » identifiant et sensibilisant les parties prenantes quant à l'importance de disposer d'une norme biologique régionale du Pacifique. Le travail consistait à **diffuser des informations et fournir des outils** pour comprendre les principaux aspects techniques de ce sujet.

L'année 2007 a vu démarrer le processus **d'élaboration des normes** et la **constitution de la ROTF**. Cette équipe était formée d'experts en production biologique sélectionnés par chaque pays participant afin de constituer l'équipe technique pour le développement régional de la production biologique et en particulier pour le développement de normes biologiques régionales.

La première réunion de la ROTF s'est tenue en novembre 2007. L'objectif de la norme biologique régionale ainsi que la méthodologie et le processus à suivre pour son élaboration y ont été définis de manière participative. Le premier projet de norme a été rédigé sur la base des résultats de cette réunion. Il a été diffusé pour une première consultation aux membres de la ROTF et du SPC en janvier 2008. La deuxième version du projet intégrait ces contributions, en particulier celles relatives aux pratiques agricoles traditionnelles encore en vigueur.

Cette version a été présentée pour discussion à la ROTF lors de sa deuxième réunion en mars 2008. Les résultats de cette discussion ont été intégrés à la troisième version du projet qui a été alors plus largement diffusée, à savoir auprès des agences de certification actives dans la région, le public concerné, les membres de l'IFOAM et les gouvernements régionaux selon un processus de consultation. La quatrième version qui en a découlé a été étudiée et amendée lors de la troisième réunion de la ROTF en mai 2008. La version finale de la norme biologique du Pacifique a été achevée en juin 2008 et présentée et approuvée lors de la réunion du *Pacific High Level Organics Group* qui s'est tenue à Niue.

➤ **Lancement officiel**

La première norme biologique du Pacifique²⁵ a été officiellement adoptée par le président du **Pacific High Level Organics Group (PHLOG)** et le Premier ministre des Samoa, à l'occasion de la Conférence des ministres de l'Agriculture et des Forêts organisée à Apia, aux Samoa, en septembre 2008. Des réunions et des discussions ont également eu lieu avec plusieurs partenaires clés sur l'avenir de l'agriculture biologique dans la région, par exemple, sur la gestion et la mise à jour de la norme biologique du Pacifique et la procédure de certification en vertu de la norme.

□ **Évolution**

En 2009, la ROTF a entamé sa transition vers la Communauté du Pacifique pour l'agriculture biologique et le commerce équitable (POETCom) qui est responsable de la mise en œuvre du plan d'action régional et fait office d'instance de référence pour les mouvements de l'agriculture biologique et du commerce équitable de la région. La POETCom, qui est hébergée par la SPC, est en train de mettre en place sa structure de gouvernance et de gestion. Le *Pacific High Level Organics Group* (PHLOG) regroupe les leaders du Pacifique qui ont démontré leur engagement envers le développement de l'agriculture biologique dans la région et fournissent un soutien politique de haut niveau¹⁰.

En 2012, les chefs des services agricoles et forestiers (HOAFS) des îles du Pacifique ont délégué à la Communauté du commerce biologique et éthique du Pacifique (POETCom) le mandat de gestion de la Norme océanienne d'agriculture biologique (NOAB) et du POGS (système de garantie biologique du Pacifique).

7.2.3. **Autres normes régionales**

Les **pays d'Amérique centrale** (Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua, Panama et Costa Rica) **et la République dominicaine** mènent un processus en vue d'élaborer un **règlement régional harmonisé relatif à l'agriculture biologique sur le continent américain**. Le système comprend des normes pour la production et le traitement biologiques, des exigences pour l'obtention de la certification biologique et pour l'importation et un système de supervision du règlement par les gouvernements.

En Asie de l'Est, du Sud-Est et du Sud, les **normes biologiques régionales asiatiques (AROS)** sont en cours d'élaboration. Douze pays asiatiques y participent, notamment la Chine, la Thaïlande, l'Inde, la Malaisie, l'Indonésie et les Philippines. L'objectif consiste à

²⁵ La norme biologique du Pacifique est disponible à l'adresse : www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/pacificorganicstandard_french_web.pdf.

établir une plateforme pour la reconnaissance des importations dans les pays participants. Les pays concernés sont en train d'élaborer une norme régionale qui peut aussi faire office de référence pour une reconnaissance réciproque. Cette norme pourrait cependant aussi être utilisée pour une certification directe dans les pays ne possédant pas de règlement biologique obligatoire ou pour l'élaboration de nouvelles normes²⁶.

²⁶ *Ibid.*

7.3. Standards privés

La *Soil Association* britannique a publié en 1967 les premiers standards biologiques privés. Il s'agissait plus d'un ensemble de principes directeurs que des standards de production et de transformation détaillés en vigueur actuellement. En 1970, d'autres organismes ont également publié leurs propres standards.

Les standards privés qui ont été élaborés en Europe et aux États-Unis étaient motivés par le besoin des agriculteurs biologiques de la région de disposer d'une définition commune du terme « biologique ». Cela visait à la fois à rassurer le nombre croissant de consommateurs et à empêcher les prétentions frauduleuses et la concurrence déloyale. Ce sont les associations d'agriculteurs qui ont publié tous les premiers standards biologiques.

Simultanément à la publication de standards, les associations se sont attelées à la vérification de la conformité à ces standards. C'est ainsi que des instances de certification établies dans les années 1970 et 1980 ont également publié leurs propres standards. Ces normes ont conféré une identité aux associations d'agriculteurs et ont permis de fidéliser les agriculteurs. Les premières normes de base de l'IFOAM publiées en 1980 reposaient sur ces standards privés.

Le résultat de cette filiation est qu'il existe dans le monde entier de nombreux standards biologiques privés pour la production et la certification. L'annuaire *Organic Certification Directory* publié par la revue *The Organic Standard* a identifié 549 instances de certification biologique.

Même si cette abondance de standards a généré quelques problèmes liés à la reconnaissance réciproque et au commerce, elle présente aussi quelques avantages. Comme les standards sont définis dans la région dans laquelle travaille l'instance de certification, ils sont généralement mieux adaptés à la culture et aux écosystèmes locaux que les standards définis à distance. Cela a également entraîné l'élaboration dynamique de normes biologiques. Les standards définis au sein d'une petite organisation peuvent s'adapter plus rapidement à de nouvelles évolutions ou à l'arrivée de nouveaux intrants sur le marché.

Conséquence de ce dynamisme, des standards biologiques privés ont été élaborés pour couvrir des activités généralement non prises en compte dans les règlements, notamment le traitement des textiles, l'aquaculture, la restauration, les cosmétiques et autres. De par leur nature, les règlements ont tendance à exclure ces activités et avoir un champ d'application plus restreint.

Les standards privés ont déterminé le contenu des normes de base de l'IFOAM, qui ont à leur tour eu une grande influence sur le règlement européen 834/2007, qui lui-même a influé sur le contenu de la plupart des autres règlements biologiques et les directives du *Codex Alimentarius*. Du point de vue historique, on peut donc dire que les normes biologiques se sont développées de bas en haut et n'ont pas été imposées par des instances supérieures.

Le grand nombre de standards biologiques ne devrait pas laisser à penser qu'il existe nécessairement de grandes différences de l'une à l'autre. Les normes de base de l'IFOAM et le règlement européen 834/2007 ont dicté le contenu de standards biologiques privés dans le monde entier. Les différences résident le plus souvent dans l'importance plus ou moins grande accordée aux différentes sections. Par exemple, dans les pays où l'élevage biologique n'en est qu'à ses débuts, les standards privés relatifs à l'élevage seront vraisemblablement plus élémentaires que dans ceux où l'élevage tient une place plus importante. Les différences reflètent aussi les attentes des consommateurs locaux.

Des efforts ont été consentis dans le secteur privé pour s'éloigner du modèle de « standards propre à l'instance de certification » et élaborer des standards conjoints. Citons, par exemple, la norme de production et de transformation biologique pour les pays tiers des instances de certification agréées équivalente à celle de l'Union européenne. Il s'agit d'une norme utilisée par 15 instances de certification agréées par l'UE comme travaillant en conformité avec les règlements européens.

Une autre tendance est celle de la **définition par les instances de certification privées de standards dans des domaines extérieurs au secteur biologique classique**, mais dans lesquels il existe une forte demande de produits biologiques. L'exemple le plus important est celui de la **certification d'une production socialement équitable**. Ecocert et l'*Institute for Marketecology* (IMO) sont deux instances de certification qui procèdent à ce type de certification. L'élaboration de ces standards peut aussi être interprétée comme une réaction à l'attitude trop stricte de la *Fairtrade Labelling Organisation* (FLO) qui n'autorise pas les instances de certification autres que FLO-Cert à contrôler la conformité à leurs normes. Les normes de Fairtrade comportent aussi des limites quant aux types d'organisations susceptibles d'être certifiés. Les instances internationales de certification biologique aimeraient pouvoir offrir tous les types de certifications à leurs clients et une certification d'équité sociale à tous les types de clients, des programmes d'aide aux petits planteurs aux plantations.

7.3.1. Naturland

Naturland²⁷ est une association d'agriculteurs allemande a été fondée en 1982 à Graefelfing près de Munich. Le travail de notre association organique est régi par les statuts de Naturland e.V.. Naturland est représenté dans chacun des Länder allemands par des collaborateurs à temps plein et des bénévoles. En dehors de l'Allemagne, Naturland est représentée par des bénévoles sur tous les continents et par des employés locaux à plein temps dans certains pays. Elle est reconnue comme organisation à but non lucratif et ses normes et son logo sont bien connus sur le **marché allemand. Le contrôle des standards est réalisé par des instances d'inspection indépendantes, alors que la décision de certification selon les standards de Naturland est prise par Naturland même.**



Naturland compte 140 000 membres dans le monde entier, dont 4 500 agriculteurs en Allemagne.

La norme de Naturland couvre les domaines suivants :

- production,
- apiculture,
- aquaculture,
- sylviculture,

²⁷ Voir www.naturland.de

- pêche durable,
- transformation,
- textiles,
- produits cosmétiques,
- normes de Naturland relatives à la responsabilité sociale,
- normes de Naturland relatives au commerce équitable.

7.3.2. Soil Association

La *Soil Association*²⁸ a été créée en 1946 et s'est depuis lors consacrée à l'élaboration de standards, la certification et la promotion de l'agriculture biologique. De nos jours, les **activités d'information** et de promotion sont bien séparées des **activités de certification**. Son logo est bien connu et bénéficie d'une position forte sur le **marché du Royaume-Uni**, pays dans lequel cette association est basée.



Les standards, qui sont parmi les plus à la pointe du secteur biologique, couvrent les domaines suivants :

- agriculture,
- aliments et boissons,
- santé et cosmétique,
- textiles,
- cuirs et peaux,
- commerce équitable,
- aquaculture,
- abattoirs,
- marchés aux bestiaux,
- autorisations exceptionnelles,
- équivalence.

Les versions actualisées des normes de la Soil Association pour la Grande-Bretagne et des normes biologiques pour la Grande-Bretagne portent respectivement les numéros de version 1.1 et 1.1 et ont remplacé les versions précédentes sur le site Web.

7.3.3. Bio Suisse

Bio Suisse²⁹ est une association d'agriculteurs biologiques suisses qui a défini des standards pour la production biologique. Son logo, le « Bourgeon », est le logo **biologique le plus important de Suisse**.

Les **producteurs**, transformateurs et négociants **internationaux ne peuvent pas être officiellement « certifiés »** en leur propre nom par Bio Suisse, mais peuvent être **agréés par Bio Suisse**. Pour pouvoir vendre des produits marqués du logo en Suisse, toutes les opérations de la chaîne de production doivent être agréées par Bio



²⁸ Voir www.soilassociation.org

²⁹ Voir www.bio-suisse.ch/fr/index.php

Suisse. Seul un importateur suisse certifié par Bio Suisse peut faire une demande d'agrément par Bio Suisse pour des fournisseurs internationaux ; les opérateurs internationaux ne peuvent pas introduire de demande en leur propre nom, mais doivent passer par un importateur suisse.

Priorité est donnée aux importations des régions ou pays de production les plus proches. L'importation de produits frais d'outre-mer n'est possible que s'ils ne peuvent être produits en Europe pour des raisons climatiques. **Les produits Bio Suisse ne peuvent pas être exportés par avion.**

7.3.4. KRAV

KRAV³⁰ est une organisation suédoise dont les normes et le logo **sont bien connus en Suède**. Ses **standards sont plus stricts que la législation européenne dans plusieurs domaines**. Pour importer des produits, une instance de certification ou une certification supplémentaire doivent attester que la production est conforme aux exigences plus strictes.



³⁰ Voir www.krav.se/english

7.4. Autres standards et systèmes de certification sociaux et environnementaux

7.4.1. Rainforest Alliance



Les standards de la *Rainforest Alliance*³¹ sont **élaborés** en coopération par les membres du Réseau pour l'agriculture durable (**Sustainable Agriculture Network** ou **SAN**). Il s'agit d'un réseau d'organisations non gouvernementales environnementales basées en Amérique centrale et latine. L'objectif du SAN est d'améliorer les conditions environnementales et sociales dans l'agriculture tropicale par le biais de la certification de l'agriculture.

L'un des principaux buts est de faire **cesser l'exploitation de la forêt tropicale et sa transformation en terres cultivées**.

Ses normes couvrent trois principaux domaines : la **biodiversité, les conditions sociales et l'utilisation sûre des pesticides chimiques**. La certification de Rainforest Alliance n'est pas une certification de production biologique, mais les standards relatifs à la production agricole sont fortement influencés par les exigences de bonne pratique agricole. La protection de la forêt tropicale est capitale. L'association a dressé une liste des pesticides interdits et élaboré des normes pour l'utilisation des produits chimiques. Elle a commencé par certifier la production de café et de bananes, mais actuellement, le standard et le **système de certification couvrent la quasi-totalité des cultures**. La certification aux standards est réalisée par des instances de certification indépendantes.

7.4.2. Fairtrade

La *Fairtrade Labelling Organization*³² (FLO) est une organisation internationale qui certifie les produits issus du commerce équitable.

La FLO s'occupe de **commerce équitable : les petits exploitants, les travailleurs agricoles et les ouvriers dans les usines** doivent recevoir une rémunération juste et travailler dans des conditions équitables. Le café a été le premier produit à être certifié, mais la certification s'est à présent étendue à toutes sortes de produits alimentaires. Pour certaines cultures, comme le café et le cacao, la certification exige encore qu'elles soient produites par de petits exploitants organisés en coopératives alors que de nombreuses autres cultures peuvent être produites dans des plantations. Les programmes d'aide aux petits planteurs sont un troisième mode d'organisation accepté pour certaines cultures dans certains pays. À ce jour, aucun des pays couverts n'est un État ACP.



Les standards couvrent la production, la transformation et la vente. **Ils sont basés sur**

³¹ Voir www.rainforest-alliance.org

³² Voir www.fairtrade.net

les conventions de l'Organisation internationale du travail (OIT) relatives aux conditions sociales et financières tels les salaires, les horaires de travail, la discrimination, la santé et la sécurité au travail. D'autres domaines concernés sont le travail des enfants, le droit à l'organisation et à la création de syndicats. Les standards de la FLO **couvrent aussi des conditions environnementales** et réglementent, sans l'interdire, le recours aux pesticides chimiques. Le standard définit aussi un **prix minimum** pour certaines cultures en fonction du prix du marché mondial et des coûts de production.

FLO-Cert est une instance de certification indépendante qui effectue la plus grande partie de la certification Fairtrade, une petite partie étant confiée à des instances de certification spécialisées dans la certification biologique.

7.4.3. IMO, Fair for life

L'*Institute for Marketecology*³³ (IMO) est l'une des principales instances de certification pour la production biologique. L'IMO est basé en Suisse, mais possède des bureaux dans le monde entier. Elle certifie la conformité aux principales législations et normes, mais a également défini une **norme de commerce équitable, Fair for life, qui concerne tant les opérateurs biologiques que les autres opérateurs.**



Il s'agit d'un programme de certification tiers de responsabilité sociale et de commerce équitable dans les activités relatives à l'agriculture, à la transformation et au commerce. La norme inclut aussi des **critères environnementaux détaillés**. Le système est conçu **tant pour les produits alimentaires que pour les produits non alimentaires** (cosmétiques, textiles, etc.) et associé au logo *Fair for life*.

7.4.4. Ecocert

Ecocert³⁴ est une autre instance de certification majeure active à l'échelon international. Elle est basée en France. La certification Ecocert contrôle essentiellement la conformité au règlement européen, mais aussi au programme biologique national américain et au règlement biologique japonais. Ecocert a élaboré **son propre standard de commerce équitable** qui s'applique aux aliments, aux cosmétiques et aux textiles. Il est lié au label de commerce équitable d'Ecocert. Ecocert a également élaboré une norme pour les cosmétiques biologiques.



³³ Voir www.fairforlife.net.

³⁴ Voir www.ecocert.com.

7.5. Certification

7.5.1. Qu'est-ce que la certification ?

La certification est un système qui permet de déterminer et confirmer la conformité à un standard de produits, services, etc.

Cette confirmation peut être réalisée de la manière suivante :

Première partie	le fournisseur (producteur)
Deuxième partie	le client (acheteur)
Troisième partie	une instance indépendante

Dans l'agriculture biologique, la certification renvoie généralement à la certification par un tiers. Dans ce cas, l'instance de certification est supposée être neutre ou défendre des intérêts équilibrés (à la différence d'une instance contrôlée par l'une ou l'autre des parties intéressées).

Dans l'agriculture biologique, la certification concerne aussi bien les produits que les systèmes de qualité. Il s'agit principalement de certifier un système ou une méthode de production, y compris les produits qui en sont issus.

Le **producteur** est responsable de la conformité de sa **production aux normes/standards et aux procédures biologiques** et le travail de l'**inspecteur** consiste à **s'en assurer**.

La certification comme outil commercial

La certification est un outil commercial **qui permet aux producteurs de toucher un marché biologique et souvent de vendre des produits à un prix plus avantageux** que la production conventionnelle. Le besoin de production biologique naît de la distance entre le consommateur et le producteur et de l'ignorance des méthodes et attentes de l'autre partie consécutive à cette distance. La distance ne doit pas nécessairement être un grand éloignement géographique même s'il s'agit bien souvent d'un commerce international. On peut dire que la **certification instaure ou renforce la confiance entre les parties**.

7.5.2. Éléments d'un système de certification

Qui doit faire l'objet d'une certification ?

Toutes les parties qui acquièrent la propriété du produit doivent être incluses dans le système de certification. Il peut s'agir d'agriculteurs, d'une coopérative, de transformateurs, de grossistes et d'importateurs.

❑ Normes et standards

Il est nécessaire d'établir une norme ou un règlement décrivant les méthodes préconisées ou prohibées pour servir de base à la certification.

❑ Exigences de certification

L'instance de certification définit souvent un ensemble d'exigences relatives aux procédures concrètes à respecter par le producteur. Il peut s'agir, par exemple, d'exigences plus détaillées en matière de documentation non couvertes par les normes, mais aussi des démarches en cas de non-paiement de factures et du traitement des plaintes des producteurs.

❑ Contrats

Il doit exister un contrat entre le producteur et l'instance de certification qui **réglemente la relation commerciale entre les deux parties**. Le contrat réglemente souvent le droit à l'information, à la confidentialité, les coûts, etc.

❑ Documentation

La production doit être **décrite de manière détaillée, notamment les intrants, les semences, les repiquages, un plan des terres utilisées, les chaînes de production, des formules, etc.** Les exigences incluent la tenue d'un journal des activités agricoles et de traitement.

❑ Inspection

Lors de sa visite de contrôle, l'inspecteur **passe en revue la documentation et les activités sur le terrain**. La visite peut prendre de plusieurs heures à plusieurs jours, en fonction de la taille et de la complexité de l'entreprise visitée. **L'inspection de groupes d'agriculteurs dotés d'un système de contrôle interne prend notamment un certain temps**. À la fin de l'inspection, l'inspecteur prévoit souvent une entrevue de fin d'inspection au cours de laquelle il présente les principaux résultats de l'inspection et permet au producteur de faire des commentaires et de fournir des explications.



❑ Tests

La qualité biologique ne peut être vérifiée par des tests sur les produits. **Dans certains cas, on peut réaliser des tests sur les produits pour déceler une non-conformité**. La plupart des programmes de certification incluent des tests de plus ou moins grande envergure. Il peut s'agir de tests portant sur le sol ou les plantes, sur les intrants ou sur les produits finis. Les exigences des normes, du contrat ou de certification doivent indiquer quelle partie (instances de certification ou producteur) assume le coût des analyses.

❑ Rapport d'inspection

Un rapport de certification est rédigé après l'inspection. Les rapports d'inspection peuvent revêtir des aspects différents en fonction de l'instance de certification. Dans certains systèmes, par exemple dans l'UE, le producteur doit confirmer que les résultats du rapport d'inspection sont justes. Pour ce faire, il doit parfois signer le rapport complet, mais le plus souvent, il signe un rapport résumé le jour même de la visite.

❑ Décision de certification

L'instance de certification prend une décision en se fondant sur le rapport d'inspection. Il est parfois nécessaire de lever des doutes sur certaines questions avant de prendre une décision. La décision de certification peut être positive ou négative. Quelquefois, seule une partie de la production est certifiée. **Il n'est pas rare que la décision de certification soit assortie d'un éventail de conditions que doit respecter le producteur selon un calendrier donné.**

❑ Appels et plaintes

Un producteur **peut toujours faire appel d'une décision de certification qui ne lui semble pas juste**. Les producteurs peuvent formuler des plaintes par rapport à la procédure de l'instance de certification, mais aussi des plaintes plus générales relatives au système de certification.

❑ Règlement des frais de certification

Les modalités de paiement de la certification diffèrent selon l'instance de certification. Le tarif varie avec des coûts pour les exploitations, les heures passées par l'inspecteur, le déplacement, les décisions de certification, la délivrance de certains documents, la résolution de problèmes, la vérification des intrants et des formules. Certaines instances de certification font payer un forfait par exploitation ou par produit. Il est courant qu'une partie des frais au moins soit réglée à l'avance et qu'une facture finale soit payée après la décision de certification.

❑ Certificat

Le certificat est un document qui montre que le producteur et sa production sont certifiés conformes et permet de prouver à l'acheteur qu'un produit donné est certifié biologique.



❑ Logo

De nombreuses réglementations et standards privés associent un logo à leur système. Le logo est le principal moyen d'informer le consommateur qu'un produit est biologique.

❑ Information

Une instance de certification, une norme et le propriétaire du logo mènent des actions de communication pour faire connaître le logo auprès des consommateurs.

❑ Confidentialité

L'instance de certification doit garder **confidentielles des informations telles que les méthodes de production, les coûts de production, les revenus issus des ventes, les acheteurs des produits, les fournisseurs d'intrants et les formules**. Les produits certifiés, le nom et l'adresse du producteur sont des informations officielles, mais peuvent ne pas être révélées tant que le produit n'a pas été mis sur le marché.

Pour un examen approfondi et une meilleure compréhension de la certification de la production biologique, nous recommandons la lecture de l'ouvrage *Building trust in organics*³⁵.

7.5.3. Certification pour le marché à l'exportation

Au moment de planifier les ventes d'une production biologique, il est important de savoir où les produits seront vendus. Les exigences sont différentes sur les marchés européen, américain ou japonais, par exemple. Pour certains marchés, il existe des logos biologiques privés bien connus qui peuvent imposer des exigences supplémentaires en vue d'une nouvelle certification. Les consommateurs et les supermarchés n'ont pas non plus les mêmes exigences. Pour toutes ces raisons, **il est nécessaire de bien connaître les marchés au moment de décider de la norme et de la certification à utiliser.**

Les législations des trois marchés cités ci-dessus sont différentes, voire contradictoires. Même s'il est possible d'obtenir une certification pour les trois pays, les coûts administratifs augmentent et les coûts de certification sont également plus élevés. En conclusion, cette solution n'est pas praticable, du moins au début.

La publication *The Organic Standard*³⁶ est un annuaire de la certification biologique qui propose une liste de toutes les instances de certification de l'agriculture biologique dans le monde entier et qui indique sur quels marchés ces instances sont acceptées.

L'annuaire de certification 2011 reprend les instances de certification suivantes pour l'Union européenne, les États-Unis, le Japon et le Canada.

Instance de certification	Pays d'implantation
Overseas Merchandise Inspection Co., Ltd. (OMIC)	Japon
Ecocert SA (Service international)	France
CERES - Certification of Environmental Standards GmbH	Allemagne
BCS Öko-Garantie GmbH	Allemagne
Instituto per la certificazione Etica e Ambientale (ICEA)	Italie
Bioagricert S.R.L.	Italie

³⁵ Voir www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/buildingtrust_2007_0.pdf.

³⁶ Voir www.organicstandard.com.

CCPB Ltd	Italie
Control Union Certifications B.V.	Pays-Bas
Institute for Marketecology (IMO)	Suisse
Argencert S.R.L.	Argentine
LETIS S.A.	Argentine
Food Safety S.A.	Argentine
Pro-Cert Organic Systems Ltd (Pro-Cert)	Canada
OCIA International, Inc. Organic Crop Improvement Association	États-Unis
Oregon Tilth, Inc. (OCTO)	États-Unis
Organic Certifiers Inc.	États-Unis
Quality Assurance International (QAI)	États-Unis
OneCert	États-Unis
Washington State Department of Agriculture (WSDA)	États-Unis
Global Organic Alliance Inc.	États-Unis
NASAA Certified Organic	Australie
Australian Certified Organic Pty Ltd (ACO)	Australie
Organic Food Chain Pty Ltd (OFC)	Australie
BioGro New Zealand Ltd	Nouvelle-Zélande
AsureQuality	Nouvelle-Zélande

Il existe aussi d'autres instances de certification qui sont acceptées sur un ou deux des marchés. Les pages Internet pertinentes des États-Unis³⁷ et de l'UE³⁸ répertorient les instances de certification agréées. Le secteur pour lequel un pays accepte la certification biologique d'un autre pays, les instances de certification agréées par un pays ou une région donnés sont des informations qui évoluent en permanence. Il est donc important de disposer d'informations à jour.

Expériences de producteurs certifiés

Au cours d'une étude, plusieurs **exploitations exportatrices en Ouganda et en Tanzanie** ont été interrogées sur leur **expérience du processus de certification biologique**. Toutes ces exploitations avaient participé au projet EPOPA (*Export Promotion of Organic Products from Africa* ou Promotion de l'exportation de produits

³⁷ Voir www.ams.usda.gov/AMSV1.0/nop.

³⁸ Voir ec.europa.eu/agriculture/ofis_public.

biologiques africains) reprenant des producteurs est-africains qui produisaient des cultures d'exportation biologiques ou se lançaient dans cette activité. Toutes les exploitations venaient de passer par la phase de conversion à la production biologique et par la certification.

Plusieurs exportateurs ont déclaré qu'il leur avait fallu longtemps pour comprendre les différentes étapes et la logique de l'instance de certification. L'un d'entre eux a déclaré que c'était le chaos au départ, mais qu'après plusieurs années, la certification était gérable et compréhensible. Toutes les exploitations ont également signalé qu'**au début, les coûts de la certification étaient presque impossibles à supporter**, mais que **plus tard**, lorsque l'exportation biologique devenait très rentable, **même si les coûts restaient élevés, ils étaient beaucoup plus supportables** et indispensables pour pénétrer le marché de l'exportation.

Quasiment tous les exportateurs participants **avaient fait appel à un consultant pour s'occuper de la certification**, en particulier les systèmes de contrôle interne pour la certification de groupe (ou prévoient de recruter un consultant). De nombreux exportateurs réclamaient des inspecteurs chevronnés, implantés dans le pays et au fait des affaires locales. Les inspecteurs débutants causaient souvent des soucis. Les exportateurs avaient également compris **l'importance de former les agriculteurs** (certifiés en groupe) et le **personnel agricole**.

7.5.4. Certification individuelle et de groupe

En matière de certification, la règle générale est que chaque exploitation se fait certifier en son nom. **La norme est une exploitation, un inspecteur, une certification.** Lorsque la certification de l'agriculture biologique s'est étendue aux pays en développement où les petits exploitants sont nombreux, le système de certification a dû évoluer. Les coûts de l'inspection et de la certification étaient souvent plus élevés que la valeur de l'ensemble de la récolte biologique, surtout lorsque les inspecteurs se déplaçaient depuis l'Europe ou les États-Unis.

Un système a été mis en place pour résoudre ce problème : **les systèmes de certification de groupes d'agriculteurs ou les systèmes de contrôle interne (SCI).**

Dans un système de contrôle interne, l'instance de certification **délègue l'inspection** de chaque petit exploitant **à un gros producteur ou une coopérative**. Les petits exploitants sont organisés en un groupe qui est géré par un producteur dans le cadre d'un programme d'aide aux petits planteurs ou d'une coopérative. Pour chaque **petit exploitant**, il convient de prévoir **un contrat, une documentation relative à la production, un plan et au besoin une formation. La visite d'inspection** est réalisée **par un agent local/inspecteur interne**. Tout est organisé et effectué par le producteur ou la coopérative. Le rôle de l'instance de certification est d'évaluer le système des inspections internes pour s'assurer que le système fonctionne bien et déceler des non-conformités. L'instance de certification fait également quelques visites des petites exploitations, mais l'objectif de ces visites est de vérifier que le système mis en place par les producteurs ou la coopérative fonctionne bien.

Les **systèmes SCI** sont couramment **utilisés dans de nombreux pays en développement. Plusieurs milliers d'agriculteurs peuvent être certifiés collectivement.** Les systèmes SCI bien gérés sont aussi sûrs, si pas plus, que le système prévoyant un inspecteur par exploitation. Il faut cependant rappeler que les systèmes SCI sont plus complexes et donc plus difficiles à gérer.

L'**UE** et les États-Unis ont adopté des **procédures pour l'agrégation des systèmes SCI** et des orientations sur la manière de gérer ces systèmes. L'*ISEAL Alliance*³⁹, une organisation mondiale pour les normes sociales et environnementales, a rédigé un document décrivant les exigences pour la certification de groupes de producteurs qui peut être utile lors de la création d'un groupe de producteurs.

7.5.5. Certification sur le marché local, instances locales, Systèmes de garantie participatifs (SGP)

❑ Développement sur le marché local

Souvent, lorsque les produits biologiques sont destinés à l'exportation, toute l'attention se porte sur le marché de l'exportation et les possibilités d'y vendre les produits. Il ne faut pas pour autant oublier qu'il existe **aussi souvent un marché local pour les produits biologiques.** Si dans certains pays comme le Brésil, l'Inde ou la Thaïlande, le marché du bio est énorme, il existe aussi une certaine demande pour les produits biologiques dans beaucoup d'autres pays. La classe moyenne souhaite souvent obtenir des produits cultivés d'une manière écologique et sans pesticides. Les hôtels touristiques sont aussi un débouché potentiel pour les produits biologiques. Un producteur biologique peut **vendre des produits non destinés à l'exportation**, des produits de deuxième catégorie ou des cultures secondaires **qui sont aussi issus de la culture biologique.** Toutes ces options contribuent à la stabilité financière de la production biologique. Dans plusieurs projets d'exportation, l'exploitation s'est donné l'exportation comme premier objectif, mais au fil du temps, des canaux de vente et de distribution locaux se sont également développés.

❑ Certification de la production biologique pour le marché local

La principale certification pour les démarches à l'international convient également pour la majorité des produits biologiques vendus localement, mais d'autres solutions peuvent être préférables. Si, pour la production d'exportation, on fait appel à une instance de certification internationale dont les inspecteurs viennent de loin, il peut être préférable de **passer par une instance de certification locale pour la production destinée au marché local.** Citons, par exemple, des fruits qui étaient destinés à l'exportation, mais qui sont transformés pour le marché local. Une instance locale ne disposant peut-être pas des agréments nécessaires pour l'exportation, mais qui est reconnue localement, peut représenter une solution de proximité potentiellement moins onéreuse. Autre exemple, lorsqu'une deuxième culture est vendue sur le marché local, elle peut être certifiée par une **instance de certification locale ou un système de garantie participatif.**

³⁹ ISEAL, 2008: P035 ISEAL Common Requirement for the Certification of Producer Groups, Public Version 1, novembre 2008, disponible à l'adresse www.rainforest-alliance.org/business/agriculture/documents/iseal_req_group_cert.pdf.

❑ **Système de garantie participatif (SGP)**

Un Système de garantie participatif (SGP) est un système de gestion de la qualité similaire à une certification par un tiers ; il ne s'agit pas d'un système de production. Les systèmes SGP **impliquent de nombreuses parties prenantes comme les agriculteurs et les consommateurs** (qui sont des parties prenantes incontournables), **mais aussi des ONG environnementales, des groupes de consommateurs, des conseillers, des agences gouvernementales locales**, etc.

Les systèmes SGP ont été initialement créés en réaction à la certification par un tiers qui était axée sur la documentation papier, les organisations et les inspecteurs indépendants. De nombreux producteurs estimaient que l'écart était trop grand et souhaitaient un processus plus inclusif. Des groupes d'agriculteurs, consommateurs et autres ont vu le jour avec un système d'inspection réciproque au sein du groupe.

Les SGP et les systèmes de certification par un tiers se fondent sur les **mêmes principes d'agriculture biologique** de sorte que les normes de l'agriculture biologique certifiée SGP sont généralement les mêmes que celles de l'agriculture biologique certifiée par un tiers.

Les systèmes SGP rencontrent un grand succès dans plusieurs pays, surtout en Amérique latine, mais aussi en Afrique, en Asie et aux États-Unis. Le système **est principalement utilisé pour des ventes locales**, mais en certains endroits, les produits certifiés SGP sont acceptés au même titre que les produits certifiés par un tiers.

Les systèmes SGP sont assez diversifiés, ce qui leur permet de bien fonctionner dans de nombreuses conditions de production et d'assurance.

7.5.6. Les étapes de la certification

Entre les toutes premières étapes de planification de la production et des ventes et la vente réelle des produits biologiques, le processus⁴¹ est souvent complexe et fastidieux. Il comporte de nombreux éléments, notamment la connaissance de la production et de la transformation biologique, les équipements et les installations, l'organisation des petits exploitants (en cas de système ICS), la documentation, les contacts commerciaux, le transport et les exigences de qualité du produit vendu, pour n'en citer que quelques-uns.

Exemple : Activités de certification d'un projet d'exportation

1^{er} au 3 juillet 2006

Formation SCI du personnel de l'entreprise. Tout le personnel (six hommes et une femme) impliqué dans la gestion SCI a participé à la formation, qui comportait une présentation du contexte général du SCI et un examen approfondi du manuel SCI élaboré par l'entreprise. La formation comprenait aussi un exercice sur le terrain au cours duquel les rapports d'inspection internes ont été examinés et discutés.

⁴¹ L'étude « *Experiences with certification in EPOPA* » (www.grolink.se/epopa/Publications/Experiences-of-Certification-in-EPOPA). Le processus de certification d'exportateurs. Le texte a été légèrement modifié.

1^{er} au 5 août 2006

L'**inspection interne** a été réalisée après la première récolte. Le résultat était satisfaisant et seuls quelques petits ajustements ont été effectués sur le SCI appliqué.

Octobre 2006

Séances de formation à l'intention des agriculteurs. Six jours de formation à l'intention des agriculteurs ont été organisés afin de leur présenter le concept de l'agriculture biologique, avec un accent particulier sur la gestion biologique de la cardamome et de la vanille. Au total, 157 agriculteurs ont participé, dont 121 avaient déjà été recrutés par l'entreprise pour le projet de production biologique.

20 janvier 2007

Réunion d'agriculteurs. 255 agriculteurs au total ont participé à la réunion qui s'est tenue dans les bâtiments de l'entreprise, où se déroule la transformation des produits. Les thèmes de l'agriculture biologique, une mise à jour sur la commercialisation et des informations générales sur le projet biologique figuraient à l'ordre du jour.

19 avril 2007

Formation SCI pour le personnel de l'entreprise de nouveau à l'intention du personnel impliqué dans la gestion SCI.

23 au 27 avril 2007

Réalisation d'une inspection externe. Cette inspection a permis de découvrir qu'un groupe d'agriculteurs de la paroisse située le long de la route pulvérisait l'une des cultures non destinées à l'exportation, ce qui a entraîné l'exclusion de l'ensemble de la paroisse du projet biologique. Cependant, la certification biologique des autres agriculteurs du projet et de l'exploitation a été acceptée pour l'Union européenne le 8 août 2007 et pour le marché américain le 11 août 2007.

22 juin 2007

Réunion d'agriculteurs. 280 agriculteurs étaient présents lors de la réunion qui avait cette fois pour thèmes la production biologique, la sensibilisation au VIH/SIDA et les nouveautés du projet.

1^{er} août 2007

Une action de sensibilisation des agriculteurs au VIH/sida a été réalisée avec un bon taux de participation (70 agriculteurs).

26 au 31 octobre 2007

Une formation à la dessiccation des fruits a été proposée au personnel de l'entreprise affecté à la transformation (4 personnes).

7.5.7. Conseils aux producteurs faisant une demande de certification

Les conseils suivants à l'intention de l'opérateur sont extraits de *Experiences with Certification in EPOPA, October 2008*.

☐ Comment gérer la certification

- **Veillez à bien comprendre les exigences à satisfaire** pour obtenir la certification et ce qu'implique la signature du contrat avec l'instance de certification.
- Instaurez et **entretenez des relations avec les inspecteurs et l'instance de certification**. N'ayez pas peur de poser des questions, même si la personne à interroger se trouve au loin dans un autre pays.
- **Impliquez-vous dans les inspections**, les entrevues de fin de visite et les décisions de certification en communiquant avec l'instance de certification.
- **Si l'entreprise n'a pas la capacité nécessaire** ni de consultants qualifiés, **faites appel à un consultant afin d'obtenir de l'aide** pour les questions de certification.
- **Informez-vous sur le moment où doivent intervenir les différentes activités** relatives à la certification et sur les possibilités d'ajustement des exigences formelles aux réalités du terrain.

☐ Coûts et traitement des questions financières

- **Comparez les offres** de différentes instances de certification. Soyez conscient que l'offre la moins chère n'est pas toujours la meilleure. Demandez à des collègues de partager leurs expériences avec différentes instances de certification.
- Avant de signer un contrat avec une instance de certification, demandez quels sont les frais à payer, à quel moment et quelles sont les conséquences en cas de retard de paiement.
- Réglez vos factures en temps et en heure. Vous ne rémunérez pas une instance de certification pour obtenir une décision de certification positive, mais pour un service. Même si votre production n'est pas certifiée, vous devrez vous acquitter des frais d'inspection et de certification.
- Comptabilisez à la fois le temps consacré par votre personnel à la certification et les frais de l'instance de certification et incluez ce montant dans les coûts d'accès au marché pour les produits biologiques.

☐ Personnel

- **Affectez des collaborateurs expérimentés à la gestion de la certification.**
- **Envisagez de former** plusieurs personnes pour un poste clé afin de disposer d'une solution de secours au cas où la personne attirée à ce poste quitte l'entreprise.

☐ Documentation et ordinateurs

- **Conservez les documents et les registres** à jour et bien ordonnés.
- Formez le personnel pour qu'il se familiarise aux ordinateurs et aux programmes.
- Utilisez de bons programmes antivirus et mettez en place un système de sauvegarde.

❑ **Systemes de contrôle interne**

- **La documentation SCI** (système de contrôle interne pour la certification de groupe) doit être utilisée et non simplement présente pour l'inspecteur et l'instance de certification.
- Gérez votre personnel de terrain avec efficacité, les agents de terrain doivent avoir une charge de travail décente, être rémunérés régulièrement, voire recevoir une prime s'ils font un bon travail.

❑ **Décisions de certification**

- **Si vous avez des doutes concernant la certification, posez des questions à l'inspecteur** et à l'instance de certification. Lisez les informations envoyées par l'instance de certification.
- **Demandez des explications** si vous ne comprenez pas les décisions de certification et faites appel au besoin.
- En cas de problème, demandez toujours à l'instance de certification de citer les paragraphes de la norme ou les autres exigences de certification concernées.
- **Lisez le document de décision de certification**, traitez les exigences de certification rapidement et n'attendez pas la prochaine visite d'inspection.

❑ **Changement d'instance de certification**

Si vous souhaitez changer d'instance de certification, faites-le l'année d'expiration du contrat. Sachez que changer d'instance de certification peut être une démarche fastidieuse. Respectez les conditions nécessaires pour quitter une instance de certification (par exemple, s'acquitter des coûts de certification).

❑ **Calendrier des inspections**

Si la visite d'inspection doit se dérouler à un moment inopportun, essayez d'en modifier la date, mais n'oubliez pas qu'elle doit avoir lieu au moins une fois par an. Si la visite d'inspection est remise à plus tard, des problèmes d'expiration de certificats pourraient se poser ; sans certificat, les produits ne peuvent être vendus.

Annexe : Les instruments réglementaires en place et à venir (situation : septembre 2022)

1. Acte de base

Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le Règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil.

2. Législation secondaire : Règles de production

Règlement d'exécution (UE) n° 2020/464 de la Commission du 26 mars 2020 établissant certaines modalités d'application du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les documents nécessaires à la reconnaissance rétroactive des périodes aux fins de la conversion, la production de produits biologiques et les informations à fournir par les États membres (Règles supplémentaires concernant la conversion, le bien-être animal, la transformation).

Règlement d'exécution (UE) n° 2020/2042 de la Commission du 11 décembre 2020 modifiant le Règlement d'exécution (UE) n° 2020/464 en ce qui concerne sa date d'application et certaines autres dates visées dans ce règlement (Report de la date d'application).

Règlement d'exécution (UE) n° .../... de XXX de la Commission concernant l'autorisation de produits et substances destinés à être utilisés dans la production biologique et abrogeant le Règlement (CE) n° 889/2008 (avec annexes énumérant les substances autorisées). PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement délégué (UE) n° 2020/427 de la Commission du 13 janvier 2020 modifiant l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne certaines règles de production détaillées applicables aux produits biologiques (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° 2021/269 de la Commission du 4 décembre 2020 modifiant le Règlement délégué (UE) n° 2020/427 en ce qui concerne la date d'application des modifications apportées à certaines règles de production détaillées applicables aux produits biologiques visées à l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° 2020/2146 de la Commission complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 en ce qui concerne les règles de production exceptionnelles dans la production biologique (Règles de production supplémentaires pour faire face aux circonstances exceptionnelles et catastrophiques).

Règlement délégué (UE) n° 2021/1691 de la Commission du 12 juillet 2021 modifiant l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences en matière de tenue de registres pour les opérateurs de la production biologique (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° 2021/716 de la Commission du 9 février 2021 modifiant l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les règles de production biologique applicables aux

graines germées et aux endives, à l'alimentation de certains animaux d'aquaculture et aux traitements antiparasitaires destinés aux animaux d'aquaculture (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° 2020/427 de la Commission du 13 janvier 2020 modifiant l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne certaines règles de production détaillées pour les produits biologiques (Règles relatives aux graines germées, aux abeilles, à l'aquaculture).

Règlement délégué (UE) n° 2020/1794 de la Commission modifiant la partie I de l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'utilisation de matériel de reproduction végétal en conversion et non biologique (Augmentation de la disponibilité du matériel de reproduction).

Règlement délégué (UE) n° 2022/474 de la Commission du 17 janvier 2022 modifiant l'annexe II du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques applicables à la production et à l'utilisation des plantules non biologiques, en conversion et biologiques ainsi que d'autre matériel de reproduction des végétaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

3. Législation secondaire : Règles de contrôle

Règlement délégué (UE) n° 2021/715 de la Commission du 20 janvier 2021 modifiant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences applicables aux groupes d'opérateurs (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° .../... de XXX de la Commission complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en établissant des critères et conditions spécifiques pour les vérifications des comptes documentaires dans le cadre des contrôles officiels en production biologique et des contrôles officiels de groupe d'opérateurs (Vérifications et contrôles officiels). PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement d'exécution (UE) n° 279/2021 de la Commission portant modalités d'application du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil relatif aux contrôles et autres mesures assurant la traçabilité et la conformité dans le domaine de la production biologique (composition et taille des groupes, contrôles en pourcentage & échantillonnage ; suspicion de non-conformité).

Règlement délégué (UE) n° 2021/1697 de la Commission du 13 juillet 2021 modifiant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les critères pour la reconnaissance des autorités de contrôle et des organismes de contrôle qui ont compétence pour effectuer les contrôles sur les produits biologiques dans les pays tiers, et pour le retrait de la reconnaissance de ces autorités et de ces organismes (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Annexes du Règlement délégué (UE) de la Commission complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil avec des exigences procédurales pour la reconnaissance des autorités et organismes de contrôle qui sont compétents pour effectuer des contrôles sur les opérateurs certifiés biologiques et sur les produits biologiques dans les pays tiers et avec des règles sur leur supervision et les contrôles et autres actions à effectuer par ces autorités et organismes de contrôle. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

4. Législation secondaire : Règles commerciales (en cours d'élaboration)

Règlement (UE) n° 2020/1693 du Parlement européen et du Conseil du 11 novembre 2020 modifiant le Règlement (UE) n° 2018/848 relatif à la production

biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne sa date d'application et certaines autres dates visées dans ledit règlement (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement d'exécution (UE) n° .../... de la Commission du XXX portant modalités d'application du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes des pays tiers reconnus en vertu de l'article 33, paragraphe 2, et des autorités et organismes de contrôle reconnus en vertu de l'article 33, paragraphe 3, du Règlement (CE) n° 834/2007 et la révision de ces listes. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement d'exécution (UE) n° .../... de la Commission du XXX établissant certaines règles d'application du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne le certificat pour les opérateurs et groupes d'opérateurs situés dans des pays tiers et établissant la liste des autorités de contrôle et des organismes de contrôle reconnus en vertu de l'article 46, paragraphe 1, du Règlement (UE) n° 2018/848. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement délégué (UE) n° 2021/642 de la Commission du 30 octobre 2020 modifiant l'annexe III du Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne certaines informations à communiquer sur l'étiquetage des produits biologiques (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) n° .../... de XXX de la Commission complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la procédure de reconnaissance des autorités de contrôle et des organismes de contrôle reconnus en vertu de l'article 46 (1) du même Règlement, leur supervision et les contrôles et autres actions à effectuer par ces autorités de contrôle et organismes de contrôle. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement délégué (UE) .../... de XXX de la Commission modifiant le Règlement (UE) 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ajoutant des critères supplémentaires pour la reconnaissance et le retrait des autorités et organismes de contrôle pour le contrôle des produits biologiques importés. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement délégué (UE) n° .../... de la Commission du XXX complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil par des règles relatives aux informations à transmettre par les pays tiers et par les autorités et organismes de contrôle aux fins de la surveillance de leur reconnaissance au titre de l'article 33, paragraphes 2 et 3, du Règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil, ainsi qu'aux mesures à prendre dans l'exercice de cette surveillance. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

5. Législation secondaire : Procédures de contrôle aux frontières (en cours d'élaboration)

Règlement d'exécution (UE) n° de la Commission établissant les règles applicables aux opérateurs établis dans l'UE et à la notification de leur non-respect par les États membres en ce qui concerne les lots destinés à être importés dans l'Union. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.

Règlement d'exécution (UE) n° 2020/479 de la Commission du 1^{er} avril 2020 modifiant le Règlement (CE) n° 1235/2008 portant modalités d'application du Règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil en ce qui concerne le régime d'importation de produits biologiques en provenance de pays tiers (Règles existantes concernant le certificat d'inspection – COI).

Règlement délégué (UE) n° 2021/1006 de la Commission du 12 avril 2021 modifiant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne le modèle de certificat attestant le respect des règles relatives à la

production biologique (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Règlement délégué (UE) de la Commission n° ... complétant le Règlement (UE) n° 2018/848 du Parlement européen et du Conseil afin de fixer les règles applicables aux autorités et organismes de contrôle et au contrôle officiel en ce qui concerne les lots destinés à être importés dans l'Union.

Règlement délégué (UE) de la Commission n° modifiant le Règlement (UE) n° 2017/675 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les cas où et les conditions dans lesquelles les produits biologiques et les produits en conversion sont exemptés des contrôles officiels aux postes de contrôle frontaliers de première arrivée dans l'Union. PROJET EN COURS DE CONSULTATION.



Abréviations et acronymes les plus utilisés

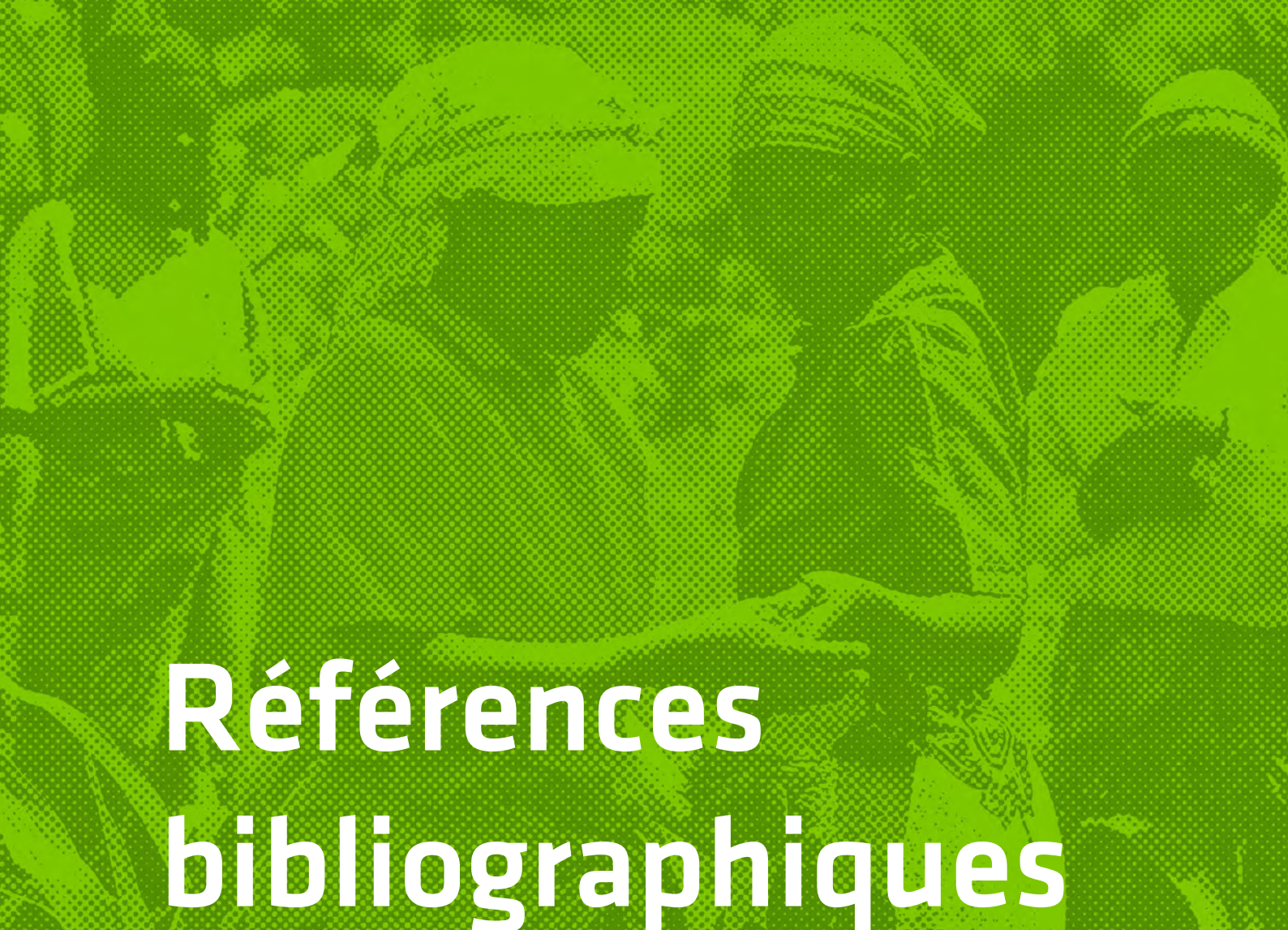
Abréviations et acronymes les plus utilisés

ACP	Afrique – Caraïbe – Pacifique (pays du Groupe des ACP, ayant signé une série d'accords particuliers avec l'UE appelé « accords de Cotonou »)
ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN	Acide ribonucléique
AROS	<i>Asia Regional Organic Standard</i> (Normes biologiques régionales asiatiques)
ATP	Adénosine-5'-triphosphate
BPA	Bonnes Pratiques Agricoles (ensemble des conditions d'application qui doivent être définies : dose, volume, formulation, technique, DAR)
BPL	Bonnes Pratiques de Laboratoire
BPP	Bonnes Pratiques Phytosanitaires (ensemble de consignes à respecter pour éviter la contamination de l'opérateur, de l'environnement et les résidus)
C	Symbole chimique du carbone
CCAA	<i>China Center of Adoption Affairs</i> (Association chinoise de certification et d'accréditation)
CE	Commission européenne
CEE	Communauté économique européenne
CNAS	<i>China National Accreditation Service for Conformity Assessment</i> (Service d'accréditation national chinois pour l'évaluation de la conformité)
CNCA	<i>Certification and Accreditation Administration of the People's Republic of China</i> (Administration de certification et d'accréditation de la République populaire de Chine)

CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
CO ₂	Symbole chimique du dioxyde de carbone
COROS	<i>Common Objectives and Requirements of Organic Standards</i> (Exigences et objectifs communs des normes biologiques)
EAOPS	<i>East African Organic Product standard</i> (Produits biologiques de l'Afrique de l'Est)
EAS	<i>East Africa Standard</i> (Norme est-africaine)
EPOPA	<i>Export Promotion of Organic Products from Africa</i> (Promotion de l'exportation de produits biologiques africain)
FAO	<i>Food and Agriculture Organisation</i> (Organisation des Nations Unies chargée de traiter des problèmes d'alimentation dans le monde)
FIDA	Fonds international de développement agricole
FLO	<i>Fairtrade Labelling Organization</i>
GOMA	<i>Global Organic Market Access</i> (Accès au marché biologique mondial)
IFOAM	<i>International Federation of Organic Agricultural Movements</i>
IMO	<i>Institute for Marketecology</i>
IOAS	<i>International Organic Accreditation Service</i> (Service international d'accréditation biologique)
ISD	<i>Institute of Sustainable Development</i>
JAS	<i>Japanese Agricultural Standard</i>
KOAN	<i>Kenya Organic Agriculture Network</i>

MAFF	<i>Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan</i> (Ministère de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche du Japon)
MO	Matière organique
MOS	Matière organique du sol
N	Symbole chimique de l'azote
NOGAMU	<i>National Organic Agricultural Organisation of Uganda</i>
NOP	<i>National Organic Program</i>
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFDC	<i>Organic Food Development Center</i>
OIT	Organisation internationale du travail
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONG	Organisation non gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
PHLOG	<i>Pacific High Level Organics Group</i>
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
ROTF	<i>Regional Organic Task Force</i>

SAN	<i>Sustainable Agriculture Network</i>
SCI	Systèmes de contrôle interne
SGP	Système de garantie participatif
SPC	Secrétariat de la Communauté du Pacifique
TOAM	<i>Tanzania Organic Agriculture Movement</i>
UE	Union européenne
UPOV	<i>International Union for the Protection of New Varieties of Plants</i> (Union internationale pour la protection des obtentions végétales)
USD	Dollar américain
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> (Ministère de l'Agriculture des États-Unis)
VIH/sida	Virus de l'immunodéficience humaine



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- CARSON, C., *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin, 1962.
- COX, G.W. et ATKINS, M.D., *Agricultural Ecology: An Analysis of World Food Production Systems*, San Francisco, W.H. Freeman, 1979.
- EDWARDS, S., *Climate change and food systems resilience in Sub-Saharan Africa* (Lim Li Ching, S. Edwards et N. El-Hage Scialabba éd.), Rome, FAO, 2011.
- FUKUOKA, M., *The One Straw Revolution*, Emmaus, Rodale Press, 1978.
- GLIESSMAN, S.R., *Agroecosistemas y tecnología agrícola tradicional*, Cárdenas, Colegio Superior de Agricultura Tropical, 1978.
- HART, R.D., *Agroecosistemas: conceptos básicos*, Tegucigalpa, Secretaría de Recursos Naturales, 1979.
- HENSEL, J., *Bread from Stones*, Austin, Acres, 1991.
- HORNEBURG, B., « Organic Plant Breeding: Achievements, Opportunities, and Challenges », allocution à l'occasion de l'OWC IFOAM, Corée, Georg-August-Universität Göttingen, Depart. Crop Sciences, 2011.
- HOWARD, A., *An Agricultural Testament*, Oxford, OUP, 1943.
- KING, F.H., *Farmers of Forty Centuries – Permanent Agriculture in Japan, China and Korea*, Douvres, Dover Publ., 1911.
- MOLLISON, B. et HOLMGREN, D., *Permaculture*, Sydney, Corgi Books, 1979.
- MOYER, J., *Organic no-till farming*, Austin, Acres, 2011.
- RODALE, J.R., *Organic Farming and Gardening*, Emmaus, Rodale Press, 1960.
- STEINER, R., *Les cours aux agriculteurs*, 1924, Montesson, Novalis, 1995.
- VON LIEBIG, J., *Organic Chemistry in its Application to Agriculture and Physiology* (1840), Emmaus, Rodale Press, 2011.
- Coll., *The World of Organic Agriculture*, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) et IFOAM.



Sites Web utiles

Sites Web utiles

AREFLH : www.areflh.org

Africa Rice Center (WARDA) : www.cgiar.org

Banque mondiale : www.banquemondiale.org

Biodiversity International : www.biodiversityinternational.org

CITES : cites.org/fra

CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical : gisweb.ciat.cgiar.org/sig/biological-mapping.htm

CIFOR – Center for International Forestry Research : www.cifor.cgiar.org

CIMMYT – Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo : www.cimmyt.org/

CIP – Centro Internacional de la Papa : www.cipotato.org

Commission des droits de propriété intellectuelle : www.iprcommission.org

CORPEN : www.developpement-durable.gouv.fr

COLEACP : coleacp.org

Convention sur la diversité biologique (CBD) : www.cbd.int

CTA : www.cta.int/fr

Droit et publications de l'UE : publications.europa.eu

EUR-Lex : eur-lex.europa.eu

European Environment Agency : www.eea.europa.eu

FAO : www.fao.org/, plus spécialement : www.fao.org/agriculture/crops/agp-home/fr

ECPGR : www.ecpgr.cgiar.org

EUFORGEN : www.euforgen.org

ICIPE : www.icipe.org

ICARDA : www.icarda.cgiar.org

ICRISAT : www.icrisat.org

IFPRI : www.ifpri.org

IITA : www.iita.org

ILRI : www.ilri.cgiar.org

IWMI : www.iwmi.cgiar.org

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer : www.developpement-durable.gouv.fr

OMPI : www.wipo.int/portal/fr

PAN GERMANY : oisat.org/

Parlement européen : www.europarl.europa.eu

PHYTOPHAR : www.phytofar.be/fr/phy_pro.htm

PNUE – UNEP : www.unep.org

PRPB : www.health.belgium.be

TOPPS : www.topps-life.org

TRAFFIC : www.traffic.org

UNIDO : www.unido.org

UNESCO : fr.unesco.org

UICN : www.iucn.org/fr

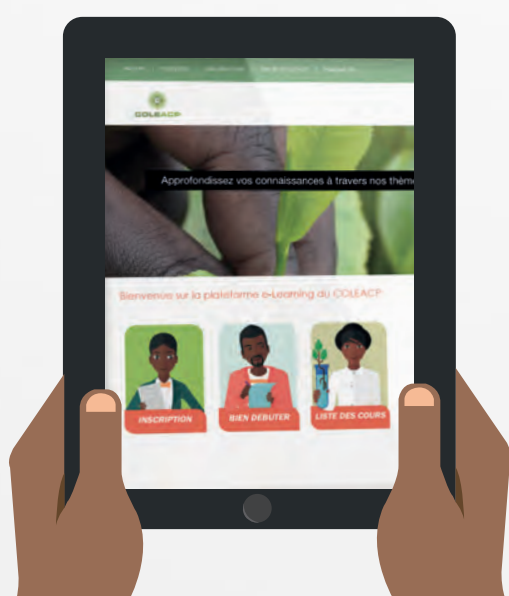
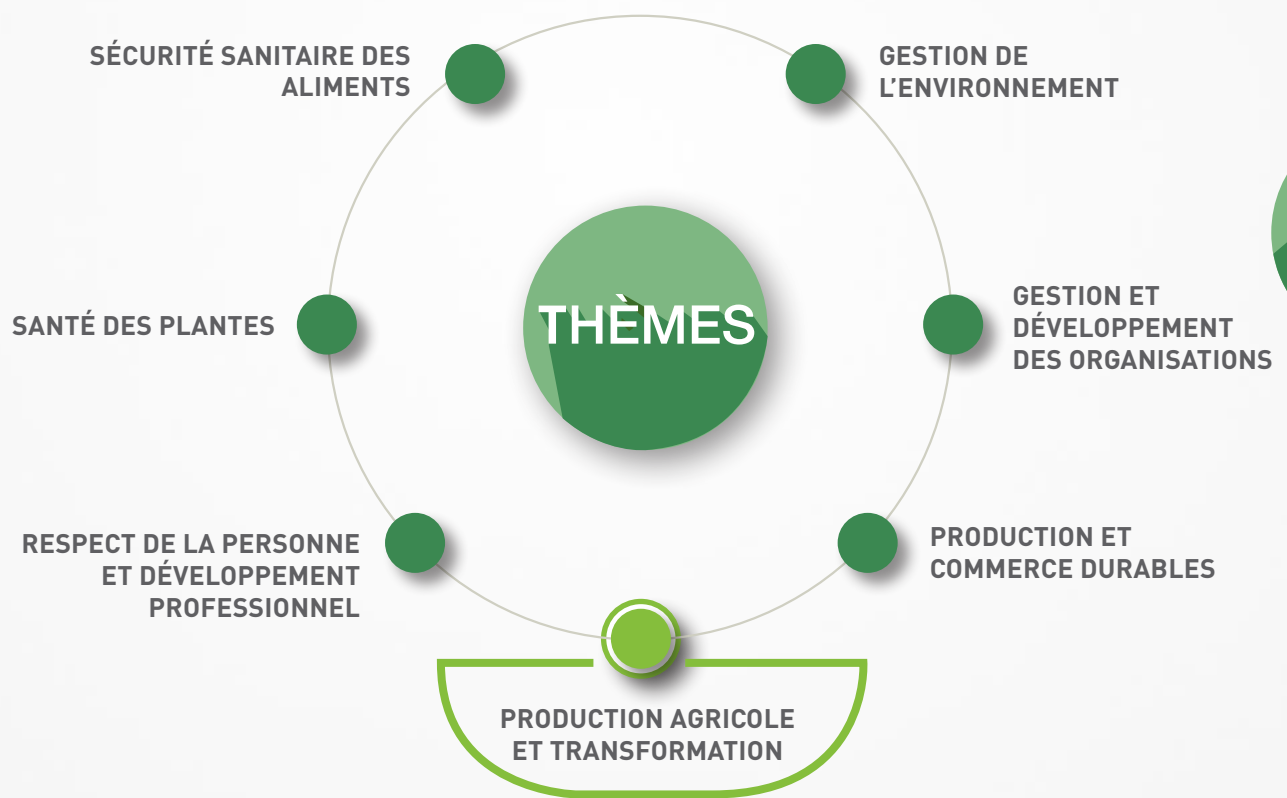
Water Footprint Network : waterfootprint.org/en/

WorldFish Center : www.worldfishcenter.org

PLATEFORME E-LEARNING DU COLEACP

RECEVEZ VOTRE ACCÈS À NOTRE PLATEFORME DE FORMATION À DISTANCE RÉSERVÉE AUX ACTEURS DU SECTEUR AGRICOLE DANS LES PAYS D'AFRIQUE, DES CARAÏBES ET DU PACIFIQUE.

TESTEZ ET AMÉLIOREZ VOS CONNAISSANCES À VOTRE RYTHME !



<https://training.coleacp.org>

PRODUCTION ET COMMERCE
DURABLES

SANTÉ DES PLANTES

SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

**PRODUCTION AGRICOLE
ET TRANSFORMATION**

RESPECT DE LA PERSONNE
ET DÉVELOPPEMENT
PROFESSIONNEL

GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT

GESTION ET DÉVELOPPEMENT DES
ORGANISATIONS

MÉTHODOLOGIES
DE FORMATION

SEPTEMBRE 2022



COLEACP