



Comparaison de différents itinéraires de travail du sol

Objectif de l'essai

L'enherbement permanent des vergers associé au désherbage sur le rang est devenu depuis longtemps le mode quasi unique d'entretien du sol en verger irrigué. En agriculture conventionnelle et « raisonnée », le désherbage chimique sur le rang, outre l'efficacité des spécialités commerciales homologuées, présente un faible coût et une facilité d'utilisation qui ont fait le succès de cette technique.

Les limites et les risques environnementaux liés à l'entretien chimique sont aujourd'hui bien connus. L'impact négatif des désherbants sur la microfaune et la microflore du sol, sur les eaux de ruissellement et la nappe phréatique, ainsi que le risque d'inversion de flore et de sélection d'espèces résistantes ne sont pas à négliger.

Aussi, la nécessité de limiter la concurrence des adventices vis à vis de l'eau et des éléments minéraux doit-elle se conjuguer avec la préservation de l'environnement et la sécurité sanitaire. Dans cette perspective, l'Agriculture Biologique est un bon modèle pour juger de l'efficacité de méthodes alternatives d'entretien du sol sur le rang. Le travail mécanique du sol, pratiqué par les agrobiologistes, n'est pas sans inconvénients. En effet, outre son coût en énergie et en temps de travail, il agit directement sur les arbres en détruisant les racines superficielles et en blessant parfois les troncs, et indirectement il peut perturber le fonctionnement physique, chimique et biologique du sol. Le travail du sol augmente les risques d'érosion et de lessivage des engrais et des pesticides. Aussi d'autres méthodes d'entretien du sol doivent-elles être recherchées.

L'objectif de l'essai est de mettre au point des méthodes d'entretien du sol qui soient performantes sur le plan agronomique, économiquement viables, tout en étant respectueuses de l'environnement et de la biodiversité. L'accent est particulièrement mis sur la mesure de l'impact des pratiques d'entretien sur les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol, au moyen de différents indicateurs.

L'essai en bref

Type de production : arboriculture biologique

Date de mise en place : 2003

Surface : 0,2 hectare (Bellegarde)

Echelle : Système de culture

Gestionnaire de l'expérimentation :
Alain Garcin (Ctifl Balandran)

Partenariat : INRA Avignon

Site d'expérimentation

● Localisation

La parcelle d'essai se trouve sur la station Ctifl d'expérimentation de Balandran à Bellegarde (Gard) au cœur de la Costière. Elle est convertie à l'agriculture biologique depuis 1999.

● Situation climatique, topographique

Cette région est soumise à un climat méditerranéen, c'est-à-dire de façon générale un été chaud et sec précédé et suivi par des saisons pluvieuses. On notera :

- 73 à 75 jours de pluie moyenne par an avec précipitations violentes et irrégulières au printemps et l'automne (553 à 604 mm/an).
- Les vents dominants (secs et violents) proviennent du nord ou du nord-ouest (environ 100 jours/an).

La température annuelle moyenne est de 13,5°C, avec 10 à 15 jours de gelées, par an.

La Costière de Nîmes est un plateau, limité à l'est par le gardon et à l'ouest par des collines sablonneuses dominant au sud la Camargue.

● **Type de sol**

La parcelle est hétérogène au niveau du sol, puisque la partie nord se trouve sur un sol de lehm, tandis qu'au sud le sol est de type gress à gapan, présentant une proportion plus importante en éléments grossiers, et à tendance plus acide. La texture est dans les deux cas de type limon argilo-sableux.

■ Présentation du dispositif expérimental

● **Principe du dispositif**

2 rangs de pêchers par modalité, sauf pour le BRF et « l'ex-paillage » qui occupent un seul rang.

● **Modalités testées**

Comparaison de 5 techniques d'entretien du sol sur le rang :

⇒ Travail mécanique du sol

C'est la technique la plus couramment employée par les producteurs biologiques. Le sol est régulièrement travaillé avec une fraise rotative pendant toute la saison végétative. Un outil à disque assure un travail plus profond en fin de saison et au printemps pour éviter la formation d'une semelle de labour. Le travail entre les arbres est assuré par un outil déporté.

⇒ Système « sandwich » suisse

Il s'agit d'une technique développée par le Fibl, consistant à travailler le sol de chaque côté des arbres sur 30 à 40 cm de largeur, et à laisser sur le rang une ligne étroite enherbée naturellement ou semée. Pour les besoins de l'essai, nous avons semé en automne 2003 sur 20 cm de large un mélange de 15 espèces différentes, fourni par la société Plan Semences.

⇒ Couverture végétale intégrale

Avec une luzerne annuelle « Medic » adaptée au climat méditerranéen, semée à l'automne 2003. Son cycle de développement court (octobre à juin) l'empêche de concurrencer les arbres en été. La luzerne a été ressemée en septembre 2008 car son taux de recouvrement était devenu insuffisant pour empêcher la concurrence par les adventices.

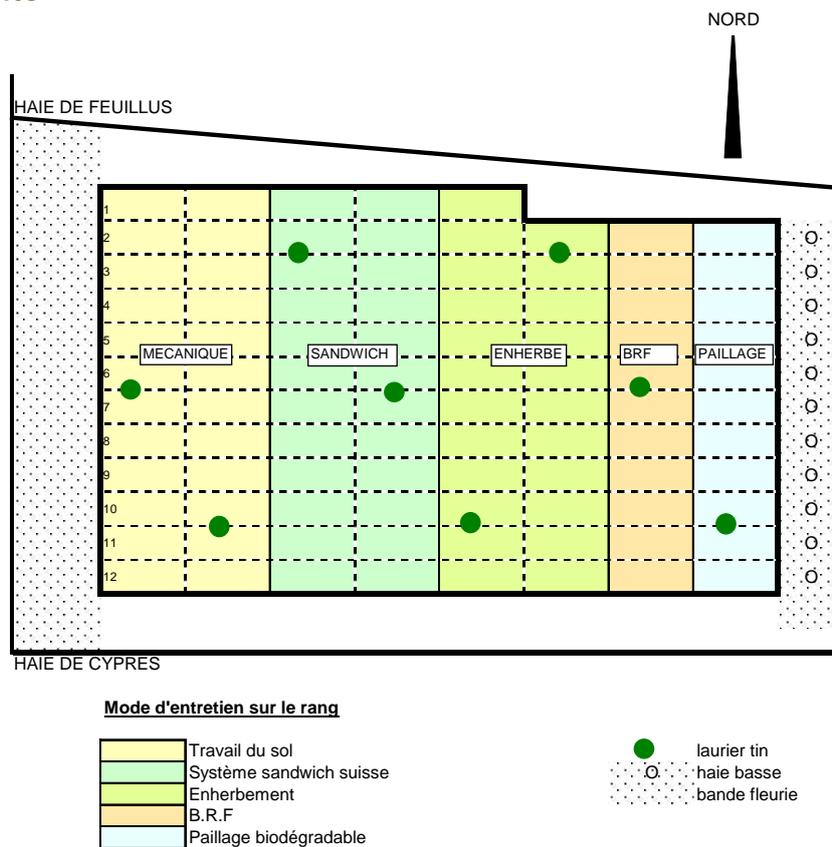
⇒ Paillage biodégradable

Il est constitué de produits d'origine naturelle 100 % biodégradables, utilisable en agriculture biologique. Le support à base de fibres végétales, imprégné de latex naturel, est renforcé par un grillage en viscose. Deux modèles ont été testés, Sequana® long life et Sequana® extra long life. La durée de vie annoncée par le fabricant est respectivement de 12-18 mois et 24-36 mois maximum pour la partie non enterrée. Après 2 renouvellements du paillage, nous avons renoncé à cette technique trop coûteuse et peu durable. Le paillage a donc été remplacé par du BRF sur un rang et le second rang a été laissé en enherbement naturel (pour témoin au BRF).

⇒ Bois Raméal Fragmenté

Il a été mis en place à l'automne 2007 en remplacement du paillage biodégradable, sur un rang seulement. Cette méthode consiste à broyer de jeunes rameaux de bois frais, d'un diamètre inférieur à 7 cm, et à les disposer sur une hauteur de 10-15 cm sur le sol. Pour notre essai, nous avons utilisé des arbres fruitiers issus de l'exploitation, avec un complément de platane provenant d'une entreprise d'élagage.

● Plan du site



■ Systeme de culture

● Matériel végétal

Pêchers, variété Bénédicte greffée sur Cadaman®

● Distances de plantation

6 m entre les rangs, 3,50 m sur le rang, soit 476 arbres par hectare.

● Conduite

Plantation à œil dormant en février 2003, conduite en gobelet multi-charpentières.

● Aménagement de l'environnement du verger

- Haie composite au nord de la parcelle.
- Haie basse pour séparer les pêchers des abricotiers, prolongée de chaque côté par une bande florale.
- Arbustes persistants (laurier tin) intercalés entre les arbres fruitiers (1 pour 10) pour favoriser les auxiliaires, notamment en hiver (chrysopes, coccinelles).

● Irrigation

Irrigation en plein par micro-asperseurs pendulaires.

● Entretien du sol

Les arbres ont été plantés sur la jachère existante, après sous-solage croisé et passage d'une roto-bêche sur le rang. Entre les rangs, on trouve un enherbement permanent constitué de la jachère existante.

Mesures et observations

● Eau

- *Suivi de l'humidité du sol* par tensiomètres, uniquement sur les modalités travail mécanique, luzerne et BRF, à raison de 3 tensiomètres à 30 cm et 2 à 60 cm par modalité. Lecture effectuée 3 fois par semaine.
- *Mesure de l'humidité du sol sur 30 cm, à chaque prélèvement de terre pour le dosage de l'azote nitrique.*

● Biodiversité

- *Macroarthropodes*

Pièges d'interception de Barber pour les arthropodes se déplaçant au sol. Des pots sont placés sur chacune des modalités, ainsi que sur la haie composite et la jachère florale attenante. 4 pots par modalité, avec individualisation des captures par pot. Les relevés des pièges sont effectués toutes les semaines entre avril et septembre. Les échantillons récoltés sont conservés dans l'alcool à 70°, pour une identification ultérieure sous loupe binoculaire. L'identification est faite au niveau de l'espèce pour les carabes, staphylins, Tenebrionidés et les araignées. Les autres arthropodes collectés sont identifiés jusqu'au niveau de la famille (Myriapodes, Cloportes, Orthoptères, autres Coléoptères, fourmis, larves).

Traitement des résultats :

- Comparaison globale des captures.
- Comparaison de la diversité spécifique (par l'indice de Shannon) et de l'équitabilité.
- Fréquence et abondance relative des espèces.

● Evolution de la composition botanique/ adventices

- *Observation régulière de la couverture végétale sur le rang.* Notation du stade végétatif et de l'importance de la couverture pour chaque espèce présente, 1 fois/mois à partir de mars.
- *Mesure du nombre de pieds et du pourcentage de couverture* de chaque espèce présente, sur 4 quadrats de 0,25 m² par parcelle élémentaire. Comptages effectués en mai.

● Suivi de la culture

- *Composantes du rendement*

- o La vigueur des arbres est évaluée chaque année en période de repos végétatif (février), par la mesure du diamètre de tronc à 20 cm au-dessus du point de greffe. Cette mesure est bien corrélée avec le développement végétatif. Les arbres ayant été plantés à œil dormant, la première mesure a été effectuée en fin de première pousse. On calcule la croissance végétative en cm par an depuis la plantation. Les bois de taille (taille en vert au mois de juin) sont pesés ainsi que les fruits issus de l'éclaircissage (mai) sont pesés et la valeur exprimée en poids sec.
- o Pesée de récolte et des déchets par rang. Comparaison des rendements entre les différentes modalités.
- o Calibrage de la totalité de la récolte, par traitement. Notation des défauts sur les écarts de triage. Mesure de la qualité avec l'outil Pimprenelle : fermeté, acidité et teneur en sucres des fruits.

- *Ravageurs : pucerons*

Les pucerons présents sur les pêchers sont un bon indicateur de l'état physiologique des arbres. En effet, leur abondance est favorisée par une végétation excessive, liée à un déséquilibre dans l'alimentation minérale des arbres, principalement un excès d'azote.

Une notation globale des arbres est effectuée dès l'apparition des premiers foyers (stade G/H, début avril, en général). Chaque foyer est noté selon l'espèce de puceron présente, les plus courantes étant :

- Le puceron noir du pêcher (PN) *Brachycaudus persicae*
- Le puceron vert du pêcher (PV) *Myzus persicae*

- Le puceron farineux (PF) *Hyalopterus sp.*
- Le puceron cigarié du pêcher (PC) *Myzus varians*

L'importance de chaque foyer est notée selon une échelle de 1 (quelques pucerons) à 5 (une ou plusieurs charpentières colonisées).

- **Nutrition azotée**

- o Analyse de feuilles : Prélèvement de feuilles 105 jours après F2 (début juillet), sur des rameaux représentatifs, à hauteur d'homme et aux 4 points cardinaux sur 25 arbres par parcelle élémentaire, soit 100 feuilles par échantillon. On prend la feuille située dans la partie médiane de la pousse terminale d'un rameau mixte. Les feuilles sont expédiées au laboratoire rapidement, ou desséchées à l'étuve.
- o Avec le N-Tester de la Société Yara. Le N-Tester mesure l'intensité de la couleur verte des feuilles qui reflète la teneur en chlorophylle, qui est elle-même fortement corrélée avec la concentration en azote lorsque celui-ci n'est pas en excès. Les mesures sont réalisées tous les 15 jours à partir de début mai (dès que les feuilles sont assez développées). L'échantillonnage est conçu de la façon suivante :
 - 10 arbres par modalité
 - 5 pousses terminales de rameaux mixtes de l'année par arbre, à mi-hauteur, réparties sur les charpentières.
 - 2 feuilles par pousse entre la feuille médiane et la première feuille d'extrémité complètement ouverte. En début de saison, si le rameau n'est pas assez développé, on prélève les 7^e et 8^e feuilles ouvertes à partir de la pointe.
 - 3 points mesurés par feuille dans la partie la plus large du limbe de chaque côté de la nervure centrale (l'appareil fait automatiquement la moyenne des 30 points de mesure par arbre, en éliminant les éventuelles valeurs aberrantes).

Soit 100 points de mesure par modalité.

Ces mesures seront corrélées avec des analyses d'azote total faites par un laboratoire sur les mêmes feuilles.

● **Fertilité du sol**

⇒ **Fertilité physique (structure)**

- **Profil cultural** : deux profils ont été observés à la plantation. Un profil par modalité a été effectué en fin d'essai.
- **Test bêche.**

Il s'agit d'une méthode d'évaluation simplifiée de l'état de compaction du sol. Il se déroule en deux phases ; la première consiste en une observation de l'état de la surface, avec la flore présente, la surface couverte par des cailloux, la présence ou non d'une croûte de battance et une description succincte de l'état des mottes. La seconde étape consiste à bêcher un carré de 20 cm² sur une profondeur de 40 cm si possible (20 à 25 cm dans notre cas). On observe si le bloc se tient sur la bêche. On mesure ensuite le mât racinaire, les racines de la culture, la présence ou non de vers de terre, les plans de fissuration, les zones de tassement. Puis on pose le bloc sur la bêche et on observe s'il se tient. Ensuite, on fragmente les mottes petit à petit afin de voir le mode d'assemblage des mottes et le pourcentage de chaque état type (Γ , $\Delta 0$ et Δ). Enfin, on évalue le pourcentage de terre fine. Dans le même temps, nous procédons à une notation des blocs par la méthode proposée par Bruce Ball. Ces notes seront soumises à une analyse statistique.

- **Pénétrométrie** : une série de mesures ont été faite à la plantation, puis ont été renouvelées en fin d'essai. Méthode proposée par C. Gignoux (Ctifl-Arefe).
- **Test d'infiltrométrie (ou test Beerkan)** : un cylindre de diamètre connu est posé sur le sol, 10 à 20 bouteilles d'eau de volume connu sont versées dans ce cylindre, le temps est alors compté jusqu'à ce que l'eau soit infiltrée. Cette opération est répétée en cumulant le temps et s'arrête lorsque le temps d'infiltration est linéaire.

⇒ Fertilité chimique

- **Analyse de sol** à la plantation et en fin d'essai.
- **Suivi de l'azote dans le sol**. Prélèvement de sol sur une profondeur de 0 à 30 cm, une fois par mois pendant la période de végétation, mesure de l'azote nitrique à l'aide d'une méthode rapide (Nitracheck®). Analyse par un laboratoire de l'azote minéral (nitrique et ammoniacal) une fois par an en hiver (reliquat azoté).

⇒ Fertilité biologique

- **Lombrics**

Méthode proposée par Y. Capowiez (INRA) :

Durant 30 minutes, on verse de 1 à 3 litres d'émulsion de moutarde (15 g/l) sur une surface de 0,07 m² (cylindre de 30 cm de diamètre) en fonction de la saturation en eau du sol. Les vers, irrités par la moutarde, remontent à la surface du sol où ils sont capturés. On prélève ensuite un volume de sol d'environ 0,05 m³ : 30x30x30 cm que l'on fragmente manuellement pour en extraire les vers. Le suivi est effectué sur le rang à raison de 4 échantillons par parcelle élémentaire. Le prélèvement sera fait en hiver. La détermination est faite jusqu'à l'espèce.

Traitement des résultats : Calcul de la biomasse (poids frais/m²), de l'abondance spécifique.

- **Mésafaune du sol** (essentiellement acariens et collemboles)

Prélèvement des échantillons de sol à partir desquels on peut extraire la mésofaune : 5 échantillons d'une surface de 10x10 cm et 5 cm de profondeur soit 150 g environ / modalités soit 20 échantillons

L'extraction des microarthropodes est faite par la méthode de Berlèse-Tullgren pendant 15 jours : le chauffage de l'échantillon par une ampoule électrique provoque une élévation de température et la déshydratation de l'échantillon, entraînant la fuite des microarthropodes qui sont récupérés dans un tube d'alcool à 70 %.

Dates : 1 relevé en Mai

Détermination : la reconnaissance sous loupe binoculaire est faite jusqu'au niveau de la famille si possible, sinon de la super-famille ou du sous-ordre, l'important étant de distinguer les groupes fonctionnels (transformateurs de litière et micro-prédateurs).

Traitement des résultats : abondance spécifique, diversité spécifique (indice de diversité et indice d'équitabilité).

● **Microbiologie**

- **Mesure de la masse microbienne** du sol par un laboratoire spécialisé (Alma Terra).
- **Prélèvements de sol** au printemps.