



• **AGRIBIO 13** •  
Les Agriculteurs **BIO**  
des Bouches-du-Rhône



• **AGRIBIO 84** •  
Les Agriculteurs **BIO** du Vaucluse



## LICENCE PROFESSIONNELLE TRANSITION AGROECOLOGIQUE DES TERRITOIRES



Essais et observations sur la fertilité des sols  
en maraîchage biologique dans la région  
Provence-Alpes-Côtes d'Azur



Apprentie :  
Valentine BAUNE

Promotion : 2021-2022

Tuteurs entreprise :  
Caroline BOUVIER D'YVOIRE  
et Emilien GENETIER

Tutrice pédagogique :  
Séverine SUCHAIL



## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant soutenu lors de cette année de licence, tant sur le versant professionnel que personnel, toutes ces personnes avec qui j'ai pu partager connaissances et débats et qui ont toujours été prêtes à me donner leur avis sur mes projets et réalisations.

Je remercie particulièrement Caroline BOUVIER D'YVOIRE qui a été ma tutrice jusqu'en mars sur ce projet, qui a partagé avec moi son expérience et ses ressources et qui m'a permis de faire de grands progrès quant à ma connaissance des sols et du maraîchage. Je remercie aussi Oriane MERTZ, ma tutrice concernant ma deuxième mission, qui a été la première à m'introduire au maraîchage, qui a pris le temps de répondre à mes questions et qui m'a solidement accompagnée lors de mes débuts à Agribio. Elles ont toutes les deux su m'intégrer à leur groupe d'agriculteurs et me mettre en confiance avec les sujets de mes missions.

Je tiens aussi à remercier Emilien GENETIER et Fausta GABOLA, qui ont respectivement pris le relai de Caroline et d'Oriane à leur départ. Ils ont été particulièrement attentifs à ce que mon encadrement suive son cours et ont tous deux pris le temps d'échanger avec moi sur mes missions et sur mes interrogations. Emilien, étant mon tuteur sur cette mission, a toujours été présent pour répondre à mes questions et me conseiller, je lui en suis très reconnaissante. Je remercie fortement Anne GUITTET qui m'a accueillie chaleureusement dans l'équipe et m'a permis de trouver ma place dans l'association.

Je remercie aussi les membres du Conseil d'Administration pour avoir accepté ma candidature en tant qu'apprentie au sein d'Agribio.

Bien sûr, je remercie chaleureusement tous les agriculteurs avec qui j'ai pu travailler cette année, qui ont pris le temps de répondre à mes enquêtes et qui ont partagé avec moi leur vision des choses et le fonctionnement de leur exploitation. Je remercie en particulier les maraîchers du groupe DEPHY qui ont mis à profit leur énergie et leur curiosité pour mettre en place des essais sur leur ferme et qui me permettent aujourd'hui de rédiger ce rapport.

Je remercie également l'équipe pédagogique de l'Université d'Avignon et de la MFR du Haut-Vaucluse ainsi que tous les intervenants de la licence qui m'ont permis d'élargir ma vision tant sur l'agriculture que sur l'agroécologie.

Enfin, je remercie tous mes collègues de promotion pour les échanges pertinents que nous avons pu avoir mais aussi pour la bonne ambiance, le partage et le respect dont nous avons tous fait preuve envers chacun.

## Résumé

Agribio84 est une association située dans le Vaucluse qui a pour but d'accompagner et de fédérer les agriculteurs biologiques du Vaucluse, elle fait partie du réseau Bio de PACA (Provence-Alpes-Côtes d'Azur). La région est très productive en termes de maraîchage et est la première région de France en surface agricole biologique.

Suite aux enjeux climatiques et au plan Ecophyto créé en 2008 par le gouvernement, les réseaux DEPHY ont vu le jour et sont présents dans chaque département. Ils s'articulent autour de la réduction d'utilisation de produits phytosanitaires. Dans le Vaucluse, les fermes suivies étant en Agriculture Biologique, elles utilisent déjà peu de produits phytosanitaires. L'objectif de ce groupe DEPHY Ferme est de faire connaître certaines pratiques remarquables ou de bons leviers de gestion qui aient un lien avec une agriculture plus durable, comme la fertilité du sol, la réduction de l'usage de plastique, etc. Tous les agriculteurs du groupe sont également questionnés quant à leur manière de lutter contre les ravageurs et sont suivis par un conseiller qui collecte le nombre de traitements qu'ils ont fait et en quelle quantité.

Afin de réaliser plus rigoureusement les suivis individuels chez ces maraîchers et de se concentrer sur la thématique de la fertilité des sols, sujet qui tient très à cœur le groupe DEPHY Ferme du Vaucluse, j'ai donc réalisé plusieurs essais. Ces derniers avaient pour objectif de permettre aux agriculteurs de mieux comprendre les interactions qui existent entre la fertilité de leur sol et leurs pratiques, pour pouvoir les adapter de manière à favoriser cette fertilité.

Ce rapport relate les résultats, réussites et échecs que nous avons pu rencontrer lors de ces essais. Ces essais avaient aussi pour but de créer de la documentation pour les maraîchers et conseillers s'intéressant à l'Agriculture Biologique et aux pratiques de demain, auxquels participe donc ce mémoire.

Finalement, les objectifs des essais ont été remplis puisque les maraîchers ont pu mieux comprendre les interactions que peut avoir le sol avec leurs pratiques. Ils ont aussi pu tester différentes pratiques et ainsi se faire leur avis sur celles-ci. De plus, un livret sera prochainement publié pour diffuser ces informations.

## Mots-clés

Agribio84, Agriculture Biologique, Agroécologie, Fertilité, Maraîchage, Observations, Pratiques agricoles, Provence-Alpes-Côtes d'Azur, Sol, Structure, Vie du sol

# Sommaire

Introduction.....	p.1
I. <u>Présentation de l'entreprise</u> .....	p.2
1) Historique.....	p.2
2) Les principales missions de l'association.....	p.2
3) Le fonctionnement de l'association.....	p.2
4) Le projet agroécologique.....	p.4
a. Présentation du projet.....	p.4
b. Les objectifs du projet.....	p.4
c. Les moyens mis à disposition.....	p.4
II. <u>Méthodologie et démarche entreprise</u> .....	p.5
1) Le déroulement du projet.....	p.5
2) Les tests réalisés.....	p.6
2.1) Observations des propriétés physiques du sol.....	p.6
a. Le test bêche.....	p.6
b. La mesure de température du sol.....	p.7
2.2) Observations des propriétés chimiques du sol et de la plante.....	p.8
a. Le test du cresson.....	p.8
b. Le test azote et le Nitrachek.....	p.8
c. Le test Pilazo.....	p.9
d. Le test du sachet de thé.....	p.9
2.3) Observations de l'abondance végétale et animale.....	p.10
a. Le comptage de vers de terre.....	p.10
b. La notation de vigueur d'une culture.....	p.11
c. Le taux de salissement d'une parcelle.....	p.11
III. <u>Résultats</u>	
1) Récapitulatif des essais.....	p.12
2) Indicateurs agronomiques.....	p.14
a. Test bêche (essais concernés : 2, 5, 6, 7, 9).....	p.14
b. Mesure de température du sol (essais concernés : 3, 4, 5, 7).....	p.15

c.	Test du cresson (essai concerné : 1).....	p.16
d.	Test azote (essais concernés : 1, 2, 3, 4, 7, 8).....	p.16
e.	Test Pilazo (essai concerné : 8).....	p.18
f.	Test des sachets de thé (essais concernés : 4, 6, 7).....	p.18
g.	Comptage de vers de terre (essai concerné : 6).....	p.19
h.	Notation de vigueur (essais concernés : 2, 3).....	p.19
i.	Taux de salissement d'une parcelle (essais concernés : 3, 5, 9).....	p.20
3)	Indicateurs socio-économiques.....	p.21
a.	Estimation des temps de travail (essais concernés : 5, 9).....	p.21
b.	Evaluation de la difficulté du travail (essai concerné : 9).....	p.22
4)	Récapitulatif des conclusions des essais.....	p.23
IV.	<u>Limites du projet et problèmes rencontrés</u> .....	p.25
1)	La motivation et la disponibilité des agriculteurs.....	p.25
2)	Les facteurs extérieurs et aléatoires.....	p.25
3)	L'expérience personnelle confrontée aux résultats.....	p.26
4)	Le manque d'éléments de comparaison.....	p.26
a.	A grande échelle.....	p.26
b.	Au sein même de leur exploitation.....	p.27
	Conclusion.....	p.28
	Sources bibliographiques et références.....	p.30
	Table des annexes.....	p.32

## Introduction

Depuis les années 70, certains scientifiques alertent sur le dérèglement climatique (*INA, 2021*). Notre mode de vie et de consommation ne cesse d'augmenter en termes de confort mais aussi en matière de pollution et de danger pour l'avenir de la planète. Le volume trois des rapports du GIEC : l'atténuation du changement climatique, sonne l'alarme et propose des solutions d'adaptation. L'impact de l'agriculture quant aux modifications de notre environnement pose question (réduction de la fertilité du sol, émissions de CO<sub>2</sub>, contribution à la réduction des forêts...) et pousse certains agriculteurs, mais également les organismes de conseil et d'accompagnement, à améliorer, changer, tester, expérimenter de nouvelles pratiques.

En 2009, le gouvernement a mis en place le plan Ecophyto, avec comme objectif la réduction de 50% en 10 ans le recours aux produits phytosanitaires, si possible. Ce plan est révisé tous les 5 ans et se nomme aujourd'hui le plan Ecophyto 2+. Ses principaux axes concernent la diminution d'utilisation de produits phytosanitaires, la promotion des préparations naturelles et des produits de biocontrôle, le soutien de la recherche et de l'innovation, l'accompagnement des agriculteurs dans la transition ainsi que la mobilisation et la responsabilisation de l'ensemble des acteurs, des agriculteurs à la grande distribution (*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022*).

La région PACA (Provence-Alpes-Côtes d'Azur), étant la première région bio de France avec un taux des surfaces bio de 32,4% sur la SAU (Surface Agricole Utile) totale de la région, est donc directement impliquée dans ces évolutions avec une réelle volonté de changement chez les agriculteurs et agricultrices. Grâce à son climat méditerranéen, elle permet une forte production maraîchère, particulièrement développée dans les départements du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, où une ferme sur quatre est en maraîchage biologique, soit 17,8% de la SAU régionale (*chiffres de Bio de PACA*).

Afin d'accompagner cet élan et cette transition, plusieurs réseaux départementaux ont été mis en place, notamment les réseaux DEPHY Ferme et DEPHY Expe, chacun doté d'un ingénieur-réseau qui assure le suivi des fermes participantes. Ces groupes ont pour objectif de produire de la documentation mettant en avant l'évolution des systèmes de cultures, des pratiques remarquables, des témoignages d'agriculteurs ayant réduit l'usage de phytosanitaires ou des systèmes de culture économes et performants.

Dans ce contexte, mon projet agroécologique s'est déroulé à Agribio84 et mon objectif était d'accompagner et de développer plusieurs essais en lien avec les pratiques utilisées par les maraîchers du groupe DEPHY et la fertilité de leur sol.



Figure 1 : Le réseau « Bio de PACA », source : Bio de PACA, bio-provence.org

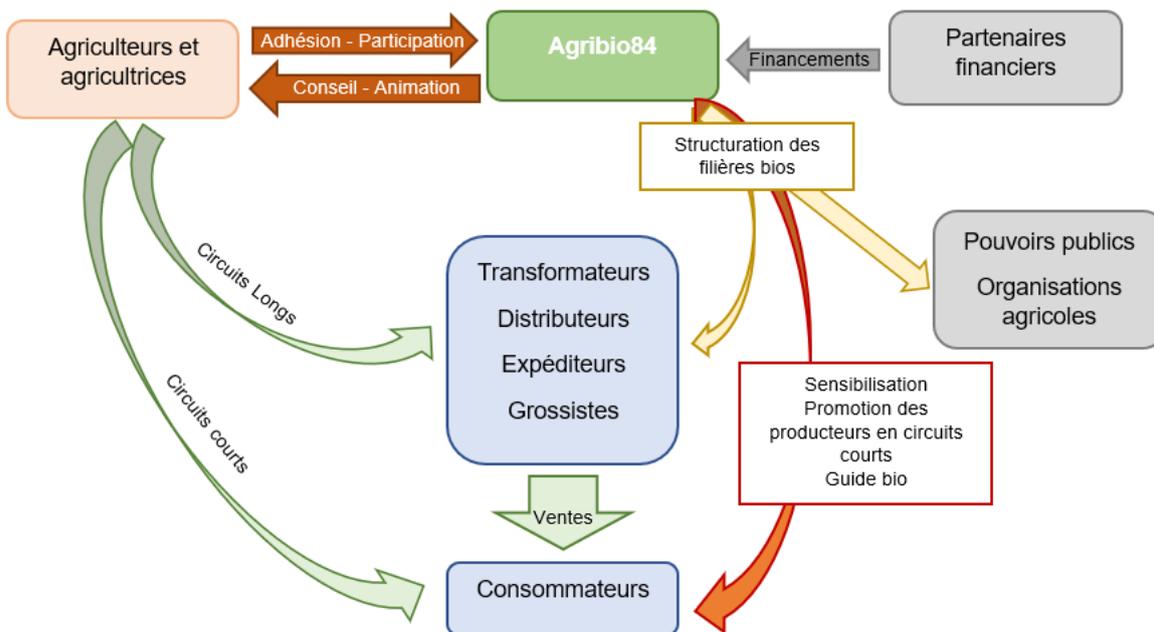


Figure 2 : Les interactions d'Agribio avec les acteurs de la filière bio, source : Valentine Baune

## **I. Présentation de l'entreprise**

### **1) Historique**

Afin de fédérer et de représenter les agriculteurs et agricultrices biologiques du Vaucluse, un CIVAM Bio (Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural) a été fondé en 1992. Cette association loi 1901 a été rebaptisée Agribio Vaucluse en 2005 et a pour but de promouvoir l'Agriculture Biologique au sein du département. Pour mieux coordonner ses actions de développement de l'AB et exprimer les intérêts des producteurs au niveau national et européen, Agribio travaille en réseau, adhère au réseau des CIVAM et de la FNAB (Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique). Toute la région PACA comporte un Agribio par département, qui travaillent ensemble selon les projets en cours et qui sont liés par le groupement régional « Bio de PACA ».

Aujourd'hui, l'association se compose d'environ 200 adhérents, mélangeant ainsi toutes les productions présentes dans le Vaucluse : arboriculture, maraîchage, viticulture, grande culture, élevage et plantes à parfum aromatiques et médicinales.

### **2) Les principales missions de l'association**

Agribio suit plusieurs missions principales :

- La promotion et le développement de l'agriculture biologique
- Défendre les intérêts de ses adhérents auprès de différents groupes de travail
- Diffuser de l'information technique sous forme de revues, de formations, de groupes d'échanges
- Structurer les filières : entre les producteurs et les acteurs de la filière (pouvoirs publics et organisations agricoles), notamment dans le cadre de la restauration collective
- Relancer le dialogue entre producteurs et consommateurs, par le biais du Guide Bio « Où trouver des produits bio » par exemple
- Appuyer l'organisation commerciale des producteurs en privilégiant les circuits courts
- Accompagner des projets individuels ou collectifs

### **3) Le fonctionnement de l'association**

Agribio fonctionne grâce aux adhésions annuelles des agriculteurs et des porteurs de projets, à leurs prestation payantes (suivi technique, interprétation d'analyse de sol, formation, etc) mais aussi grâce aux subventions départementales, régionales, nationales et européennes, ce qui lui permet de participer ou d'élaborer divers projets.

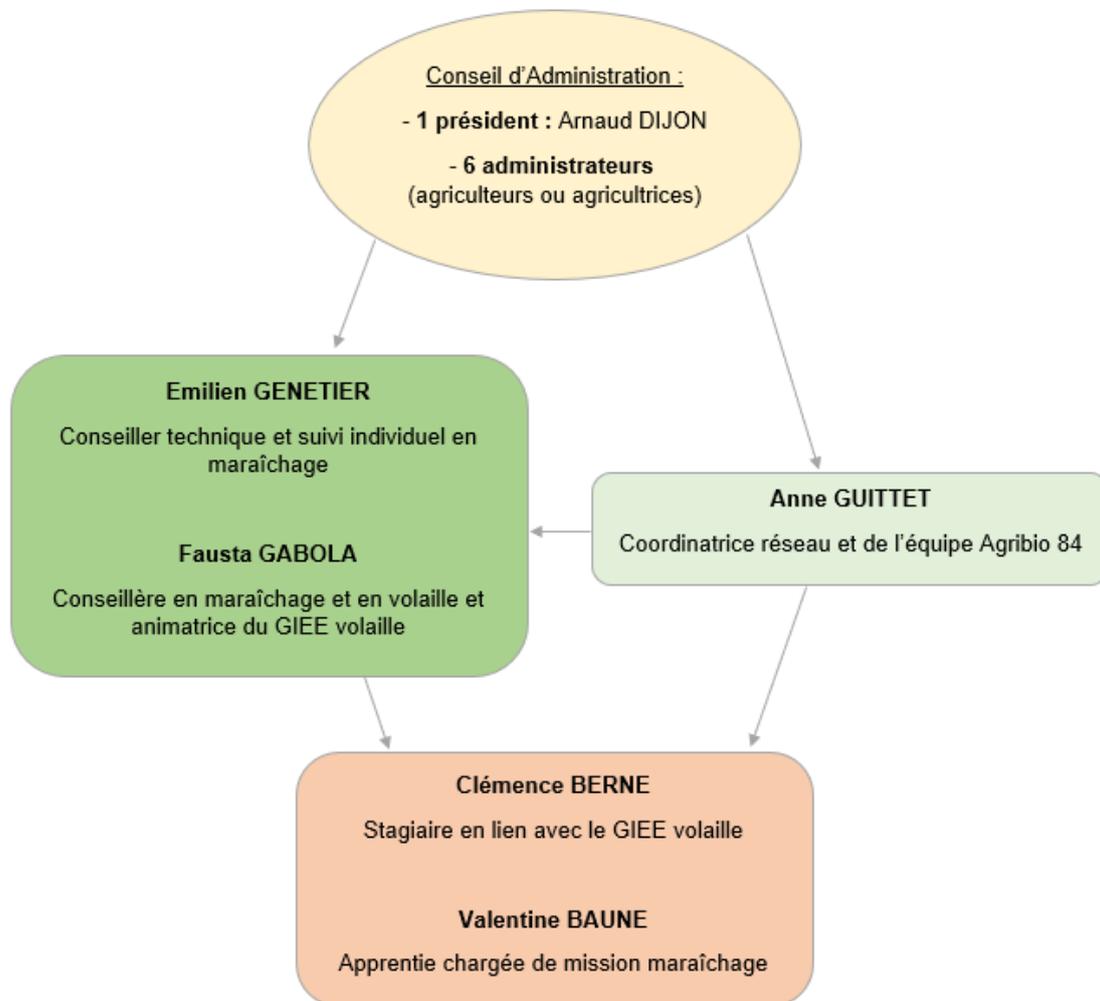


Figure 3 : Equipe et fonctionnement au sein de l'association,  
source : Valentine Baune

Au sein de la région PACA, seuls Agribio 13 et Agribio 84 sont regroupés en ce qui concerne le suivi technique et la participation aux projets. C'est-à-dire que les conseillers présents à Agribio 84 interviennent également dans les Bouches du Rhône pour des raisons de simplicité car il n'y a qu'une seule animatrice qui représente Agribio 13.

Comme toute association, Agribio est composé d'un Conseil d'Administration, comportant un président, un vice-président, un secrétaire, un trésorier, ainsi que des administrateurs qui sont des agriculteurs et agricultrices adhérents à l'association. Grâce à ce Conseil d'Administration, Agribio prend des décisions et peut s'orienter en fonction des demandes, du budget... selon les projets en cours ou à venir.

L'équipe salariale d'Agribio 84 est constituée d'une coordinatrice, Anne GUITTET, qui gère les interactions avec les autres Agribios et les structures de la région mais aussi tout ce qui touche à la communication, la comptabilité et l'administration de l'association. Anne coordonne également les salariés, organise des formations et s'occupe du projet de restauration collective.

Il y a aussi deux salariés qui sont toutes deux conseillères en maraîchage : Oriane MERTZ et Caroline BOUVIER D'YVOIRE, qui ont cette année été respectivement remplacées par Fausta GABOLA et Emilien GENETIER. Fausta intervient plutôt sur du conseil économique et de l'accompagnement à l'installation grâce au parcours Ecopaysan. Elle s'occupe, en plus de la filière maraîchage, de la filière volaille qu'elle anime via un GIEE (Groupement d'Intérêt Economique et Ecologique). Quant à Emilien, il est spécialisé dans l'accompagnement et le suivi technique individuel et est aussi ingénieur DEPHY. Les conseillers organisent tous deux des formations et font partie de différents projets dans lesquels ils peuvent être amenés à travailler ensemble.

Selon les années et les possibilités, des services civiques ou des stagiaires peuvent être recrutés. Généralement, les services civiques travaillent sur les aspects communication, comme lors de l'édition bisannuelle du guide bio et les stagiaires viennent en appui des conseillers lorsque les projets sont lourds et demandent beaucoup de temps. En mars, une stagiaire, Clémence BERNE, a rejoint l'équipe et réalise une étude en lien avec le GIEE volaille sur les couverts végétaux dans les parcours pour poules pondeuses.

En effet, depuis 2018, des stagiaires réalisant leur stage de fin d'étude (d'une durée d'au moins quatre mois) sont présents chaque année dans l'association, ce qui permet un avancement régulier et sur le long terme des projets.

L'objectif de mon projet agroécologique se décline en deux missions principales :

- L'acquisition de références technico-économiques dans le cadre du projet RefTek, afin de créer des fiches par légumes permettant de connaître les coûts associés à une culture et de calculer la marge brute obtenue,
- La mise en place d'essais et d'observations avec le groupe DEPHY en lien avec les pratiques des maraîchers et la fertilité de leur sol, sur lesquels repose ce rapport.

#### 4) Le projet agroécologique

##### a. Présentation du projet

La participation d'un apprenti à l'animation du groupe DEPHY est très récente car elle date de cette année. Pour cela, j'ai travaillé avec les maraîchers du groupe qui sont au nombre de douze. Neuf essais ont été mis en place au total. Il y a eu quatre types d'essais principaux axés autour de : la réduction du travail du sol, la diminution de l'utilisation de plastique, la gestion de l'enherbement ou bien la conduite de la fertilisation. Ce sont les thématiques qui suscitent le plus de questionnements aux agriculteurs et auxquelles peu de réponses sont apportées en Agriculture Biologique.

##### b. Les objectifs du projet

Les objectifs du projet sont de permettre aux maraîchers de bien comprendre quelles sont les interactions entre les pratiques qu'ils mettent en place et la fertilité de leur sol, quels pourraient être les impacts d'un changement de pratiques sur la fertilité du sol, mais également de comparer différentes pratiques et leurs conséquences sur le sol.

Le deuxième objectif de ce projet est de documenter les pratiques des maraîchers vis-à-vis de la fertilité de leur sol, mais aussi à travers les essais, de documenter ce qui a fonctionné, ce qui n'a pas été réussi, pour quelles raisons et de repérer les problématiques auxquelles se heurtent les maraîchers.

##### c. Les moyens mis à disposition

Afin de me mettre à niveau sur les pratiques utilisées et testées en maraîchage, j'ai pu avoir accès à une bibliographie très importante allant de la mécanisation utilisée en maraîchage, en passant par les spécificités des différentes cultures, jusqu'aux plantes bioindicatrices. Toutes ces lectures ont été très enrichissantes et m'ont réellement permis de progresser. J'ai également pu rencontrer des spécialistes ayant déjà mis en place certains essais et qui ont pu me donner de très bons conseils mais aussi répondre à mes questions.

En ce qui concerne le côté plutôt pratique pour réaliser les observations, j'avais déjà à ma disposition tous les outils d'Agribio : bêche, fourche bêche, tarière, Nitrachek (appareil pour mesurer la quantité de nitrate présente dans un sol), sachets de thé homologués...

## II. Méthodologie et démarche entreprise

### 1) Le déroulement du projet

Après avoir élargi mes connaissances autour de la fertilité du sol en maraîchage, j'ai rencontré tous les agriculteurs du groupe DEPHY via une rencontre collective. Avec l'ingénieur-réseau, nous avons fait le point sur les objectifs du projet, les problématiques générales auxquelles nous répondrons et le déroulement des observations, notamment en ce qui concerne la temporalité des essais et ma période de présence à Agribio. Puis, chaque maraîcher a été contacté individuellement, ce qui a donné lieu à un rendez-vous qui avait pour but de cadrer l'essai mis en place, les observations qui intéressaient le maraîcher mais aussi ce qu'il souhaitait apprendre ou améliorer sur sa structure. Au cours de cette rencontre individuelle, j'ai expliqué à chaque agriculteur les outils mis à notre disposition pour suivre leurs cultures et le fil du projet impliquant les dates auxquelles les observations seront réalisées et les dates auxquelles les essais devront s'arrêter pour que la restitution des résultats puisse être faite. C'était ensuite à l'agriculteur de proposer une idée, quelque chose qui lui paraissait intéressant d'observer. Mon rôle à ce moment-là était de valider cette proposition avec l'aide de Caroline et d'Emilien, de constater si elle était réalisable et de conseiller le maraîcher sur la mise en place de l'essai. Ensemble, nous avons déterminé les modalités testées ainsi que la modalité témoin, s'il y en avait une. Pour ce type d'essai, il est réellement important que les observations portent sur une problématique qui intéresse le maraîcher et qui pourra lui apporter des clés pour ses prochaines cultures. Il est donc nécessaire que l'essai porte quelque chose de réalisable à long terme pour l'agriculteur et qui soit en accord avec ses pratiques actuelles.

Pour certains maraîchers, le cadrage a dû être réalisé en plusieurs fois car leurs connaissances et leur réflexion pouvaient évoluer, notamment suite à des formations ou des échanges avec d'autres agriculteurs ou des conseillers. La disponibilité d'intrants, les conditions météorologiques et les aléas du milieu agricole pouvaient également être des paramètres qui changeaient les dates d'observation ou l'essai complet.

Par la suite, plusieurs actions ont été réalisées :

- Un compte rendu de cadrage des essais propre à chaque maraîcher a été élaboré, qui leur a été ensuite communiqué afin d'être sûre que nous étions d'accords sur les différentes modalités et les dates des opérations.
- Un tableur servant d'échéancier et permettant d'avoir une visibilité sur les toutes les observations à faire chez chaque maraîcher au cours de l'année a été créé (annexe 2).

- Après cela, des protocoles ont été rédigés pour l'utilisation de tous les outils de mesure qui seraient utilisés dans le cadre des essais. Ces protocoles permettent de réaliser les observations de manière identique et d'éliminer le plus de biais possible.
- J'ai aussi élaboré des feuilles de notation à utiliser sur le terrain pour chaque outil ainsi qu'une liste du matériel nécessaire pour savoir ce qu'il fallait sur le terrain ou au bureau.

Les observations ont ensuite pu débuter. Pour cela, j'ai eu accès aux parcelles des essais dès que j'en avais le besoin, que ce soit pour faire des prélèvements de terre, des notations de vigueur ou d'enherbement, etc. Selon les tests, je pouvais directement les réaliser sur le terrain ou bien faire un prélèvement à analyser dans les locaux d'Agribio pour avoir accès aux outils de mesure qui n'étaient pas transportables.

## **2) Les tests réalisés**

Grâce à Caroline, j'ai pu être formée sur l'utilisation des différents outils. Cela a été très bénéfique pour interpréter correctement les résultats et apporter de meilleurs conseils aux maraîchers.

Ces tests ont été choisis car ils pouvaient, pour la majorité d'entre eux, être reproduits par les maraîchers eux-mêmes sans engendrer de coûts importants et en minimisant le temps d'observations tout en apportant des indications précieuses autour de la fertilité de leur sol.

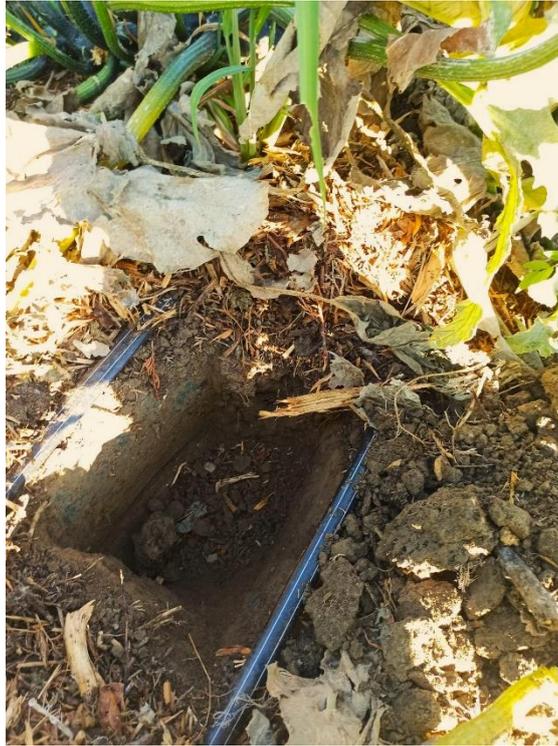
Au total, neuf outils de mesure et d'observation ont été utilisés. Ils concernent les propriétés physiques et chimiques du sol, ainsi que l'abondance végétale et animale.

### **2.1) Observations des propriétés physiques du sol**

#### **a. Le test bêche**

Ce test est utile pour connaître l'état du sol. Il permet, en effet, d'observer la structure du sol sur les vingt-cinq premiers centimètres que l'on évalue via sa porosité, la forme et la disposition des agrégats. Pui, on peut apprécier la macroporosité, qui correspond aux gros trous présents dans les mottes et qui permet d'estimer la présence de vie dans le sol, particulièrement celle des vers de terre, ainsi que la microporosité qui équivaut à tous les petits trous et qui permet au sol d'être aérer et de faire circuler l'eau. On note également la présence de turricules de vers de terre en surface mais aussi dans le sol. Le test bêche permet de repérer un éventuel tassement, des traces d'hydromorphie... Tout cela permet de donner une note aux différents horizons du sol et d'en savoir plus sur l'état global du sol.

Pour réaliser ce test, je me suis inspirée du protocole d'Agrotransfert. Le matériel nécessaire se compose d'une bêche, d'une bâche, d'un mètre, du protocole en version imprimé ainsi que d'un papier et d'un stylo.



*Figure 4 : Prétranchée creusée en vue d'un test bêche,  
source : Valentine Baune*



*Figure 5 : Sonde utilisée pour prendre la température du sol,  
source : Valentine Baune*

En arrivant sur place, la ou les placettes sur lesquelles le test est réalisé sont déterminées. La surface du sol est évaluée, en repérant par exemple une croûte de battance, des traces d'érosion ou la présence de turricules. Puis une bâche est disposée près de cet endroit et une prétranchée de la taille de la bêche est creusée, c'est-à-dire de 20x20x25cm. A la suite de cela, une tranche est découpée sur un des bords de la prétranchée. Celle-ci est ensuite posée délicatement sur la bâche. Puis, cette tranche est découpée en fonction des différents horizons que je repère à l'œil. Par la suite, la qualité des agrégats est appréciée en observant leur porosité, leur forme ou encore la difficulté que l'on peut rencontrer en essayant de casser les mottes. En suivant le protocole de notation d'Agrotransfert, une note est attribuée à chaque horizon et un petit compte rendu est réalisé pour être communiqué à l'agriculteur puis rentré dans notre base de données.

#### b. La mesure de température du sol

En ce qui concerne les mesures de température du sol, ces données permettent de rendre compte de l'évolution des températures en fonction de la saison et donc de la vitesse à laquelle le sol se réchauffe. Dans ce projet, cette mesure est principalement utilisée pour étudier l'impact que peut avoir un paillage épais, tel qu'un mulch de paille ou de broyat, sur le réchauffement du sol. Grâce à cela nous pouvons comparer les données avec un sol nu ou un paillage plastique par exemple.

Le protocole est très simple : avant tout, il faut noter que si les mesures sont réalisées sous abris, il vaut mieux mesurer la température au milieu de la serre plutôt qu'aux bords, car cela pourrait fausser les résultats. Pour commencer il faut déterminer une zone de mesure selon la surface étudiée, les mesures sont généralement prises sur une ligne de 20m de long et trois répétitions sont réalisées, tout cela grâce à une sonde. Si le sol est très dur il est nécessaire de créer un trou grâce à un long clou afin de pas abîmer la sonde. Plusieurs mesures sont réalisées selon différentes profondeurs : à cinq centimètres puis à dix centimètres. Pour effectuer cela, la sonde est insérée dans le sol par palier. Cela nécessite d'attendre deux minutes pour chaque mesure avant de l'enfoncer plus profondément. Les températures sont notées au fur et à mesure en différenciant bien chaque répétition. Généralement, le sol est plus chaud en profondeur en hiver et inversement en été. Les résultats de même profondeur pour chaque répétition doivent être assez proches, c'est-à-dire à moins d'un degré d'écart. Si une des répétitions est trop éloignée il vaut mieux recommencer la mesure pour celle-ci. Les données sont ensuite rentrées dans un tableur afin de pouvoir les comparer en fonction des saisons et en voir l'évolution au cours de la culture.



Figure 6 : Test du cresson au cinquième jour, source :  
Valentine Baune



Figure 7 : Boîtier Nitrachek et bandes réactives, source :  
Valentine Baune

## 2.2) Observations des propriétés chimiques du sol et de la plante

### a. Le test du cresson

Le test du cresson permet d'évaluer de manière simple la présence ou non de phytotoxiques dans un compost utilisé comme amendement sur une ou plusieurs cultures. Le cresson étant une plante réagissant particulièrement mal à la présence d'éléments toxiques dans le sol où elles poussent, elle est donc la candidate idéale pour en démontrer la présence et est un très bon indicateur quant à la qualité d'un compost.

Pour ce faire, il faut récupérer du compost provenant d'un agriculteur et de la terre de la parcelle d'essai ou bien du terreau universel. L'idéal est d'utiliser plusieurs pots d'un diamètre d'environ dix centimètres et de réaliser plusieurs modalités pour voir comment le cresson se comporte selon la dose de compost mélangé à la terre. Ici, quatre modalités sont réalisées : une modalité témoin avec uniquement du terreau, une modalité avec la moitié de compost et l'autre de terreau, une troisième avec deux tiers de compost et un tiers de terreau et la dernière avec seulement du compost. La vigueur du cresson est évaluée au bout de trois jours de plantation, puis au bout de cinq jours (figure 6).

### b. Le test azote et le Nitrachek

Le Nitrachek est un outil permettant de mesurer la quantité de nitrates (azote disponible pour les plantes) présente dans un sol à un instant T. Il se présente sous la forme d'un boîtier permettant de lire des bandelettes réactives. C'est un test dont les résultats sont à prendre avec du recul, car ces derniers peuvent être faussés en fonction de l'étalonnage de l'appareil, de la température... Les résultats ne sont donc pas toujours exacts mais permettent de donner une idée approximative. A chaque utilisation de cet outil, je rappelle donc aux agriculteurs qu'il faut prendre ces données avec des pincettes et ne pas se référer uniquement à cela pour gérer sa fertilisation.

Afin de réaliser ce test il faut suivre le processus suivant : récupérer dix à quinze carottes de terre à l'aide d'une petite tarière de façon homogène sur la parcelle, puis retourner aux locaux d'Agribio pour utiliser l'appareil. A ce moment-là, la terre est tamisée afin d'enlever tous les cailloux, puis cent grammes de terre sont prélevés dans un récipient type pot de confiture, auxquels il faut ajouter cent grammes d'eau déminéralisée. Puis, le pot doit être secoué vigoureusement pendant trois minutes. Une fois que cela est fait le mélange ressemble à une sorte de boue très liquide dans laquelle il convient de plonger un filtre spécial (on peut aussi utiliser des filtres à café), la pointe vers le bas pour effectuer une filtration inverse. Après une attente d'une à quatre heures, selon la texture du sol, il est possible de plonger une bandelette



*Figure 8 : Sachets de thé tout juste posés sur une parcelle d'essai, source : Valentine Baune*

de Nitrachek dans le filtrat. Avant cela, il est nécessaire d'étalonner l'appareil et de tester sa justesse avec une bandelette prévue à cet effet. L'appareil est ensuite réglé selon la température ambiante puis le test avec le filtrat peut commencer. Pour cela, je me munie d'une bandelette vierge et l'insère dans l'appareil, dès qu'il indique « GO » je la retire et attends le premier « bip » pour tremper la bandelette dans le filtrat pendant deux secondes, indiquées par le deuxième « bip ». Ensuite, la bandelette est secouée pour la sécher et insérée à nouveau dans l'appareil, qui donne le résultat en partie par million (ppm). Après avoir obtenu le résultat, on utilise un coefficient déterminé en fonction de la texture du sol et de son humidité au moment du prélèvement pour convertir le résultat en kilogrammes d'azote par hectare.

#### c. Le test Pilazo

Le test Pilazo est également réalisé à l'aide du Nitrachek. Cette fois-ci, son intérêt est de mesurer le taux de nitrates contenu dans les feuilles d'une plante. Cela permet de savoir si la plante assimile correctement l'azote, si elle est en manque ou en excès.

Pour ce faire, il est nécessaire de récolter dix à quinze jeunes feuilles par modalité sur des pieds au hasard, avant dix heures du matin pour qu'il ne fasse pas trop chaud. Par la suite, il faut retirer les folioles pour ne garder que les pétioles et la nervure principale et presser ceux-ci à l'aide d'un presse-ail. Le jus doit être récolté puis dilué au 1/20<sup>ème</sup> avec de l'eau déminéralisée. Après avoir étalonné le Nitrachek, les mêmes manipulations sont réalisées : une bandelette est plongée dans le liquide en respectant le temps indiqué par les « bips » puis insérée dans l'appareil. Enfin, le résultat peut être lu et est rentré dans un tableur. Une grille permet d'interpréter les résultats et de savoir si la plante a accès à assez d'azote.

#### d. Le test du sachet de thé

Ce test, peu connu, est très utile pour constater la vitesse de dégradation des matières organiques dans le sol. Pour cela, on utilise deux thés différents : le thé vert ainsi que le Rooibos de Lipton. Ce choix est important car les deux thés ont des C/N (rapport carbone azote) très différents, 12 pour le thé vert et 43 pour le Rooibos, et permettent de communiquer des indicateurs différents. Le thé vert donne une indication sur le taux d'humification, c'est-à-dire la quantité de matière organique dégradée qui se transforme ensuite en humus stable, ici, c'est ce que l'on appelle le coefficient **S**. Le Rooibos donne le coefficient **k**, qui correspond au taux de minéralisation. Ainsi un **S** élevé indique un stockage important et peu de minéralisation alors qu'un **S** faible indique un faible stockage de la matière organique fraîche. Le coefficient **k** révèle une forte minéralisation secondaire et un risque de dégradation du stock d'humus. A l'inverse, un **k** trop faible est synonyme d'une faible minéralisation secondaire et d'un risque de surstockage de la matière organique.



*Figure 9 : Préparation et matériels utilisés pour le comptage de vers de terre, source : Valentine Baune*

Pour réaliser le test, il est donc nécessaire de se munir des sachets de thé ayant les bonnes références, afin d'avoir des valeurs justes et comparables aux tests déjà réalisés. Je me réfère aux recherches réalisées par Tea4Science pour mettre en place cette observation ainsi qu'à Elie Dunand, un consultant filière et production Fruits & Légumes, que j'ai eu la chance de rencontrer et de pouvoir suivre lors de ses poses de sachets de thé.

Le protocole est simple : une fois les sachets de thé achetés, il faut les peser pour connaître le poids exact de chaque sachet et soustraire à cela le poids de la ficelle, du sachet ainsi que de l'étiquette, qui est une valeur identique à tous les sachets puisqu'ils sont produits de manière industrielle. Par la suite, il faut se rendre sur la parcelle concernée par la pose des sachets et choisir le lieu pour les enterrer. Ils sont enterrés à maximum huit centimètres de profondeur et espacés de quinze centimètres. L'emplacement des sachets est marqué par un bâton planté entre les deux sachets. Ici, le sachet de thé vert sera toujours posé en premier, cela permet de mieux les retrouver. Après quatre-vingt-dix jours, les sachets sont déterrés et soigneusement nettoyés (sans eau), puis ils sont passés à l'étuve à soixante-dix degrés pendant quarante-huit heures ou séchés au soleil pendant trois à quatre jours puis rapidement au four. Enfin, la quantité de thé restante est à nouveau pesée et les résultats peuvent être interprétés en rentrant toutes les données dans un tableur prévu à cet effet.

### **2.3) Observations de l'abondance végétale et animale**

#### **a. Le comptage de ver de terre**

Ce test permet de compter et de classer les vers de terre par catégorie écologique : anéciques, endogés ou épigés. On note aussi le stade de développement des vers de terre : juvéniles ou adultes. Il donne une indication sur le nombre de vers de terre potentiels qui sont présents au mètre carré.

Afin de mettre en œuvre ce test, j'utilise le protocole de l'OPVT (Observatoire Participatif des Vers de Terre). Il faut localiser six placettes pour faire des prélèvements à différents endroits et obtenir des résultats les plus homogènes possible. Sur chaque placette, un carré de terre de la taille d'une bêche (20x20x25cm) est retiré du sol. Le mieux est d'utiliser une fourche bêche, moins agressive pour les vers de terre car elle évite de les couper. Il faut être équipé de deux petites bassines ainsi que d'un tamis type tamis de cuisine. De l'eau doit être apportée sur place, elle est nécessaire pour laver les vers de terre pour bien les reconnaître. Les vers de terre sont ensuite classés par catégories écologiques en séparant les juvéniles et les adultes, ce qui permet de donner une idée approximative de la dynamique de reproduction des différentes familles de vers de terre. Il est très important que le sol soit humide afin que le test soit significatif, sinon les vers de terre risquent d'être trop en profondeur dans le sol.

### b. La notation de vigueur d'une culture

Evaluer la vigueur d'une culture ou des plantes de différentes modalités sur une même parcelle permet de savoir si la plante présente un problème de ravageurs ou de maladies, si elle subit des carences ou des excès en azote, phosphore et potassium ou bien si la plante se porte mieux selon les modalités de l'essai (cela peut dépendre de beaucoup de facteurs : structure du sol, compaction, circulation de l'eau...).

Pour noter cela, il faut se rendre sur la parcelle d'essai et repérer, en séparant les modalités, la couleur des plantes, le diamètre des tiges, leur port et leur développement (nombre de niveaux de feuilles développées et nombre de bouquets à fleur ou à fruits). Une note est attribuée pour la culture (1 : plant très peu vigoureux, 2 : plant peu vigoureux, 3 : plant assez vigoureux, 4 : plant vigoureux, 5 : plant très vigoureux). Si la culture n'est pas homogène en termes de vigueur, la parcelle est divisée par zone, une note est attribuée pour chaque zone, ensuite une moyenne de toutes les notes obtenues est calculée (annexe 4).

### c. Le taux de salissement d'une parcelle

Cette mesure permet d'estimer le taux de recouvrement d'une parcelle par des adventices. Elle est particulièrement utilisée pour comparer différentes modalités de paillage et leur capacité à limiter l'enherbement et donc les désherbages nécessaires pour entretenir la culture.

Le protocole de ce test est similaire à celui de la notation de vigueur : une fois sur la parcelle, je constate s'il y a une éventuelle hétérogénéité en termes d'enherbement ou si toute la parcelle est homogène. Si elle est hétérogène, la parcelle est également divisée par zone et une moyenne des notes de chaque zone est calculée (annexe 5). Les notes vont de zéro à cinq (0 : pas d'adventices, 1 : quelques adventices éparses, 2 : un quart de la surface est recouvert par des adventices, 3 : la moitié de la surface est recouverte d'adventices, 4 : les trois quarts de la surface sont recouverts d'adventices, 5 : la parcelle est envahie d'adventices). La famille d'adventices dominantes est ensuite déterminée (par exemple : graminées, astéracées, polygonacées...), ce qui peut donner une indication sur la cause de leur présence et expliquer un problème pertinent ou non sur la parcelle.

### III. Résultats

#### 1) Récapitulatif des essais

ESSAIS	OBJECTIFS	MODALITES	INDICATEURS
1. Essai chez Yoan Aude	Observer l'effet d'un apport de compost sur une culture de melons et sur le sol	- 5000m <sup>2</sup> sans compost et 5000m <sup>2</sup> avec apport de compost à 12t/ha - apport d'1t/ha d'OrgHuon (5-8-3)	<b>Agronomiques :</b> - Qualité de l'amendement : test du cresson - Fertilité : test azote
2. Essai chez Olivier Bougé	Evaluer l'impact d'une diminution du travail du sol et d'un deuxième apport d'engrais en cours de culture sur tomates et ses effets sur la vigueur de la culture et sur le sol	1 planche avec 4 modalités : - passage de sous-soleuse + deuxième apport - passage de sous-soleuse - pas de passage de sous-soleuse - pas de passage de sous-soleuse + deuxième apport	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test azote, test bêche - Développement de la culture : vigueur des plantes
3. Essai chez Agathe Chariot – Association Semailles	Examiner l'effet de différentes modalités de paillage et de fertilisation sur une culture de courgette et sur le sol	4 modalités réparties sur 5 planches : - plastique + engrais - broyat + mélange de compost/fumier/engrais - plastique + mélange de compost/fumier/engrais (2 planches) - broyat + engrais	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test azote, température du sol, test bêche - Développement de la culture : taux de salissement, vigueur des plantes
4. Essai chez Arnaud Dijon	Observer l'effet de broyat utilisé en tant que paillage sur une culture de piment et sur la fertilité du sol	2 modalités : - paillage plastique - broyat	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test azote, température du sol, test des sachets de thé - Développement de la culture : vigueur des plantes

5. Essai chez Matthieu Dutertre – Mas de Carles	Comparer et apprécier l'impact de différentes modalités de paillage sur une culture d'oignons et sur le sol	3 modalités : - paillage plastique, - mulch de paille de 10cm d'épaisseur - sol nu	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : température du sol, test bêche - Développement de la culture : taux de salissement <b>Socio-économiques :</b> - Comparaison des temps de travail
6. Essai chez Christophe Herranz	Evaluer l'effet d'un apport de broyat réalisé annuellement sur la fertilité du sol	2 modalités : - avec apport de broyat avant le semis d'engrais vert - sans apport de broyat	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : comptage de vers de terre, test bêche, test des sachets de thé
7. Essai chez Anne et Olivier Nouguier	Après un travail du sol important, constater à quel point le sol arrive à reprendre en structure et en fertilité	- Culture de haricots et de concombre sur 3 planches	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test azote, test bêche, test des sachets de thé
8. Essai chez Jean-Emmanuel Pelletier	Comparer l'effet de différents précédents sur la minéralisation de l'azote	- Culture de radis sur 2 parcelles avec précédent blette ou chou chinois	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test azote
9. Essai chez Maxime Catalogna et Julien Ronzon	Apprécier le travail nécessaire pour gérer les vivaces selon différents paillages ainsi que leurs effets sur la fertilité du sol et sur la culture de courgette	3 modalités de paillage : - carton + broyat - broyat + toile tissée - uniquement broyat	<b>Agronomiques :</b> - Fertilité : test bêche - Développement de la culture : taux de salissement <b>Socio-économiques :</b> - Comparaison des temps de travail et de la difficulté du travail



Figure 10 : Tests bêche réalisés en début de culture, essai 7 (à gauche sur le rang, à droite dans le passe-pied), source : Valentine Baune



Figure 11 : Tests bêche réalisés en fin de culture, essai 7 (à gauche sur le rang, à droite dans le passe-pied), source : Valentine Baune



Figure 12 : Tests bêche réalisés en fin de culture, essai 3 (de gauche à droite : plastique + engrais ; plastique + compost ; broyat + engrais ; broyat + compost), source : Valentine Baune



Figure 13 : Tests bêche réalisés en fin de culture, essai 6 (à gauche : avec compost, à droite : sans compost), source : Valentine Baune

## 2) Indicateurs agronomiques

### a. Test bêche (essais concernés : 2, 3, 5, 6, 7, 9)

Différence en début et fin de culture (7) : L'important apport de compost a réellement permis d'aérer la structure et de favoriser l'activité biologique du sol. Malgré un travail du sol assez intense, la structure est très bonne. D'après les observations du maraîcher, le sol argileux, est devenu plus drainant en surface qu'auparavant mais conserve bien l'humidité en profondeur. Il a donc dû s'adapter en termes d'irrigation car au départ il a trop arrosé pensant que le sol était sec. Dans les passe-pieds les effets du compost se font aussi ressentir. Même si la structure du sol est légèrement moins bonne (quelques agrégats plus gros et parfois un peu durs à casser), le sol n'est pas tassé et conserve aussi l'humidité en profondeur.

Différence en fonction des modalités de paillage (3, 5, 6, 9) :

Dans l'essai n°3, le sol était compact sur toutes les modalités et très tassé à partir de 22cm environ. La structure du sol était la plus aérée dans la modalité broyat et engrais. On remarque des agrégats plus anguleux dans la modalité plastique et engrais, elle semble favoriser le tassement du sol. La vie biologique, particulièrement les vers de terre, sont plus présents et actifs dans les modalités avec broyat.

Dans l'essai n°5, le sol du Mas de Carles est jeune et très peu profond (entre 25 et 30cm avant la roche-mère en dégradation). En plus de cela, le sol est sableux et assez drainant. La vie biologique n'y est pas du tout installée. Les résultats sont donc difficiles à interpréter. La principale différence entre les modalités paille, plastique ou sol nu est l'humidité du sol. En effet, celle-ci est largement favorisée avec la modalité paille. Bien qu'elle soit mise en place depuis au moins trois mois, la paille n'a absolument pas été dégradée, ce qui démontre aussi la faible activité biologique du sol.

Dans l'essai n°6, on remarque globalement que le sol reste plus aéré, plus humide et plus frais dans les zones avec compost. Malgré les aspersion réalisées deux fois par semaine, le sol sèche très rapidement, ce qui semble diminuer l'activité biologique du sol et augmenter le tassement surtout en profondeur. Dans les zones avec compost, l'humidité du sol se maintient beaucoup mieux, ce qui permet de dégrader lentement la matière organique apportée mais aussi de maintenir des mottes ouvertes avec une forte micro et macro porosité.

Dans l'essai n°9, on remarque que sur la modalité broyat et carton, le sol est légèrement plus sec que sur la modalité broyat seul. Le sol présente aussi des traces d'activité biologique moins importantes, ce qui peut s'expliquer par le fait que le carton favorise moins cette activité en laissant un sol plus sec en surface et moins d'apport de matière organique que le broyat



*Figure 14 : ver de terre enroulé sur lui-même pour résister à la chaleur et au manque d'humidité, en-dessous un macropore*

*Source : Valentine Baune*

seul. En effet, il y a moins de grosses mottes dans la modalité broyat, les mottes présentes sont en cours de régénération. Deux vers de terre ont également été aperçus malgré la chaleur. En ce qui concerne la modalité toile tissée, on constate plus l'effet du travail du sol que sur les deux autres modalités : de grosses mottes ouvertes ont été remontées à la surface. Le sol est très sec et présente une structure plus anguleuse et moins poreuse. En profondeur, la vie biologique y est tout de même présente.

Différence selon le travail du sol (2) : dans la modalité avec sous-solage, on constate que le sol est plus tassé en surface mais plus aéré dans l'horizon intermédiaire, les racines colonisent mieux les différents horizons que dans la modalité sans sous-solage. La bioturbation est aussi meilleure en profondeur. Malgré cela, au fond de la bêchée le sol paraît tassé, peut-être à cause du travail du sol. Dans la modalité sans sous-solage, la structure du sol est plus tassée dans l'horizon du milieu, comme si le sol avait déjà un peu repris en masse. La bioturbation et les traces d'activité biologique sont plus importantes en surface, mais en profondeur elles sont moins présentes.

Résultats attendus :

- Amélioration de la structure du sol
- Différents effets en fonction du paillage, fertilité du sol favorisée par un paillage « naturel » de type paille ou broyat

Conclusion des essais :

Si un sol est riche en vie biologique, il a de fortes chances de rapidement se reformer et se redévelopper au cours d'une culture malgré un travail du sol intense.

Lorsque le sol est couvert par un mulch, cela lui permet de conserver son humidité et ainsi, d'y favoriser le développement de vie biologique. Grâce à cela, le sol est généralement moins tassé dans ces modalités.

Pour observer les différences entre un sol travaillé et un sol non travaillé, il faudrait répéter l'essai sur plusieurs années. Ici, on constate surtout que le travail du sol aurait tendance à tasser le sol en surface et en profondeur, mais à l'aérer dans l'horizon médian permettant ainsi aux plantes de développer plus facilement leurs racines.

b. [Mesure de température du sol \(essais concernés : 3, 4, 5\)](#)

Différence selon les modalités de paillage : Ici, deux essais se sont déroulés en plein champ (3, 5) et un sous abri (4). Les températures sont naturellement plus élevées sous abri. Les paillages sur lesquels nous avons étudié l'effet de la température sont : plastique, plastique thermique, broyat, paille ; sans paillage : sol nu. Toutes les mesures ont été prises le matin

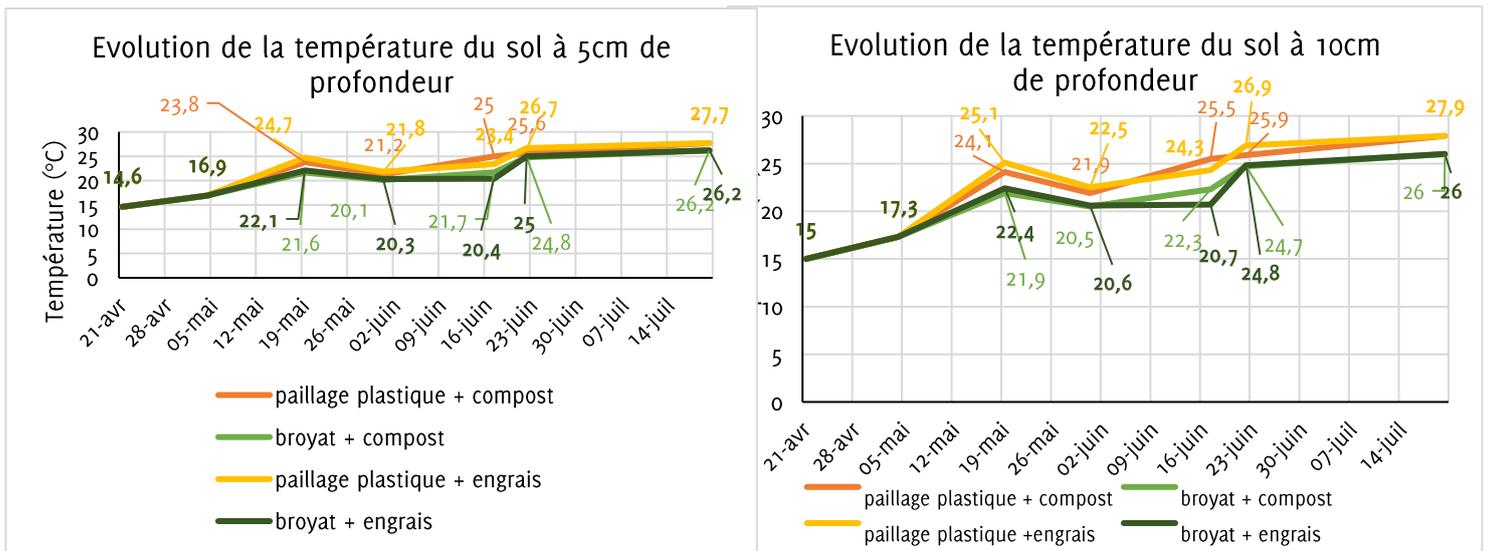


Figure 15 : évolution de la température du sol à 5 et 10cm de profondeur dans l'essai 3

Source : Valentine Baune

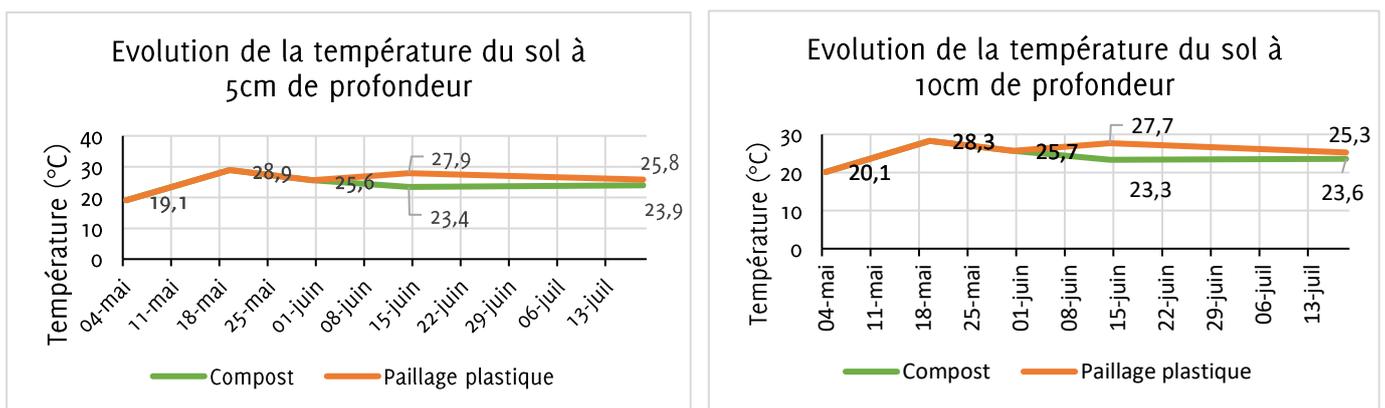


Figure 16 : évolution de la température du sol à 5 et 10cm de profondeur dans l'essai 4

Source : Valentine Baune

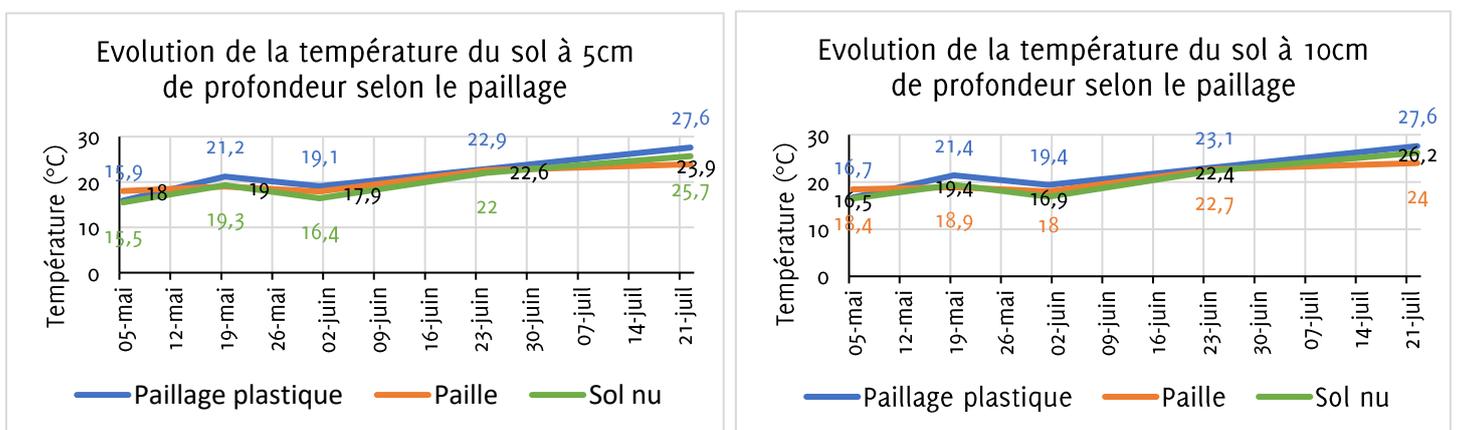


Figure 17 : évolution de la température du sol à 5 et 10cm de profondeur dans l'essai 5

Source : Valentine Baune

en respectant des horaires identiques : entre 9 et 10h pour l'essai n°5 et l'essai n°3, entre 10h30 et 11h30 pour l'essai n°4. Cela permet de mieux comparer les données entre elles.

#### Résultats attendus :

- Augmentation de la température du sol de l'hiver à l'été
- Impact du paillage sur le réchauffement du sol mais n'ayant pas forcément d'impact négatif sur la culture en elle-même

#### Conclusion des essais :

Lorsque le sol est couvert avec un paillage organique, celui-ci permet systématiquement de diminuer les variations de température, de protéger face à la chaleur et de maintenir davantage l'humidité dans le sol. Par exemple dans la figure 16, on remarque une différence de 4,4°C après la pose du paillage. Au contraire, un paillage plastique (thermique ou non) réchauffera le sol plus rapidement et de façon intense, comme dans la figure 15 où les modalités sur paillage plastique comportent systématiquement des températures plus élevées. Un sol nu est plus sensible aux variations de températures mais n'égale pas les températures sous plastique, comme on peut le voir dans la figure 17.

#### c. Test du cresson (essai concerné : 1)

Evaluation de la qualité de l'amendement : Le compost testé n'a pas révélé de présence de phytotoxiques, ce qui est positif pour la culture et permet de sécuriser son utilisation.

Résultats attendus : Pas de présence de phytotoxiques

#### Conclusion de l'essai :

Le test du cresson a permis de certifier la qualité du compost, cela permet d'éliminer certains biais qui pourraient apparaître et ne pas donner de bons résultats, par exemple : un mauvais compost aurait pu impacter la qualité de la culture et donc fausser l'essai.

#### d. Test azote (essais concernés : 1, 2, 3, 4, 7, 8)

#### Selon les modalités de fertilisation (1, 2) :

Dans l'essai n°1, les deux modalités de fertilisation étaient l'une avec et l'autre sans compost et les apports d'engrais ont été similaires pour les deux parcelles. Dans la figure 18, on constate que la modalité sans compost a une quantité d'azote disponible supérieure à l'autre. Mais cet écart diminue au fil du temps et n'impacte pas la culture grâce à la ferti-irrigation qui permet d'apporter de l'azote quotidiennement, et par ce fait, du compost sans risquer de faim d'azote.

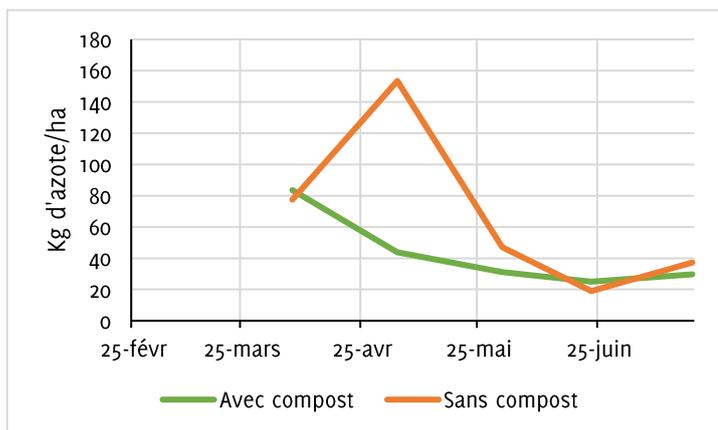


Figure 18 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 1, source : Valentine Baune

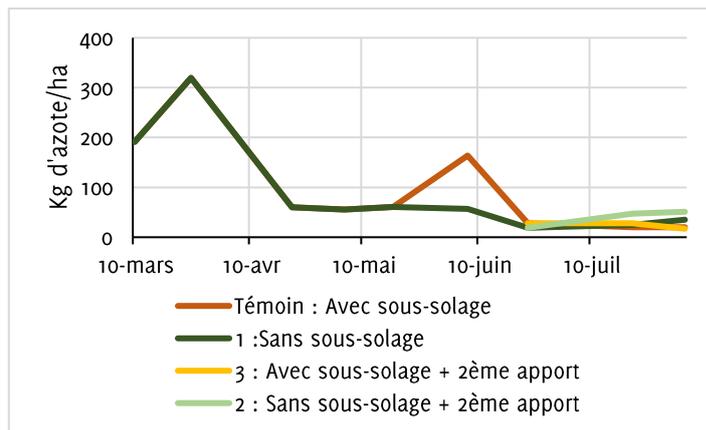


Figure 19 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 2, source : Valentine Baune

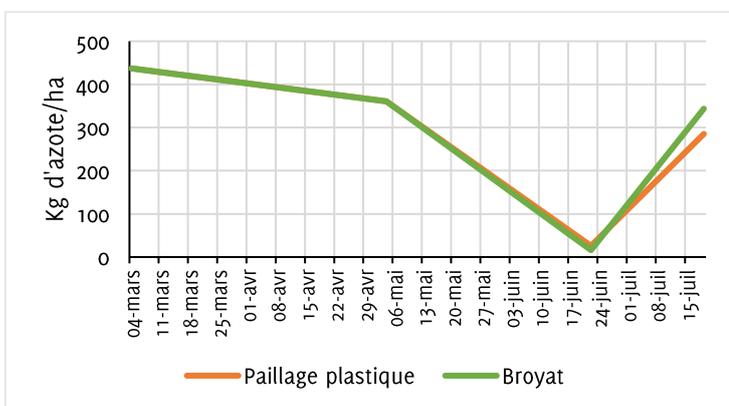


Figure 20 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 4, source : Valentine Baune

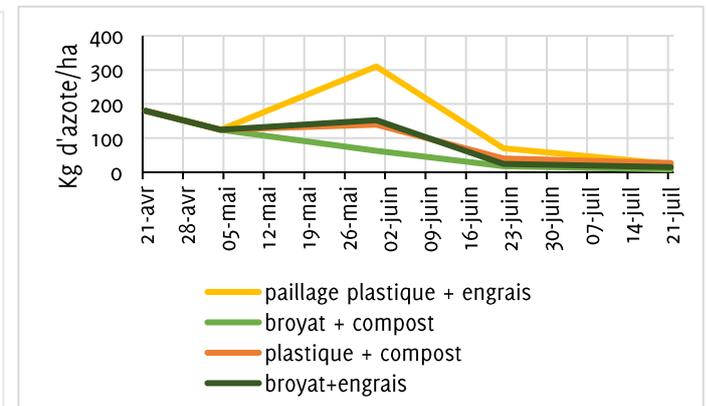


Figure 21 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 3, source : Valentine Baune

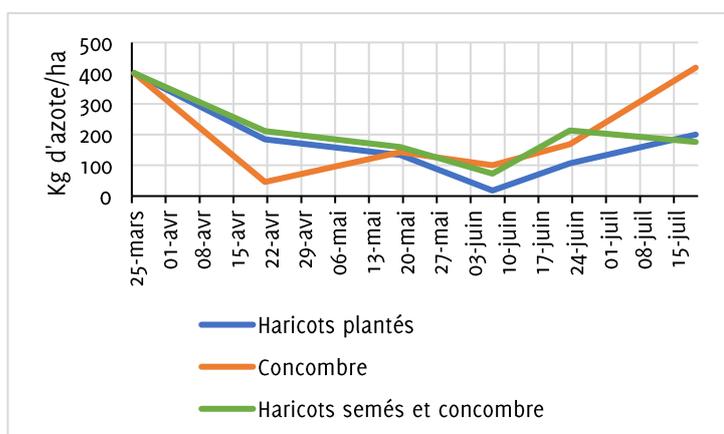


Figure 22 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 7, source : Valentine Baune

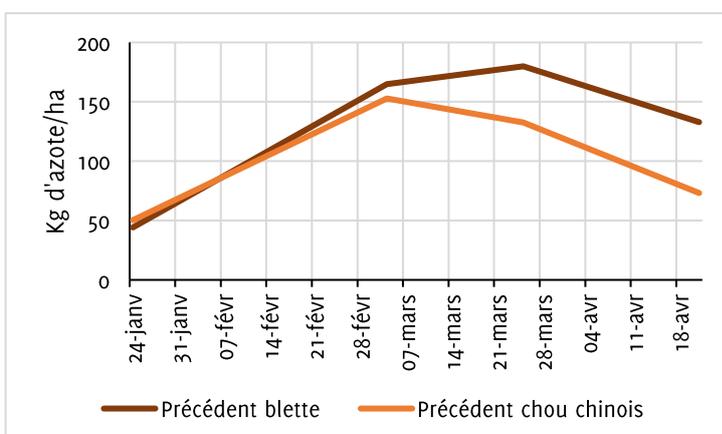


Figure 23 : évolution de quantité d'azote disponible dans le sol, essai 8, source : Valentine Baune

Le deuxième essai, chez Olivier Bougé, est différent : le premier apport d'engrais est identique sur les quatre modalités et seules deux modalités ont ensuite bénéficié d'un deuxième apport (figure 19). On remarque que la quantité d'azote est plus importante dans modalité avec sous-solage en juin. Le travail du sol a permis d'accélérer la minéralisation de l'azote et de le rendre plus disponible pour les plantes. Le 29 juin, un deuxième apport est réalisé. Les taux d'azote sont les plus importants pour la modalité sans sous-solage + 2ème apport, mais restent très faibles dans la modalité sous-solage + 2ème apport. Il est difficile d'expliquer ce taux aussi bas, il est possible que l'engrais ait ruisselé à cause d'un surplus d'eau. Pour les modalités sans deuxième apport, la modalité sans sous-solage voit sa quantité d'azote disponible remonter tandis qu'elle reste plutôt basse dans la modalité avec sous-solage.

Selon le paillage (4) : La culture de piments implantée chez Arnaud Dijon a bénéficié de deux différents paillages : broyat et paillage plastique thermique. Ayant été victime d'une faim d'azote l'année dernière, le broyat a été apporté bien plus tardivement sur la culture et n'a eu que très peu d'impact sur la quantité d'azote disponible dans le sol, elle est même plus importante en milieu de culture que dans la modalité paillage plastique (figure 20).

Selon les modalités de fertilisation et de paillage (3) : Dans l'essai n°3, les modalités de fertilisation se composent de la manière suivante : une avec uniquement de l'engrais et l'autre avec un mélange de fumier, de compost et de moitié moins d'engrais, il est intéressant de voir les effets sur la minéralisation de l'azote, mais aussi les effets du paillage : plastique ou broyat. Les tests azote montrent qu'avec du compost ou du broyat, les variations des quantités d'azote disponible sont moins prononcées (figure 21). Globalement, les modalités avec broyat sont celles où la quantité d'azote disponible est la plus faible. De plus, on remarque que le compost, malgré le fait qu'il soit accompagné de fumier et d'engrais, ne remplace pas un engrais qui minéralise rapidement, particulièrement lorsque l'on utilise du broyat.

Selon la culture implantée et le mode d'implantation d'une culture (7) : La minéralisation de l'azote a été suivie pour deux cultures différentes situées sous la même serre : les concombres et les haricots. On remarque, dans la figure 22, que la quantité d'azote disponible est légèrement plus faible pour les haricots plantés plutôt que semés. Pour ce qui est des concombres, la quantité d'azote disponible est plus faible en début de culture, car ils ont des besoins plus conséquents que les haricots. Elle est plus importante en fin de culture, probablement grâce à la minéralisation des engrais et du compost, et à la chaleur et l'humidité (l'irrigation des haricots a été arrêtée plus tôt car la culture a fini avant les concombres).

Selon le précédent (8) : Dans cet essai, l'effet du précédent s'est fait ressentir sur la minéralisation de l'azote. En effet, pour deux parcelles situées au même endroit et ayant bénéficié de la même fertilisation et irrigation, le précédent « blette » offre un reliquat azoté

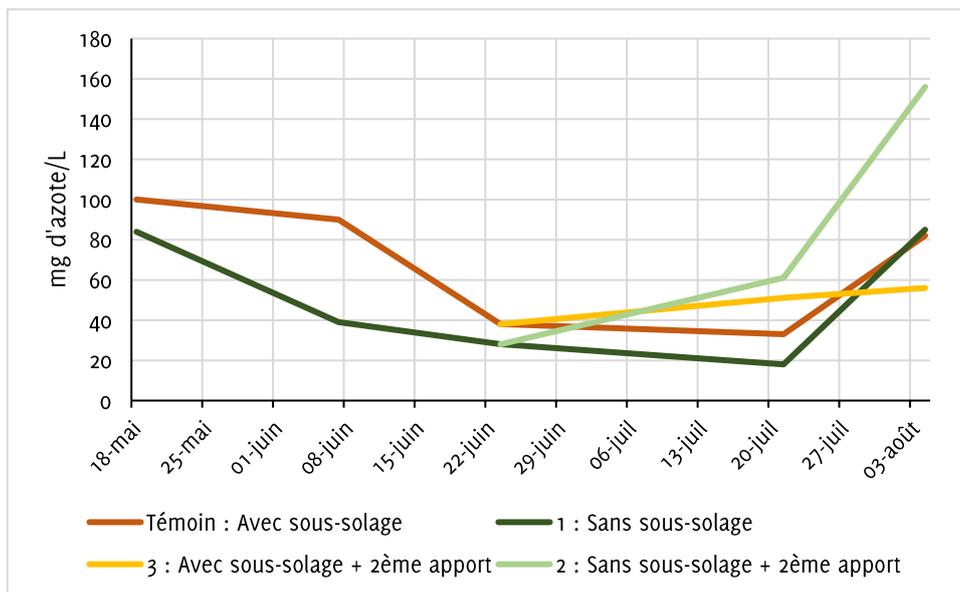


Figure 24 : évolution des teneurs en nitrates dans le feuillage des plants de tomates, essai 2

Source : Valentine Baune

plus important en fin de culture que le précédent « chou chinois ». Cette donnée est importante et peut être utilisée pour améliorer les rotations de culture et ajuster au mieux la fertilisation quant aux besoins des cultures suivantes.

#### Résultats attendus :

- Suivi de la minéralisation de l'azote : haute en début de culture plus basse en fin de culture
- Peu d'impact du paillage sur la minéralisation de l'azote, ce qui permet de ne pas impacter la culture
- Différence selon les modalités de fertilisation avec une minéralisation plus importante pour les modalités comportant un deuxième apport d'engrais mais aussi une minéralisation plus rapide sur les modalités avec engrais comparé aux modalités avec compost
- Minéralisation de l'azote différente en fonction de la culture implantée ou du précédent

#### Conclusion des essais :

Grâce aux tests azote, on peut déduire que la minéralisation de l'azote peut être influencée par de nombreux facteurs, notamment la chaleur, l'humidité ainsi que l'oxygène.

Un apport de compost en faible quantité couplé à la ferti-irrigation permet d'assurer une quantité d'azote disponible continue dans le sol.

Les tests azote montrent, que l'apport de broyat en milieu de culture n'a que peu d'impact sur la quantité d'azote disponible pour les piments. On constate une légère baisse après l'apport mais une hausse deux mois plus tard.

Le travail du sol aurait plus d'impact sur le premier apport d'engrais que sur le second, où les quantités d'azote disponible ne sont pas significatives.

Enfin, le précédent peut avoir un impact sur la quantité d'azote disponible car toutes les cultures n'ont pas le même C/N et ne sont pas aussi faciles à dégrader les unes que les autres. Ainsi, certaines apporteraient de l'azote plus rapidement que d'autre.

#### e. Test Pilazo (essai concerné : 2)

Ici, le test Pilazo n'était pas prévu au départ. Mais au vu des résultats du test azote et de la vigueur des tomates chez Olivier Bougé, il était préférable d'avoir un deuxième indicateur sur la minéralisation de l'azote (figure 24).

Résultats attendus : Résultats en corrélation avec les tests azote réalisés au même moment



Figure 25 : vers de terre relevés et nettoyés lors d'un comptage, source : Valentine Baune

	Epigés adultes	Epigés juvéniles	Epi-anéciques adultes	Epi-anéciques juvéniles	Anéciques adultes	Anéciques juvéniles	Endogés adultes	Endogés juvéniles	Non identifiés	Nombre au m <sup>2</sup> (total x25)
1er comptage (mi-avril)	0	0	3	5	1	2	10	40	20	<b>337,5</b>
2 <sup>ème</sup> comptage, avec compost (mi-juin)	0	0	1	0	0	0	7	17	1	<b>108,3</b>
2 <sup>ème</sup> comptage, sans compost (mi-juin)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	<b>8,3</b>

Tableau I : comptage de vers de terre, classification par catégorie écologiques et stade de développement, source : Valentine Baune

### Conclusion de l'essai :

Les résultats du test Pilazo correspondent avec les données relevées par les tests azote. C'est-à-dire, que plus il y avait d'azote dans le sol, plus les plantes minéralisaient de l'azote, elles n'avaient donc pas de problème lié à l'assimilation de l'azote.

#### f. Test des sachets de thé (essais concernés : 4, 6, 7)

Tous les sachets de thé ont été posés le 18 mai. Deux relevés ont été réalisés : à soixante jours après la pose et à quatre-vingt-dix jours après la pose. Le premier relevé avait pour but de vérifier que tout le thé contenu dans les sachets n'avait pas encore été dégradé.

Résultats attendus : Capacités de stockage et de dégradation moyennes qui s'équilibrent : ce qui signifie que le sol permet une dégradation et un stockage de la matière organique équilibrés.

*Les résultats ne peuvent pas être interprétés dans ce rapport, car les relevés ne sont pas terminés.*

#### g. Comptage de ver de terre (essai concerné : 6)

Il y a eu deux comptages au cours de l'année : l'un en fin de culture de printemps et l'autre pendant l'été, après l'apport de compost.

Le premier comptage a eu lieu lors du mois d'avril, le nombre de vers de terre au m<sup>2</sup> était de 337,5. En juin, le deuxième comptage est effectué. Pour la modalité sans apport de compost, le nombre de vers de terre au m<sup>2</sup> est de seulement 8,3, tandis qu'il est de 108,3 pour la modalité avec compost.

### Résultats attendus :

- Nombre de vers de terre satisfaisant
- Nombre de vers de terre augmenté grâce aux bonnes pratiques, ici l'apport de compost

### Conclusion de l'essai :

En été, les températures de l'air et du sol sont plus élevées ce qui a souvent pour effet de faire descendre les vers de terre en profondeur. Ici, on remarque que les vers de terre sont bien plus nombreux lorsque le sol est couvert. On peut expliquer ce phénomène grâce à l'humidité du sol, qui est largement maintenue grâce au paillage. De plus, comme les récoltes étaient terminées à ce moment-là, l'irrigation était mise en marche seulement une à deux fois par semaine, malgré cela le compost a maintenu une humidité assez importante pour que les vers de terre puissent continuer à évoluer dans le milieu.

Essai	Modalité	Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4	Moyenne
2	Sans sous-solage	3	3	3		<b>3</b>
	Sans sous-solage + 2 <sup>ème</sup> apport	3	3	2,7		<b>2,9</b>
	Avec sous-solage	3	3	2,7		<b>2,9</b>
	Avec sous-solage + 2 <sup>ème</sup> apport	3	3	3		<b>3</b>
3	Broyat + compost	3	4			<b>3,5</b>
	Plastique + compost	2	3,7			<b>2,85</b>
	Broyat + engrais	3	2,7			<b>2,85</b>
	Plastique + engrais	3	3,7			<b>3,35</b>
4	Broyat	4	4	4	4	<b>4</b>
	Plastique	4	4	4	4	<b>4</b>

*Tableau II : relevés de vigueur (note de 1 à 5, 1 = plant très peu vigoureux, 5 = plant très vigoureux), essais 2, 3 et 4, source : Valentine Baune*

#### h. Notation de vigueur (essais concernés : 2, 3, 4)

Selon les modalités de fertilisation (2) : Ici, nous avons observé si un deuxième apport d'engrais avait un effet important sur la vigueur des tomates. Ces dernières ont subi les attaques d'acariens tétranyques puis d'un champignon (suite à un excès de bassinages). Leur vigueur en a donc été impactée, et ce pour toutes les modalités. L'effet du deuxième apport d'engrais pourra être visible en septembre, si la culture est maintenue jusque-là.

Selon le paillage (4) : Deux modalités de paillage ont été étudiées sur une culture de piments pour cet essai : l'une avec du paillage plastique thermique et l'autre avec du broyat de déchets verts sur une couche d'environ 8cm. Mis en place aussi tardivement (début juin), le broyat n'a aucun impact sur la vigueur des piments et n'entraîne aucun retard de croissance pour la culture.

Selon les modalités de fertilisation et de paillage (3) : Après observation, on remarque que les courgettes ont souffert du vent dans toutes les modalités. Elles ont eu le plus de mal à s'enraciner dans la modalité compost et plastique où de nombreux plants ont été perdus. Mais malgré cela, les plants ont finalement réussi à rattraper leur retard et à être aussi vigoureux que la modalité engrais et plastique. La vigueur est la meilleure et la plus régulière dans la modalité compost et broyat, qui se trouve en milieu de parcelle. La modalité la moins vigoureuse est la modalité engrais et broyat, d'une part elle se situe en bord de parcelle et d'autre part elle a été largement plus touchée par l'oïdium que les autres planches. De plus, le vent a aussi fait des ravages car une bonne partie du broyat s'est envolée.

#### Résultats attendus :

- Culture moyennement vigoureuse qui permet d'obtenir des plants productifs
- Impact sur la vigueur des plants en fonction des modalités de fertilisation ou de paillage

#### Conclusion des essais :

On ne remarque peu de différences de vigueur en fonction des modalités dans les essais 2 et 4 (tableau II). Par contre, dans l'essai n°3, la vigueur de la culture semble être moins bonne dans les modalités plastique et compost, particulièrement à cause d'un enracinement difficile, et broyat et engrais, planche la plus touchée par l'oïdium (maladie cryptogamique). Mais il serait intéressant de renouveler cet essai sur une parcelle plus homogène et moins touchée par le vent.

Essai	Modalité	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Moyenne
		1	2	3	4	5	
3	Plastique	0	1	1	2	1	<b>1</b>
	Paille	1	2	2	1	2	<b>1,6</b>
	Sol nu	1	4	5	2	1	<b>2,6</b>
5	Broyat + compost	0	1	1,5			<b>0,8</b>
	Plastique + compost	0	0	1,5			<b>0,5</b>
	Broyat + engrais	1	2,75	3			<b>2,25</b>
	Plastique + engrais	1	1	1			<b>1</b>
9	Carton + broyat	1	0,33				<b>0,67</b>
	Broyat	1	1				<b>1</b>
	Toile tissée	0	1				<b>0,5</b>

*Tableau III : relevés de salissement de parcelle (note de 0 à 5, 0 = pas d'adventices, 5 = 100% recouvert d'adventices), essais 3, 5 et 9, source : Valentine Baune*

#### i. Taux de salissement de parcelle (essais concernés : 3, 5, 9)

Selon les modalités de paillage (3, 5, 9) : Les modalités de paillage observées sur le salissement sont : plastique, broyat, carton et broyat, toile tissée, paille ; et sans paillage : sol nu (tableau III).

Dans l'essai n°3, le salissement est particulièrement présent sur la modalité broyat et engrais et ce tout au long de la culture. Les deux modalités avec paillage plastique sont le moins impactées, mais celle qui se situe en bord de parcelle est tout de même touchée par les graminées qui arrivent à percer le paillage. La modalité broyat et compost/fumier/engrais, est peu impactée mais se situe en milieu de parcelle, ce qui peut jouer en sa faveur. Les résultats ne sont donc pas à généraliser car beaucoup de facteurs influent sur le salissement d'une parcelle.

Dans l'essai n°5, la modalité qui a été la plus envahie par les adventices est la modalité sol nu, les adventices se développant sur cette dernière sont diverses. Sur le plastique, les adventices poussent au niveau des trous de plantation et des tas de terre disposés pour maintenir le plastique au sol. C'est la modalité paille qui est la moins impactée par les adventices : seuls quelques graminées (provenant de graines issues de la paille elle-même) ainsi que très peu de liseron arrivent à se développer.

Dans l'essai n°9, la modalité toile tissée permet de lutter contre l'apparition de chardon. En ce qui concerne la modalité broyat et carton, elle résiste plutôt bien aux adventices mais laisse tout de même passer les chardons lorsque le carton est humide. Le broyat, quant à lui, ne résiste pas aux chardons ni aux brassicacées (grande passeraie) qui repoussent chaque année.

#### Résultats attendus :

- Parcelle propre, paillage efficace
- Impact positif du paillage sur les adventices par rapport aux modalités « sol nu »

#### Conclusion des essais :

Le salissement est propre à chaque parcelle et dépend de nombreux facteurs : du stock de graines présent dans le sol, du travail du sol effectué, de l'irrigation, de la structure du sol... Malgré tout, on remarque que des paillages « naturels » peuvent être très efficaces : comme la paille, le broyat et le carton ajouté au broyat. Leurs atouts principaux, en plus de limiter la levée d'adventices, sont que ces paillages affaiblissent et diminuent généralement la diversité d'adventices, contrairement au paillage plastique ou le sol nu.

### 3) Indicateurs socio-économiques

#### a. Estimation des temps de travail (essais concernés : 5, 9)

##### Selon les modalités de paillage et de fertilisation (5, 9) :

Dans l'essai n°5, le sol nu est la modalité la moins contraignante en termes de mise en place, mais dans laquelle les désherbages sont les plus longs et les plus nombreux. La paille est la modalité qui prend le plus de temps à mettre en place mais s'avère efficace et a résisté au vent. Le plastique est l'option la moins contraignante, mais reste peu écologique. De plus, avec les fortes chaleurs, le paillage plastique a fortement réchauffé les oignons, c'est sur cette planche qu'il y a eu le plus de pertes.

Dans l'essai n°9, les temps de travail sont plus intéressants lorsque l'on utilise le broyat seul, d'autant plus que c'est le paillage le plus facile à mettre en place. Le carton et le broyat sont assez faciles à mettre en œuvre mais nécessitent d'être deux lors de la dernière étape. La toile tissée est la plus dure et la plus longue à mettre en place, elle augmente aussi les temps de plantation.

Résultats attendus : Temps de travaux maintenu raisonnables malgré les différentes modalités

##### Conclusion des essais :

Si l'on souhaite utiliser un paillage naturel, il est important de penser à sa mise en place pour la rendre la plus simple possible. Par exemple, il serait plus judicieux d'utiliser des balles de paille rondes plutôt que carrées. Cela permettrait de simplement les dérouler et diminuerait le temps de travail. Lorsque l'on a un épandeur, le broyat est une alternative très intéressante et permet des gains de temps. En termes de temps, le paillage le plus avantageux dépend du matériel et de la main d'œuvre dont bénéficie l'exploitation pour installer celui-ci.

#### b. Evaluation de la difficulté du travail (essai concerné : 9)

Selon les modalités de paillage : Dans cet essai, les modalités de paillage comprenant le carton ou la toile tissée en plus du broyat sont plus difficile à mettre en place que le broyat uniquement. La toile tissée est la modalité estimée la plus dure à mettre en place à cause d'une manutention plus importante. Tandis que pour ajouter du carton sous le broyat, il est nécessaire d'être deux, sinon le carton peut se faire entraîner par le tracteur.

Résultats attendus : Difficulté du travail différente selon les modalités mais acceptables, ce qui permet de les mettre en place de manière plus pérenne

##### Conclusion de l'essai :

Le broyat est la modalité la plus simple à mettre en œuvre et est celle qui sera retenue.

#### 4) Récapitulatif des conclusions de essais

ESSAIS	MODALITES	CONCLUSIONS
1. Essai chez Yoan Aude	- 5000m <sup>2</sup> sans compost et 5000m <sup>2</sup> avec apport de compost à 12t/ha - apport d'1t/ha d'OrgHuon (5-8-3)	Pas d'impact du compost sur la culture grâce à la ferti-irrigation et à la faible quantité apportée
2. Essai chez Olivier Bougé	1 planche avec 4 modalités : - passage de sous-soleuse + deuxième apport - passage de sous-soleuse - pas de passage de sous-soleuse - pas de passage de sous-soleuse + deuxième apport	Peu d'impact du non travail du sol ou du deuxième apport d'engrais sur la culture à court terme. Sur le sol, les compactations et la vie biologique ne sont pas situées dans les mêmes horizons selon le travail du sol ou non.
3. Essai chez Agathe Chariot – Association Semailles	4 modalités réparties sur 5 planches : - plastique + engrais - broyat + mélange de compost/fumier/engrais - plastique + mélange de compost/fumier/engrais (2 planches) - broyat + engrais	Il est difficile de conclure qu'une modalité est meilleure qu'une autre. L'engrais permet d'apporter une quantité d'azote précise, le compost quant à lui, permet d'aérer le sol est d'en améliorer la structure. Le plastique est un paillage facile à mettre en place et généralement assez résistant aux adventices, tandis que le broyat favorise la vie biologique du sol mais pourra impacter la quantité d'azote disponible pour la culture.
4. Essai chez Arnaud Dijon	2 modalités : - paillage plastique - broyat	L'ajout de broyat en cours de culture n'a pas d'impact sur celle-ci. Cela ne pose pas non plus de problème sur la quantité d'azote disponible, puisque suffisamment d'engrais avait été apporté à la plantation.
5. Essai chez Matthieu Dutertre – Mas de Carles	3 modalités : - paillage plastique, - mulch de paille de 10cm d'épaisseur - sol nu	Ici, la paille a permis de bien lutter contre les adventices et de limiter le réchauffement du sol, ce qui a permis de protéger les oignons. A long terme, elle permettra aussi d'apporter de la vie biologique au sol contrairement aux autres modalités.
6. Essai chez Christophe Herranz	2 modalités : - avec apport de broyat avant le semis d'engrais vert - sans apport de broyat	Les modalités avec compost permettent de maintenir un sol plus humide qui est plus favorable à la vie biologique du sol. L'irrigation étant peu importante, on constate que le compost joue vraiment un rôle sur la limitation de l'évaporation de l'eau. Cette couverture végétale permet donc via l'humidité et la vie du sol de maintenir une structure moins tassée, et un sol qui digèrerait mieux la MO apportée.

7. Essai chez Anne et Olivier Nouguier	- Culture de haricots et de concombre sur 3 planches	Visuellement, le sol a pu reprendre en structure et maintenir sa vie biologique après ce travail du sol important. Le test des sachets de thé permettra de confirmer ou non ces observations.
8. Essai chez Jean-Emmanuel Pelletier	- Culture de radis sur 2 parcelles avec précédent blette ou chou chinois	Les résultats montrent que la parcelle ayant comme précédent la blette offre plus d'azote disponible dans le sol que la parcelle au précédent chou chinois. Les différences s'accroissent lorsque le sol se réchauffe. Les blettes précédemment enfouies en janvier se décomposent donc plus rapidement et libèrent davantage d'azote que les choux chinois.
9. Essai chez Maxime Catalogna et Julien Ronzon	3 modalités de paillage : - carton + broyat - broyat + toile tissée - uniquement broyat	L'ajout de carton peut être une alternative en cas de manque de broyat car il permet de bien limiter le salissement et d'avoir un impact plus positif sur le sol que la toile tissée. Le broyat seul reste malgré tout plus intéressant (sur le sol, mise en place, prix). La toile tissée permet de plutôt bien limiter le salissement mais ne permet pas d'apporter davantage de vie biologique au sol et n'améliore pas la structure du sol. De plus, sa mise en place est assez longue et plus difficile

## **IV. Limites du projet et problèmes rencontrés**

### **1) La motivation et disponibilité des agriculteurs**

Un des points cruciaux pour réaliser ce type d'essai directement chez les agriculteurs est la motivation des maraîchers mais aussi leur disponibilité et leur assiduité à répondre aux appels et à respecter les modalités de l'essai.

Dans le groupe DEPHY, tous les participants sont réellement motivés, ce qui permet de mettre en place des essais qu'ils respectent au mieux et sur lesquels ils sont heureux d'échanger. Seuls trois agriculteurs n'ont pas souhaité réaliser d'essais cette année car ils savaient qu'ils n'auraient pas assez de temps à consacrer à cela, généralement à cause de problèmes personnels ou d'organisation sur l'exploitation (changement ou diminution de main d'œuvre, année difficile...). Comme ils sont tous installés depuis plusieurs années, ils savent d'expérience qu'il ne vaut donc mieux pas s'engager.

D'autant plus que les liens qu'entretenaient Caroline avec ces maraîchers ont toujours été très bons car elle s'adaptait réellement à chaque agriculteur et prenait le temps d'organiser des rencontres instructives et favorisant les échanges entre les maraîchers eux-mêmes, ce qui a permis de favoriser la cohésion du groupe. Cela m'a permis de très bien m'intégrer au groupe et de rapidement avoir une entente conviviale avec tous les maraîchers. Certains agriculteurs restent tout de même plus difficiles à joindre que d'autres et il m'a fallu parfois insister pour savoir où ils en étaient sur leur culture, donnée importante pour que je sache quand réaliser les tests.

Les mesures réalisées par les maraîchers eux-mêmes sont extrêmement dures à mettre en œuvre et ont ici échoué pour la plupart. Nous avons proposé aux agriculteurs de mesurer les rendements ou leur temps de travail selon les modalités suivies, et presque aucun des maraîchers n'a pu noter ces informations, particulièrement lors de l'été où la saison est trop intense en termes de travail.

### **2) Les facteurs extérieurs et aléatoires**

La disponibilité de matériel ou d'intrants, les conditions météorologiques, les aléas du métier d'agriculteur mais aussi les événements personnels sont autant de facteurs qui auraient pu poser problème quant à la mise en place des essais. Mais, encore une fois, grâce à la motivation des agriculteurs et la dynamique du groupe, tous les essais ont été menés jusqu'à leur fin. Pour certains, il a été plus compliqué de délimiter les problématiques et l'objectif réel de l'essai, car il se pouvait que l'agriculteur manque d'idée ou, au contraire, en ait trop. Mais

ce qui aurait pu réellement être une difficulté est la nécessité de prévoir des modalités à l'avance. En effet, plusieurs maraîchers avaient du mal à se projeter, notamment sur la culture qui serait observée ou ce dont ils disposeraient sur le moment pour mener à bien l'essai. Pour contrer cet effet, j'ai régulièrement appelé ces agriculteurs pour savoir où ils en étaient dans leur réflexion, mais surtout pour qu'ils n'oublient pas l'essai et que l'on puisse mettre en place quelque chose. Généralement, lorsque les dates de plantation avançaient, ceux qui avaient plus de mal à se projeter ont pu développer une meilleure idée de ce qui était réalisable sur leurs parcelles. A ce moment-là, nous prenions à nouveau rendez-vous pour déterminer les modalités et ce qui serait finalement observé. Pour que les essais fonctionnent et que l'entente se passe bien, j'ai donc dû réellement m'adapter à chaque agriculteur. Grâce à cela, tous ont pu construire l'essai avec moi et aller jusqu'au bout de celui-ci.

### **3) L'expérience personnelle confrontée aux résultats**

Il est possible que les maraîchers soient en désaccord avec les résultats des mesures. Par exemple, c'est arrivé lors de certains tests azote réalisés avec le Nitrachek, pour lesquels les quantités d'azote paraissaient démesurées à certains maraîchers et ils préféraient ne pas s'y référer.

C'est une réaction plutôt normale, car ils ont l'expérience empirique de terrain de ce qui fonctionne ou non selon leurs cultures et ce qu'ils ont plus ou moins peur de faire ou de changer. De plus, ils connaissent bien leur système et savent si une mesure semble collée ou pas.

Ici, ce n'est pas un point qui a été problématique car globalement le groupe est très ouvert à diverses propositions. De plus, grâce aux nombreux échanges qu'ils ont pu réaliser ensemble, en formation ou lors de rencontres particulières, les maraîchers savent écouter d'autres points de vue et sont très souvent réceptifs.

Les essais se sont très bien déroulés, l'un des agriculteurs a même accepté de essayer l'apport de compost sur ses cultures, chose qui posait problème après des mauvaises expériences au sein de son entreprise agricole (cercle familial).

### **4) Le manque d'éléments de comparaison**

#### **a. A grande échelle**

Les références en Agriculture Biologique sont de plus en plus nombreuses, particulièrement les références qui concernent les moyens de lutte biologique ou les coûts liés à une culture en AB. Malgré des mouvements tel que le Maraîchage Sol Vivant, l'apparition de sigles qualité plus exigeants comme BioCohérence, Nature&Progrès, Demeter, etc, ainsi que la publication plus importante des organismes de conseil à ce sujet, les connaissances sur la fertilité et la

vie du sol restent limitées mais aussi peu abordables pour les agriculteurs car elles sont peu vulgarisées et peu diffusées.

D'un autre côté, les recherches et l'expérimentation en Agriculture Biologique avancent doucement sur ces questions car ces projets ont généralement peu de moyens. Des expérimentations réalisées chez un agriculteur sont aussi difficiles à mettre en place car cela nécessite du temps, une certaine rigueur, un risque de perte économique ou bien la contrainte de laisser une totale liberté aux personnes réalisant l'expérimentation. Ce qui implique de leur laisser libre accès au matériel, aux intrants, etc., ce qui n'est pas forcément possible ou du goût de tout le monde. De plus, elles peuvent s'étaler sur plusieurs années, particulièrement en arboriculture où il faut laisser les arbres pousser. En maraîchage, les cultures bien que rapides ne peuvent être réalisées en toute saison, et parfois sur une année tous les facteurs que l'on souhaitait observer ne sont pas réunis ce qui peut retarder l'essai. En outre, une expérimentation nécessite des répétitions pour pouvoir confirmer ses résultats.

Tout cela marque une limite au projet car nos résultats ne sont pas comparables avec des ressources extérieures. Nous ne pouvons donc pas être complètement sûrs que cette année n'ait pas été exceptionnelle, que ce soit en influençant de manière positive ou négative les résultats, ou que nous n'ayons pas pris en compte un indicateur commun à plusieurs agriculteurs de la région ou du pays et/ou spécifique à la période de l'expérimentation.

#### b. Au sein même de l'exploitation

Chez certains maraîchers, des essais avaient déjà été menés sur l'exploitation ce qui a permis de savoir si les résultats étaient similaires pour certaines observations. Mais chez beaucoup d'entre eux, l'essai mis en place est complètement différent des suivis individuels des années précédentes : la problématique n'était pas la même (par exemple, suivi de couvert végétaux puis essai sur différents paillages), très souvent la parcelle n'était pas la même que celle suivie auparavant... Organiser un suivi et particulièrement des essais tels que ceux-là nécessite beaucoup de temps si l'on souhaite avoir de bons résultats. Cela peut également se montrer chronophage pour l'agriculteur, qui peut perdre sa motivation si rien ne s'améliore ou si aucune des modalités n'est probante sur sa culture.

Cependant, il serait très intéressant de mener ces essais chez les mêmes maraîchers sur plusieurs années. Cela permettrait notamment de constater une éventuelle amélioration de la structure et de la vie du sol tout en la documentant avec des tests « reconnus » et dont les protocoles sont toujours réalisés de façon similaire. Dans le groupe DEPHY, plusieurs agriculteurs manifestent un réel intérêt pour ces essais car ils mesurent bien les enjeux que peut avoir la fertilité des sols, surtout en Agriculture Biologique, sur leurs rendements et souhaitent aussi avancer vers cette voie pour les générations à venir.

## Conclusion

Les essais réalisés cette année ont permis un suivi plus régulier des agriculteurs du groupe DEPHY. Les maraîchers participants ont pu tester des pratiques qu'ils n'auraient pas mis en place sans ce cadre. Pour la majorité d'entre eux, cela leur a permis de mieux comprendre les interactions qui peuvent avoir lieu dans le sol, comment plusieurs facteurs peuvent influencer un paramètre, quelles mesures mettre en œuvre, comment appréhender un évènement... ou tout simplement de comparer entre elles plusieurs pratiques pour en observer les effets et en retirer des conclusions. Ce qui répond au premier objectif de ce projet agroécologique.

Les maraîchers du groupe DEPHY, remettant leurs pratiques en question et s'intéressant de plus en plus aux notions promues par le Maraîchage sur Sol Vivant, comme l'apport de compost, de broyat, ou le non-travail du sol, ont pu être confortés ou rassurés dans leur choix grâce à ces essais. Certains d'entre eux ont aussi pu expliquer certains phénomènes qui se sont produits sur leur exploitation (culture en mauvaise santé, manque d'azote...), et peuvent maintenant avancer plus sereinement vers de nouvelles pratiques en étant plus vigilants et avertis.

Le deuxième objectif, qui était de mettre en avant et de créer de la documentation à destination des agriculteurs sur ces pratiques testées, ainsi que les réussites, les échecs, les points de vigilance, est également rempli puisqu'un livret a été rédigé et sera prochainement diffusé. Le but n'étant pas de créer des références, car l'expérimentation paysanne comporte de nombreux biais et peut différer selon le contexte de l'exploitation.

Bien que les observations réalisées ne demandent que peu de matériel, aucun des maraîchers ne pourra les pratiquer lui-même ou du moins régulièrement, par manque de temps.

Ces essais ont aussi permis de recenser, en fin d'année, l'avis des maraîchers sur les observations conduites, les points d'améliorations, leurs envies et leurs idées. Ces données permettront d'optimiser d'années en années ces essais et d'accompagner au mieux les agriculteurs dans leur démarche de transition.

Pour améliorer ce projet et ces essais, il serait possible d'apporter aux agriculteurs intéressés des fiches « mémo » d'une demie page environ, afin de leur préciser l'intérêt de chaque observation mais surtout pour savoir comment les interpréter. En effet, pour quelques maraîchers, les observations et les résultats n'étaient pas toujours clairs. Ces fiches « mémo » leur permettraient de mieux s'y retrouver et peut-être aussi de réaliser par eux-mêmes quelques-unes de ces mesures lorsqu'ils s'interrogent ou rencontrent une situation particulière.

Il est aussi possible, si certains essais commencent plus tôt dans l'année, de réaliser davantage de mesures pour avoir des résultats plus fiables et parfois plus faciles à interpréter. De plus, si tous les essais sont reconduits, les données collectées cette année pourront être comparées avec celle de l'année suivante et ainsi apporter des explications d'autant plus intéressantes.

Cette année d'apprentissage a été forte en rencontres, en développement de nouvelles connaissances et compétences. Cela m'a permis de voir le fonctionnement de nombreuses exploitations, de les mettre en lien et de pouvoir au final donner des conseils et des idées aux agriculteurs. J'ai aussi pu perfectionner mon organisation et mon autonomie grâce à ce suivi régulier, aux mesures réalisées ainsi qu'à la rédaction du livret.

## Bibliographie

### *Sites internet :*

(1) Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Le plan Ecophyto, qu'est-ce que c'est ?  
07/02/2022

<https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>

(2) Institut National de l'Audiovisuel, Changement climatique, dès les années 70, on savait déjà, 07/12/2021

<https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/changement-climatique-des-les-annees-70-on-savait-deja>

(3) Bio de PACA. Les chiffres clés de l'Agriculture Biologique en PACA. 2021

[https://www.bio-provence.org/Chiffres-cles-de-la-bio-en-PACA-120#:~:text=4%20479%20fermes%20bio%20%3A%20Hausse,Alpes%20et%20Nouvelle%20Aquitaine\).&text=\(1\)%20Classement%20r%C3%A9gional%20suite%20au%20d%C3%A9coupage%20des%20nouvelles%20r%C3%A9gions.](https://www.bio-provence.org/Chiffres-cles-de-la-bio-en-PACA-120#:~:text=4%20479%20fermes%20bio%20%3A%20Hausse,Alpes%20et%20Nouvelle%20Aquitaine).&text=(1)%20Classement%20r%C3%A9gional%20suite%20au%20d%C3%A9coupage%20des%20nouvelles%20r%C3%A9gions.)

(4) Bio de PACA. Les filières agricoles biologiques de Provence-Alpes-Côtes d'Azur. 2020

[https://www.bio-provence.org/IMG/pdf/2020\\_maraichage.pdf](https://www.bio-provence.org/IMG/pdf/2020_maraichage.pdf)

(5) C. Turillon, V. Créatin, V. Tomis, A. Duparque. Guide méthodique du test bêche Structure et Action des vers de terre. Agrotransfert, Ressources et territoires, juillet 2018

<http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2018/08/Guide-m%C3%A9thode-beche-web.pdf>

(6) J. Fuchs, G. Weidmann. Déterminer la qualité du compost à l'aide de tests de cresson. Instituts de recherche de l'Agriculture Biologique (FiBL), Suisse, 2018

<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/2502-teste-de-cresson.pdf>

(7) Teabag Index, Background and relevance, 2016

<http://www.teatime4science.org/about/background-relevance/>

### *Documents :*

(1) D. Cluzeau. Protocole Test Bêche Ver de Terre. Université de Rennes, Observatoire de Rennes, CNRS INSEE, 2018, OPVT

(2) Anonyme. Protocoles. Projet MimaBio Maraîchage biologique diversifié sur petites surfaces en PACA, porté par Agribio84, Agribio13, AgribioVar, Agribio04, Agribio05, Agribio06, 2022

(3) X. Eftimakis - Agroressources. Cahier de savoir-faire A11 Nitrackek 404.

*Formations :*

(1) X. Dubreucq, A. Buresi. Itinéraires techniques en Maraîchage Sol Vivant. 25/01/2022 et 08/02/2022

## Table des annexes

Annexe 1 : Essais et Observations Dephy 2022 - Cadrage

Annexe 2 : Echancier des observations

Annexe 3 : Modalités détaillées des essais

Annexe 4 : Fiche terrain Notation de vigueur d'une culture

Annexe 5 : Fiche terrain Taux de salissement d'une parcelle



## Essais à Observations DEPHY 2022 Cadrage

### CADRE GÉNÉRAL

#### Objectif General :

- 1- Permettre à chaque maraîcher du groupe de mieux comprendre comment ses pratiques interagissent avec son sol, comment un changement de pratique vient impacter la fertilité de son sol, ou de comparer différentes pratiques au regard de leur impact sur la fertilité du sol.
- 2- Documenter les pratiques en lien avec la fertilité du sol des maraîcher.ères du groupe, documenter l'avancée de leur changement de pratique, les réussites, problématiques et échecs.

#### Problématiques générales:

- Comment les pratiques des maraîcher.ères bio peuvent-elles évoluer pour être plus favorables à la fertilité du sol ?
- Comment les changements de pratiques impactent-ils la fertilité du sol ?
- Comment améliorer ces pratiques pour les rendre plus efficaces et ergonomiques (sans changer de matériel) ?

#### Cadrage temporel :



#### Méthodes d'observation et de mesure :

Agribio 84 et Agribio 13, Caroline Bouvier d'Yvoire  
Action réalisée avec le soutien financier de :



Les Agriculteurs **BIO** des Bouches-du-Rhône



Les Agriculteurs **BIO** du Vaucluse



- Test bêche
- Test azote
- Test des sachets de thé
- Test du cresson
- Mesure de biomasse
- Bilan humique (?)

# GUIDE ENTRETIEN « DÉFINITION DE L'ESSAI »

---

## 1. Présentation du cadre général des essais

### 2. Questions

- Spontanément y a-t-il quelque chose que tu souhaites tester ? Une pratique que tu aimerais améliorer ou un problème que tu aimerais résoudre ?
- Préciser à quel moment ça se situe ; lors d'une culture, d'une interculture, d'une intervention ... ?
- Que fais-tu habituellement ?
- Quel est le problème rencontré ? Ou bien pourquoi cherches-tu une amélioration ? Ou bien pourquoi veux-tu faire une vérification ?
- A quelles pratiques amélioratives penses-tu ?
- Quand est-ce que tu mettrais ça en place et est-ce que ça correspond avec notre cadrage temporel ?
- Est-ce qu'il y a des choses précises que tu as envie d'observer ? (par ex à l'aide du test bêche ou du test azote)
- Cela étant dit, est-ce que tu peux formuler une problématique pour ton essai ?

### 3. Validation

- Reformulation de ce qui a été dit pour être sûr que tout a été compris.
- Reformuler, proposer et discuter de la problématique.
- Eventuellement premières pistes d'observations, de pratiques à tester, ...

### 4. Rappels :

- Rappel du calendrier, du fait qu'il faudra être disponible pour Valentine quand elle vient ou qu'elle a des questions
- Rappel du RdV du 12 janvier pour faire un débriefing en présence du groupe et de Xavier Dubreucq.

## QUESTIONS À ORIANE MERTZ SUR LA PROBLÉMATISATION DES ESSAIS PAYSANS :

---

- **Dans MiMaBio, comment avez-vous fait émerger les problématiques qui intéressaient chaque maraîcher ?**

## Annexe 2 : échéancier des essais

	Janvier			Février			Mars			Avril						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>AUDE Yoan</b> (755 Chemin de Reydet, Le Thor - parcelle test : 43.912255,5.019716) BERTRAND Héléne	Rédaction protocole					test du cresson								test azote		
<b>DUTERTRE Matthieu</b> (Mas de Carles, Villeneuve-les-Avignon)	Rédaction protocole					test bêche										
<b>DIJON Arnaud</b> (La liotarde, Pernes-Les-Fontaines - parcelles tests au Trentin : 43.954404,4.963676)				Rédaction protocole		test bêche			test azote							
<b>CHARIOT Agathe</b> (Association Semailles, 2412 Avenue de la Croix Rouge, Avignon)									rédaction protocole							Test azote, température sol
<b>NOUGIER Anne</b> (Ferme Ginouguier, Tarascon)					Rédaction protocole							test azote, température sol				température sol, test azote
<b>PELLETIER Jean Emmanuel</b> (1173 Route de Cavaillon, L'isle-sur-la-Soifgue - parcelles tests : 43.882450,5.052508) GERARD Jean Guillaume				Rédaction protocole + test azote					Test azote			Test azote				Test azote
<b>HERRANZ Christophe</b> (433 Chemin des Plantiers, Cavaillon)	Rédaction protocole															test bêche, Comptage VdT
<b>BOUGE Olivier</b> (453 Chemin St Michel, Avignon)							rédaction protocole			test azote						test azote
<b>CATALOGNA Maxime</b> (La ferme de la Durette, Avignon)					Rédaction protocole											

 Cours

 Semaine opération dents de sagesse Télétravail

 Semaine de l'oral du rapport de stage

 congés



### Annexe 3 : Modalités détaillées des essais

Intervention	Modalité test	Modalité témoin
Fumure de fond	Fin février : Epandage d'un mélange de compost de Déchets Verts Tradivert 12t/ha (C/N = 18)	-
Engrais	Fin mars : 1t/ha d'OrgHuon (5-8-3)	
Plantation	Début avril : plantation des melons	
Engrais liquides	Apport de stimulateur d'enracinement MH51 Apports d'engrais liquide sous forme de vinasse de betterave (ex : Agrimartin (5-0-3) et Idrogena (3-0-0)) 10L/semaine	

Tableau I : Modalités de l'essai chez Yoan AUDE

Intervention	Modalité test 1 : pas de passage de sous-soleuse	Modalité test 2 : pas de passage de sous-soleuse et 2 <sup>ème</sup> apport	Modalité test 3 : 2 <sup>ème</sup> apport	Modalité témoin
Travail du sol	Début mars : Broyage des résidus de culture avec rotavator (03/03), 1 passage de griffon (5cm)		Début mars : Broyage des résidus de culture avec rotavator (03/03), 1 passage de sous-soleuse, 1 passage de griffon (5cm)	
Fertilisation	Fin mars : Apport de Premium80, à base de fumier ovin à 2,5t/ha			
Préparation de la culture	Mise en place des goutte-à-goutte et installation d'une toile tissée			
Plantation	Fin mars : Plantation des tomates, variété Marmande greffée			
Fertilisation	-	Fin juin : Apport d'Orguano M 5-10-3 (3000kg/ha)		-

Tableau II : Modalités de l'essai chez Olivier BOUGE

Intervention	Modalité test 1 : compost enfoui et mulch de broyat	Modalité test 2 : engrais et mulch de broyat	Modalité test 3 : compost enfoui et paillage plastique	Modalité témoin : engrais et paillage plastique
Fertilisation	Fin avril : Compost (30t/ha) et fumier de cheval (25t/ha), engrais probiotaire 8-3-10 (1000kg/ha)	Fin avril : Engrais probiotaire 8-3-10 (2000kg/ha)	Fin avril : Compost (30t/ha) et fumier de cheval (25t/ha), engrais probiotaire 8-3-10 (1000kg/ha)	Fin avril : Engrais probiotaire 8-3-10 (2000kg/ha)
Paillage	Mulch de broyat		Paillage plastique	
Plantation	Plantation des courgettes au 15 mai			

Tableau III : Modalités de l'essai chez Aaathe CHARLOT

Intervention	Modalité test : mulch de broyat	Modalité témoin : paillage plastique
Amendement	Mi-mars : Compost de DV mi-mars à 120t/ha	
Travail du sol	Enfoui avec un passage de rotavator sur 5 à 10cm	
Irrigation	Mise en place du goutte-à-goutte	
Paillage	Début juin : apport du mulch de broyat 60 à 90t/ha	Mi-mars : Mise en place du paillage plastique
Plantation	Début mai : Plantation des piments	

Tableau IV : Modalités de l'essai chez Arnaud DIJON

Intervention	Modalité test 1 : mulch de paille	Modalité test 2 : sol nu	Modalité témoin : paillage plastique
Fumure de fond	Printemps 2021 : Epandage de fumier de chèvre 20t/ha avant la courge, pas d'apport supplémentaire avant les oignons		
Travail du sol	Avril : Passage du griffon à 25cm de profondeur, faux semis, passage du rotavator en surface à 5cm		
Mise en place du paillage	Fin avril : Paillage avec mulch de paille, épaisseur 10cm, mis en place à la main	Aucun paillage	Fin avril : Paillage plastique microperforé mis en place avec plastiqueuse
Plantation	Oignon rouge et jaune, semis semaine 7, plantation fin mars, 3 planches avec 4 rangs (soit 12 rangs au total)		

Tableau V : Modalités de l'essai chez Matthieu DUTERTRE

Intervention	Modalité test	Modalité témoin
Amendement	-	Epandage du compost de déchets verts fin mai / début juin (environ 100t/ha)
Travail du sol	Passage du décompacteur	Passage du décompacteur et de l'enfouisseur

Tableau VI : Modalités de l'essai chez Christophe HERRANZ

Intervention	Modalité avec paillage thermique	Modalité avec toile tissée
Redimensionnement des planches	Fin février : Passage du décompacteur à dents Michel à 40cm	
Fertilisation et amendement	Début mars : Epandage de compost de DV, 60 à 90 t/ha Apport de 9 à 10kg de 6-6-7 sur les planches de haricots Apport de 8kg de 3-6-12 sur la planche de concombre	
Travail du sol	Enfoui en surface avec un passage de rotavator à 5cm Passage de l'enfouisseur (entre 15 et 25cm)	
Paillage	Mise en place du paillage thermique et du goutte-à-goutte	Mise en place de la toile tissée et du goutte-à-goutte
Plantation	Mi-mars : Plantation de haricots et de concombre le 25 mars	Avril : Plantation de la 2 <sup>ème</sup> série de haricots

Tableau VII : Modalités de l'essai chez Anne et Olivier NOUGUIER

Intervention	Modalité test 1 : précédent blette	Modalité test 2 : précédent chou chinois
Travail du sol	Fin janvier : précédent enfoui avec un passage de sous-soleuse, passage du vibroculteur ou disques Fin février : sol travaillé en planche avec le vibroplanche	
Fertilisation	Engrais 5-3-10 (1,5t/ha) et farine de plume à 13% d'azote (500kg/ha)	
Semis	Début mars : semis de radis	

Tableau VIII : Modalités de l'essai chez Jean-Emmanuel PELLETIER

Intervention	Modalité test 1 : carton + broyat	Modalité test 2 : broyat + toile tissée	Modalité témoin : uniquement broyat
Travail du sol	Mi-mars : Passages des disques		
Irrigation	Mise en place de goutte-à-goutte pour éviter l'émiettement du carton, ajout d'une rampe d'aspersion (si nécessaire en cas d'oïdium)		
Mulch	Mise en place des cartons Apport de broyat	Mise en place de la toile tissée	Apport de broyat
Plantation	Début avril : Plantation des courgettes		

Tableau IX : Modalités de l'essai chez Maxime CATALOGNA et Julien RONZON

Annexe 4 : Fiche terrain notation de vigueur

Fiche terrain notation de vigueur

**Maraîcher :**

**Date :**

**Zone d'observation :**

<b>Plants</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Couleur (1 à 5, du plus clair au plus foncé et de vert à jaune)			
Diamètre des tiges, hauteur			
Port de la plante			
Nombre de niveau de feuilles			
Nombre de bouquets (à fleurs et à fruits)			
Commentaires			
NOTE			

- **Parcelle homogène** : note :

1 : plant très peu vigoureux

2 : plant peu vigoureux

3 : plant assez vigoureux

4 : plant vigoureux

5 : plant très vigoureux

- **Parcelle hétérogène** :

Nombre de zones selon le développement des plantes :

Moyenne :

Zone n°1 :

Note :

Zone n°2 :

Note :

Zone n°3 :

Note :

Zone n°4 :

Note :

**Observations du maraîcher :**

**Remarques :**

Annexe 5 : Fiche terrain salissement de parcelle

Fiche terrain salissement de parcelle

**Maraîcher :**

**Date :**

**Zone d'observation :**

- **Parcelle homogène : note :**

0 : pas d'adventices

1 : adventices éparses

2 : 25% d'adventices

3 : 50% d'adventices

4 : 75% d'adventices

5 : 100% d'adventices

- **Plusieurs modalités :**

Modalité 1 :

Note :

Modalité 2 :

Note :

Modalité 3 :

Note :

Modalité 4 :

Note :

- **Parcelle hétérogène :**

Nombre de zones selon le taux d'adventices :

Moyenne :

Zone n°1 :

Note :

Zone n°2 :

Note :

Zone n°3 :

Note :

Zone n°4 :

Note :

**Adventices prédominantes :**

**Remarques :**