

Intitulé : Biodiversité et physiologie végétale

Semestre : 2

Unité d'Enseignement Méthodologique 3

Matière 2: Techniques de production et culture biologique

Crédits : 4 Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Apprendre les techniques de productions végétale surtout celles biologiques.
- Savoir l'état actuel de l'agriculture biologique
- Comme finalité : l'étudiant connaître la nécessité de retourner vers les techniques biologiques pour préserver leurs environnements

Contenu de la matière :

Partie 1 : Technique de culture

- 1- Amélioration par les techniques agronomiques
- 2- La défense des cultures
- 3- Irrigation et drainage
- 4- Contraintes hydrique et production
- 5- Rotation – assolement, bilan hydrique et production

1. Technique de culture des tissus végétaux.

Partie 2 : Cultures biologiques : Introduction, Biosemences, Techniques de laboratoire, Production biologique en champs,

- Culture biologique du palmier dattier et Production de dattes biologique

Les TP.

- Un TP sur la mesure des besoins des plantes en eau

Travail personnel : Sortie proposée :

- Visite d'une unité de démonstration production de dattes biologiques

Mode d'évaluation :

- contrôles des connaissances par un examen en fin du semestre
- contrôles continus au cours des séances de TP
- contrôles continue par évaluation du travail personnel

Introduction générale

Après la seconde guerre mondiale notamment, de gros efforts ont été réalisés pour améliorer les productions agricoles, en particulier dans les pays développés : mécanisation et irrigation afin de travailler plus efficacement les terres, utilisation d'engrais pour augmenter les rendements et de produits phytosanitaires pour limiter les maladies et les mauvaises herbes dans les terrains cultivés. Si ces pratiques ont permis d'accroître fortement la production agricole, elle a amené un certain appauvrissement des terres et des effets secondaires négatifs comme la pollution des sols ou encore l'impact sur la faune. De plus, ces modes de culture ont atteint une certaine limite et aujourd'hui, avec une population croissante et des terres agricoles en diminution, le besoin apparaît de développer de nouvelles solutions et de nouveaux comportements pour faire face à cette demande alimentaire croissante tout en étant respectueux de la planète.

La culture biologique est une méthode holistique qui encourage le développement d'un écosystème agricole sain qui permet le respect de la biodiversité, des cycles biologiques et de l'activité biologique des sols. La culture biologique privilégie des bonnes pratiques de gestion plutôt que des méthodes de production d'origine extérieure, en tenant compte du fait que les conditions régionales nécessitent des systèmes adaptés au niveau local. Dans cette optique, la meilleure stratégie consiste à adopter les bonnes méthodes agronomiques pour remplir chaque fonction spécifique au sein du système agricole.

Les pratiques en matière de culture biologique ne sont pas les mêmes suivant les différentes régions du monde. Certains agriculteurs suivent au pied de la lettre les instructions des réglementations préétablies, tandis que d'autres développent leurs propres systèmes et leurs propres méthodes, de manière tout à fait indépendante. Toutefois, tous les systèmes d'agriculture biologique partagent des méthodes et des objectifs communs :

- ❖ Ne pas utiliser d'engrais chimiques, de pesticides de synthèse et des organismes génétiquement modifiés (OGM).
- ❖ Protéger les sols de l'érosion, de l'appauvrissement en nutriments et des affaissements.
- ❖ Encourager la biodiversité en privilégiant les cultures mixtes plutôt que la monoculture.
- ❖ Laisser le bétail et la volaille pâturer à l'extérieur plutôt que de les gaver d'antibiotiques et d'hormones.

Partie 1 : Techniques de cultures

Pour augmenter la productivité d'une culture, on peut jouer sur les principaux facteurs de rendements qui sont :

1. Le sol (caractère physique, chimique, biologique)
2. Le climat (humidité, température, luminosité)
3. La plante (demande culturale, feuilles émises, résistance aux maladies, potentialités génétiques)
4. Les interventions culturales

Et cela peut se faire en :

- Améliorant la qualité du sol (physique et organique) permettant l'augmentation des rendements des cultures. Des techniques de préparation du sol (labour, drainage,...) améliorent la qualité du sol et favorisent la croissance des plantes.
- Utilisant les variétés végétales les plus adaptées aux conditions du milieu (ensoleillement, pluviométrie, nature chimique du sol).
- Améliorant l'apport d'eau (volume d'eau, fréquence et moment d'arrosage) grâce à différentes techniques d'irrigation (barrages-canaux) ce qui garantit une croissance optimale de la plante en répondant à ses besoins en eau et en palliant le déficit éventuel des précipitations. Néanmoins, dans certaines régions, la ressource en eau décroît voire disparaît et ne permet pas de bénéficier de ce facteur.
- Ajoutant des engrais verts et ou des composts qui permettent une croissance plus forte et plus rapide des espèces végétales et maintient la fertilité des sols.
- Luttant contre les maladies des plantes et les insectes par l'utilisation des biopesticides (herbicides, insecticides, fongicides...) qui sont des produits phytosanitaires à base de substances biologiques de plantes ou de microorganismes.

1. Amélioration par les techniques agronomiques

La production végétale a connu une amélioration importante au fil du temps. Cette amélioration est rendue possible grâce à l'innovation de nouvelles techniques agricoles.

Parmi ces techniques nous citons :

1.1. Le déchaumage

Le déchaumage est une technique de travail superficiel du sol destinée à enfouir les chaumes et restes de pailles afin de favoriser leur décomposition. Le déchaumage se pratique à l'aide d'une déchaumeuse, instrument aratoire de divers types, à disques ou à dents. Il intervient après la moisson et avant les labours.



Fig.1 : Déchaumage superficiel

1.2. Le désherbage mécanique :

Le principe du désherbage mécanique est de détruire les adventices levées pour éviter la concurrence avec la culture et prévenir la production de semences d'adventices. Cependant, les conditions de passage sont différentes du désherbage avec les herbicides chimiques. Le sol ne doit être ni gelé ni trop humide en surface lors du passage de l'outil, et les pluies doivent être nulles ou très faibles les 4 jours suivants (2 jours si l'évapotranspiration dépasse 0,5 mm). En respectant ces conditions on limite le risque de repiquage d'adventices, et on optimise la pénétration des outils dans le sol.

Trois outils sont couramment utilisés en désherbage mécanique : la herse étrille, la houe rotative, et la bineuse.

1.2.1. La bineuse est aujourd'hui le matériel de désherbage mécanique le plus efficace contre les adventices et les vivaces. L'efficacité est en effet comprise entre 90 % et 100 %.

1.2.2. La herse étrille est un outil polyvalent de désherbage, adapté à un grand nombre de cultures. Elles peuvent également être utilisées pour décroûter et aérer les sols, émousser les prairies. On peut intervenir avec la herse étrille dans toutes cultures comme les céréales, maïs, colza, prairies, légumes, soit en prélevée, soit en culture jusqu'à un certain stade.

1.2.3. La houe rotative est un outil de désherbage mécanique utilisé en plein et sur tous types de cultures. Elle s'utilise sur adventices très jeunes maïs, contrairement à la herse étrille (qui relève les plantules), la houe rotative est plus sélective et agit par soulèvement, projection et fractionnement de la terre contenant les adventices germées.



Fig. 2 : La bineuse



Fig. 3 : La herse étrille



Fig. 4 : La houe rotative

1.3. Le faux semis

La méthode du faux-semis est une technique agronomique simple. Elle consiste à préparer le sol mécaniquement pour faire germer les mauvaises herbes et les détruire dès qu'elles ont germé.

1.4. Les cultures associées

Il s'agit de la culture simultanée sur la même surface soit deux espèces ou plus, soit de deux variétés différentes pendant une période significative de leur cycle de croissance. L'objectif est de favoriser la complémentarité entre espèces ou variétés. Il existe différents types d'associations de culture :

- Les associations de deux variétés d'une même espèce : le semis et la récolte sont simultanés : on les appelle les mélanges variétaux.

- Les associations de deux ou plusieurs espèces végétales semées en même temps ou en différé et récoltées en même temps. C'est le cas des associations céréales-légumineuses.
- Les associations cultures annuelles et cultures pérennes, c'est le cas de l'agroforesterie.

1.5. Amendements organiques :

Les amendements organiques représentent un ensemble assez général de fertilisants d'origines naturelles, principalement issus des végétaux et du compostage des déchets, mais aussi parfois des déjections animales, qui, mélangés à la terre, améliorent les propriétés physiques, biophysiques, biologiques et chimiques du sol.

Le principe des amendements est de permettre à l'agriculteur de travailler plus facilement ses parcelles, qui seront plus aérées et beaucoup mieux drainées. Ils favorisent également l'apport nutritif nécessaire en rendant ces nutriments accessibles.

Leur impact est aussi primordial sur le rééquilibrage de plusieurs substances comme les sels minéraux.

2. La défense des cultures (protection des cultures)

Les ennemis de cultures ou bioagresseurs occasionnent des pertes économiques importantes de produits végétaux. Ils peuvent avoir différents impacts sur la récolte : diminuer les rendements, diminuer la conservation, affecter l'apparence et diminuer la qualité sanitaire des produits.

Protéger les cultures et les denrées entreposées contre les ennemis causant ces pertes est une nécessité, d'une part pour satisfaire les besoins alimentaires et d'autre part pour limiter les préjudices économiques qui en résultent pour les agriculteurs.

Trois catégories d'ennemis des cultures : les maladies (virales, bactériennes et fongiques), les ravageurs (insectes, nématodes, rongeurs et oiseux nuisibles...) et les adventices. Ils interfèrent avec une ou plusieurs fonctions biologiques des plantes

2.1. Méthodes de lutte préventive :

En agriculture biologique, la prévention est primordiale. Une plante en bonne santé est moins vulnérable aux ravageurs et à l'infestation de maladies. À partir de ce principe, un des objectifs majeurs de l'agriculteur biologique est de créer et de maintenir les conditions favorables à la bonne santé des cultures. Une grande partie des problèmes peut être évitée grâce à de bonnes pratiques culturales :

- **Rotation** : respecter le temps de retour minimal d'une culture de la même famille ou de même groupe de sensibilité (5 ans minimum entre deux pommes de terre).
- **Mesures d'hygiène** : utilisation de matériel végétal sain et certifié.
- **Mesures réglementaires** : contrôler les espèces végétales aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire.
- **Variétés** : choisir des variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques et résistantes ou tolérantes aux maladies les plus courantes
- **Fertilisation adéquate** : éviter toute carence ou excès. Une croissance continue et progressive rend la plante plus robuste et moins vulnérable aux organismes nuisibles.
- **Protection des ennemis naturels** : créer et maintenir un habitat approprié pour le développement et la reproduction des ennemis naturels des espèces nuisibles. Éviter d'utiliser des substances qui détruisent les ennemis naturels
- Le nettoyage des machines et du matériel agricole pour éviter les contaminations inter parcelles.
- La surveillance de la qualité des eaux d'irrigation, et une bonne gestion d'eau.

2.2. Méthodes de lutte directe

2.2.1. Lutte mécanique : La lutte mécanique consiste à combattre les maladies et ravageurs avec des moyens mécaniques et dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique, biochimique ou toxicologique.

• **Piéger les insectes** : Les insectes volants peuvent être capturés à l'aide de lampes, plaques engluées, plantes attractives, bacs, pièges à phéromones, etc.

• **Enlever les plantes ou parties de plantes infectées** : Enlever ou couper les premières plantes ou parties de plantes malades et les éliminer.

• **Appliquer des traitements par la température** : pour éliminer les organismes nuisibles.

Il existe plusieurs méthodes :

- **Eau chaude** : en plongeant le matériel végétal (semences, bulbes, tubercules, boutures) dans l'eau chaude, vous éliminez les organismes nuisibles tels que les insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries.

- **Air chaud** : un traitement à l'air chaud permet aussi de supprimer les organismes nuisibles dans les plantes, bulbes, tubercules et semences.

- **Solarisation** : il s'agit d'une désinfection solaire obtenue par une rapide élévation de la température dans un sol recouvert d'un film plastique transparent pendant une période suffisamment longue (>45jours) pour détruire certains organismes indésirables.

2.2.2. Lutte biologique : la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants antagonistes, appelés « agents de lutte biologique », pour combattre les ennemis des cultures. On distingue trois groupes d'organismes utiles :

- **Prédateurs** : (les acariens, punaises, coccinelles, mouches et cécidomyies)

- **Parasites ou parasitoïdes** (les hyménoptères et mouches parasitoïdes)

- **Micro-organismes** (les nématodes, champignons, bactéries et virus)

- **Un prédateur** tue sa proie pour se nourrir de son contenu.

Exemple : la coccinelle *Adalia bipunctata* qui, au stade larvaire, dévore jusqu'à 100 pucerons par jour.

- **Un parasitoïde** est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », et qui tue inévitablement ce dernier au cours ou à la fin de ce développement.

- **Le parasite**, quant à lui, garde son hôte vivant. L'insecte pond ses oeufs dans ou à côté de son hôte. Les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des protistes, des bactéries ou des virus. Exemple : l'*Aphidius*, un hyménoptère (guêpe) qui parasite les pucerons.

- **Biopesticide d'origine fongique**

Certains champignons ont une action fongicide, d'autres insecticides.

Exemples : • *Paecilomyces fumosoroseus* est un champignon entomopathogène qui agit contre tous les stades d'aleurodes « mouche blanche » (oeufs, stades larvaires, pupes et adultes).

- *Trichoderma* a des actions multiples : antagoniste (des champignons, des nématodes...), inactivateur d'enzymes fongiques, stimulateur de défenses naturelles.

- **Biopesticide d'origine virale :**

Exemple : L'*Adoxophyes orana granulovirus* agit exclusivement sur les larves d'un insecte ravageur des arbres fruitiers, la Tordeuse de la pelure, *Adoxophyes orana*.

- **Biopesticide d'origine bactérienne**

Certaines bactéries ont un effet fongicide et d'autres un effet insecticide.

Exemple : La bactérie *Bacillus thuringiensis spp (Bt)* est un microorganisme utilisé depuis 40 ans. Cette bactérie produit des toxines qui, pulvérisées sur la plante, tuent les chenilles qui l'ingèrent après 2 à 5 jours.

2.2.3. Lutte au moyen de substances naturelles

➤ Biopesticide d'origine végétale :

Les plantes se défendent elles-mêmes en produisant un certain nombre de composés biochimiques qui peuvent être toxiques ou qui inhibent la croissance d'agents pathogènes.

Exemple : L'huile essentielle d'orange est efficace sur certains insectes comme l'aleurode (mouche blanche) et certains champignons comme l'oïdium, le botrytis et le mildiou.

➤ Biopesticide à partir de substances produites par des microorganismes

Exemple : le spinosad est une substance active à effet insecticide, sécrétée par une bactérie vivant dans le sol, *Saccharopolyspora spinosa*.

3. Irrigation et drainage

L'irrigation et le drainage améliorent le fonctionnement de l'écosystème sol-plante. Ils permettent une maîtrise partielle du facteur hydrique en prévenant les périodes prolongées d'excès d'eau ou en palliant l'insuffisance de la pluviométrie. En réduisant l'impact des aléas climatiques liés à l'excès comme au manque d'eau, ils contribuent à régulariser la production végétale et améliorent les conditions d'efficacité des fertilisants.

3.1.L'apport d'eau par l'irrigation

L'irrigation consiste à apporter de l'eau en complément des pluies reçues. Deux grands modes d'irrigation sont possibles par apport sur toute la surface, en plein, et par un réseau de micro-irrigation, en localisé. L'irrigation permet d'apporter la quantité d'eau s'ajustant aux besoins de la culture dans la période de déficit hydrique au cours du cycle de la culture. L'apport d'eau maintient un certain niveau de réserve utile (RU) dans le sol et évite de descendre au point de flétrissement, synonyme de perte de production végétale importante. L'irrigation bien conduite entretient un sol humide sans excès où l'air et l'eau peuvent à la fois circuler. Ces conditions sont favorables à la croissance des racines et à l'absorption des éléments nutritifs solubles. Plus particulièrement les effets de l'irrigation se remarquent sur :

➤ **L'activité biologique du sol :**

Elle est favorisée par l'humidité et la minéralisation de la matière organique y est plus active, libérant des éléments nutritifs : azote, soufre, phosphore

➤ **La croissance des racines**

Plus facile dans un sol frais où l'air peut circuler

➤ **La nutrition des plantes**

L'accès aux éléments minéraux solubles est optimal

La quantité d'eau apportée à chaque irrigation doit être calculée pour ne jamais dépasser la capacité au champ afin d'éviter le drainage ou le ruissellement de l'excès d'eau. En l'absence de drainage, il n'y a pas de lixiviation des éléments nutritifs solubles (nitrate, sulfate...).

L'intensité horaire de l'irrigation ne doit pas dépasser la capacité d'infiltration du sol pour ne pas créer d'engorgement en surface avec un risque de ruissellement. De plus l'apparition d'un excès d'eau en surface s'accompagne d'un risque accru de dénitrification conduisant à une émission de diazote et de protoxyde d'azote, gaz à effet de serre, à partir du nitrate présent dans le sol.

3.2. La maîtrise de l'excès d'eau par le drainage

Le drainage est l'évacuation des eaux excédentaires dans le sol par gravité (drainage naturel) ou au moyen de drains ou de fossés. Le drainage est constitué d'un réseau de drains enterrés à une profondeur de 80 à 90 cm et régulièrement espacés. Ce réseau permet l'élimination de l'excès d'eau en assurant son écoulement par le bas du profil.

Il en résulte des conditions plus favorables à la croissance racinaire et à l'alimentation des plantes. Plus particulièrement les effets du drainage se remarquent sur :

- **La limitation du ruissellement en surface :** L'infiltration de l'eau est plus facile lorsque l'excès d'eau est évacué.
- **La réduction du risque d'érosion hydrique :** les particules de terre et les éléments nutritifs qui y sont fixés ne sont pas entraînés vers le bas de la parcelle. L'érosion constitue une perte de fertilité pour le sol cultivé et une grave nuisance pour les riverains en aval (coulées de boues).
- **L'absence d'engorgement du sol en surface :** l'activité biologique a besoin de l'oxygène de l'air pour minéraliser la matière organique et libérer l'azote, le soufre et le phosphore qu'elle contient. A contrario, l'absence d'oxygène ou anoxie entraîne des

conditions réductrices qui provoquent la dénitrification du nitrate NO_3^- et à la décomposition du sulfate SO_4^{2-} en sulfure d'hydrogène H_2S , gaz donnant une odeur d'œuf pourri au sol engorgé d'eau.

- **La circulation de l'air dans le sol** : l'excès d'eau est évacué et libère la macroporosité du sol permettant aux racines de respirer. Beaucoup de cultures sont sensibles à l'excès d'eau. Les racines n'alimentent alors plus la plante en eau et en éléments nutritifs. Dans les cas extrêmes pouvant aller jusqu'à l'immersion de la plante en surface, les plantes meurent d'asphyxie.

4. Contraintes hydrique et production

6- Rotation – assolement, bilan hydrique et production