
ARBORATOUILLE : AGROFORESTERIE MARAICHERE

Recherche participative sur l'étude
des interactions entre arbres et
légumes pour l'amélioration des
pratiques

Rapport Intermédiaire 2018

En partenariat avec :



SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
REMERCIEMENTS	4
INTRODUCTION	4
LE PROJET EN BREF	5
PARTENARIAT	5
CALENDRIER DU PROJET	7
<i>2014 - ANNEE DE DEMARRAGE DU PROJET</i>	7
<i>2015 – MISE EN PLACE DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX</i>	7
<i>2015 à 2017 - 3 ANNEES DE MESURES</i>	8
Sur les Terres de Roumassouze – site principal	8
Sur les deux autres fermes du projet.....	9
<i>2015 à 2017 - ORGANISATION DE FORMATIONS LONGUES</i>	9
<i>2017 – 2020 - INTEGRATION DE NOUVELLES THEMATIQUES DE RECHERCHE</i>	10
<i>2018 - NOUVEAU CHANTIER DE TAILLE</i>	10
LES FERMES PARTENAIRES	12
<i>Le site expérimental principal : les Terres de Roumassouze à Vézénobres (Gard)</i>	12
<i>La ferme du Boulidou à Cazilhac (Hérault)</i>	14
<i>Le jardin d’Odile à Marseillan (Hérault)</i>	16
ACTION 1 – Caractérisation des conditions de compétition lumineuse et de microclimat 17	
1. <i>Rappel de l’objectif</i>	17
2. <i>Activités réalisées</i>	17
3. <i>Etude des conditions d’ombrage et du microclimat</i>	18
4. <i>Etude de l’impact des arbres et de leur gestion sur la compétition pour la lumière</i>	19
5. <i>Perspectives 2018</i>	23
ACTION 2 – Etude du partage des ressources en nutriment en lien avec la pédofaune 24	
1. <i>Rappel de l’objectif</i>	24
2. <i>Actions réalisées</i>	24
a. <i>Plan d’échantillonnage</i>	24
b. <i>Echantillonnage réalisé</i>	25
c. <i>Premiers résultats</i>	26
3. <i>Perspectives 2018/2019</i>	27
ACTION 2 – Etude du partage des ressources en eau	28
1. <i>Rappel des objectifs de l’action et résultats attendus</i>	28
2. <i>Approche/méthode</i>	28
a. <i>Résultats obtenus/avancées</i>	29

b. Perspectives et calendrier	29
ACTION 3 - Etude de la croissance, du développement et des performances agronomiques des cultures légumières.....	30
1. Rappel de l'objectif.....	30
2. Etudes menées sur la tomate.....	30
a. Matériels et méthodes.....	31
b. Principaux résultats	31
c. Perspectives	38
3. Etudes menées sur la salade	39
ACTION 4 - Etude de la régulation naturelle des bioagresseurs	41
1. Objectif.....	41
2. Bilan 2017.....	41
3. Perspectives 2018.....	44
a. Descriptifs des actions et résultats attendus.....	44
b. Approche méthodologique.....	45
c. Organisation du travail.....	46
ACTION 5 - Evaluation des performances technico-économiques des systèmes agroforestiers maraichers.....	48
1. Objectif et résultats attendus.....	48
2. Activités réalisées.....	48
3. Résultats obtenus.....	48
4. Perspectives 2018.....	49
ACTION 6 - Valorisation du projet et des résultats	50
1. Rappel de l'objectif.....	50
2. Bilan de nos actions de communication et perspectives	50
a. Actions à destination du grand public.....	50
b. Actions à destination des agriculteurs.....	50
c. Actions à destination de la communauté scientifique	52
d. Actions à destination de l'enseignement agricole	53
COMPTE-RENDU FINANCIER 04/2017 - 03/2018.....	54
ANNEXES.....	56
ANNEXE 1 - programme de la formation du 20 au 24 février 2017	56
ANNEXE 2 - Programme de la formation du 27 novembre au 1 ^{er} décembre 2017.....	57

REMERCIEMENTS

Stagiaires :

Guilhem Heranney (2014) – AGROOF SCOP ; Ambroise Martin-Chave (2014) – AGROOF SCOP ; Maxime Poissoneau (2015) – AGROOF SCOP ; Camille Niard (2016) – AGROOF SCOP ; Julien Larivière (2016) – AGROOF SCOP.

Maraichers :

Nos remerciements vont à l'ensemble des maraichers travaillant avec nous sur ce projet : Denis et Virginie Florès, Sonia et Benoit Guérin, Odile Sarrazin.

Soutiens financiers :

Nos remerciements vont également à la Fondation de France pour son soutien renouvelé depuis 2014, ainsi qu'aux fondations Picard, Terra Symbiosis et Humus qui nous soutiennent aussi depuis plusieurs années. Nous remercions également le Ministère de l'Agriculture pour son soutien dans le cadre du CASDAR SMART, grâce auquel nous avons notamment pu réaliser des vidéos et fiches sur les fermes du projet.

INTRODUCTION

Ce document est un rapport scientifique et technique synthétique faisant le bilan de l'avancée des travaux sur 2017 et des principales perspectives.

Nous ne présenterons que les grandes conclusions de nos études scientifiques sans revenir exhaustivement sur la démarche d'analyse et les résultats. Cela fera l'objet de valorisations à part entières.

Pour tous compléments d'informations concernant des résultats contacter : beral@agroof.net



FIGURE 1 - REUNION DE L'EQUIPE DU PROJET ARBRATATOUILLE – 25.01.18 (CREDIT : AGROOF SCOP)

LE PROJET EN BREF

L'agroforesterie représente une solution potentielle à l'adaptation des systèmes de maraichers aux enjeux de changement climatique, réduction de l'emploi d'intrants, et gestion de la ressource en eau. Elle suscite de plus en plus l'intérêt des agriculteurs ayant alors besoin de formation et d'accompagnement pour la mise en œuvre de ces systèmes complexes. Toutefois, à l'heure actuelle, nous disposons de peu de recul sur cette association.

ARBRATATOUILLE est un projet de recherche participative impliquant des chercheurs et des agriculteurs pratiquant l'agroforesterie maraichère depuis plusieurs années. Il a débuté en 2014 et vise à améliorer nos connaissances sur les interactions entre arbres et production maraichères afin de proposer des pistes de réflexion pour la conception et la gestion de systèmes agroforestiers maraichers.

Nos actions sont les suivantes :

- ACTION 1 – Caractérisation des conditions microclimatiques et étude de la compétition lumineuse
- ACTION 2 – Etude du partage des ressources en eau et nutriment en lien avec la pédofaune
- ACTION 3 – Etude de la croissance, du développement et des performances agronomiques des cultures légumières
- ACTION 4 – Etude de la régulation naturelle des bio-agresseurs par les auxiliaires de cultures.
- ACTION 5 – Analyse des performances des systèmes maraichers intégrant l'agroforesterie
- ACTION 6 – Valorisation du projet et des résultats

PARTENARIAT

Le partenariat technique du projet repose sur la collaboration de spécialistes maraichers ou scientifiques à même de traiter de nombreux aspects des interactions entre les arbres et les plantes maraichères.

TABLEAU 1 – LISTE DES PARTENAIRES DU PROJET ARBRATATOUILLE (2017 – 2020)

NOMS	STRUCTURES	FONCTION AU SEIN DE L'ORGANISME	ROLES DANS LE PROJET
Camille Béral	AGROOF SCOP	Responsable recherche en agroforesterie	Coordinatrice et responsable d'expérimentation
Fabien Liagre		Responsable recherche et développement	En charge de l'analyse technico-socio-économique des fermes et appui sur la coordination financière
Daniele Ori		Responsables Formation et Accompagnement technique	En charge de la construction et de la réalisation des formations auprès des publics agriculteurs et techniciens
Sébastien Dulieu		Responsable administratif et financier	En charge des aspects administratif et financier
Nicolas Girardin		Responsable audiovisuel	En charge du graphisme et des vidéos
Ambroise Martin-chave		Responsable recherche biodiversité	En charge de l'action sur l'étude de la biodiversité en lien avec la régulation naturelle des bioagresseurs
Hélène Le Gallic		Responsable développement Internet	En charge de la création du site Internet du projet

Yvan Capowiez	INRA – UMR EMMAH	Chercheur	En charge de l'action sur l'étude des communautés lombriciennes.
Bruno Cheviron, Cyril Dejean	IRSTEA – UMR G- EAU	Chercheurs	En charge de l'étude sur l'impact de l'agroforesterie sur les bilans hydriques et le pilotage de l'irrigation
Philippe Hinsinger, Isabelle Bertrand, Claire Marsden	INRA – UMR ECO&SOLS	Chercheurs	En charge de l'étude sur l'impact de l'agroforesterie sur le partage des nutriments dans les sols, et la gestion de la fertilité
Jean Dauzat, Cécile Madelaine-Antin	CIRAD – UMR AMAP	Chercheurs	En charge de l'étude de la compétition lumineuse entre les arbres et les cultures maraichères.
Christophe Mazzia	UR IMBE (Université d'Avignon)	Enseignant-chercheur	En charge de l'étude de l'impact de l'agroforesterie sur les communautés d'araignées et leur potentiel de prédation
Denis et Virginie Florès	Agriculteurs sur les Terres de Roumassouze		Participation et contribution à l'ensemble du projet, réalisation de suivi, co-construction et coréalisation des formations techniques
Sonia Guérin	Agricultrice sur la ferme du Boulidou		
Odile Sarrazin	Agricultrice sur le jardin d'Odile. Partenaire historique du projet ARBRATATOUILLE, son implication a baissé en 2017 en raison son travail salarié à temps plein à l'extérieur de sa ferme.		

L'approche globale du projet est participative : agriculteurs et chercheurs discutent ensemble des objectifs, des protocoles, des suivis, des résultats et de leur interprétation. Cela est fait chaque année de manière à améliorer et faire évoluer les dispositifs. Les agriculteurs sont rémunérés pour le temps passé et sont présents, au même titre que les partenaires, aux comités de pilotage du projet, et aux réunions de travail (en fonction des thématiques). Chaque année, un bilan de la démarche est effectué de manière à l'améliorer.



FIGURE 2 - DENIS FLORES, SONIA GUERIN ET ODILE SARRAZIN LORS D'UNE VISITE DE PARCELLE AU « JARDIN D'ODILE » EN MARS 2016 (CREDIT : AGROOF SCOP)

CALENDRIER DU PROJET

2014 - ANNEE DE DEMARRAGE DU PROJET

L'année 2014 avait pour objectifs de i) de poser les bases d'une collaboration participative entre les chercheurs et les agriculteurs, ii) définir les objectifs communs et prioritaires et iii) poser le canevas de la démarche de recherche du projet ARBRATATOUILLE.

Pour cela, une série d'échanges et de rencontres avec les agriculteurs maraichers avait été organisés. Nous avons également recueilli des données pour décrire le fonctionnement des 3 fermes maraichères partenaires du le projet. Enfin, de manière à cibler les essais à mener les années suivantes, nous avons réalisé, à titre prospectif, de suivis de la croissance du développement, de la santé et des rendements de légumes en agroforesterie dans le but de poser la démarche expérimentale des années à venir.



FIGURE 3 - REUNION DE LANCEMENT DU PROJET (2014) (CREDIT : GUILHEM HERANNEY)

2015 – MISE EN PLACE DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Les Terres de Roumassouze (Vézénobres Gard) ont été choisies comme site expérimental principal du projet ARBRATATOUILLE en raison de l'organisation spatiale du système, de l'âge des arbres et de la motivation des agriculteurs.

Installés en 2010 sur les terres de Roumassouze, Denis et Virginie Florès cultivent des légumes Biologiques sur environ 8000 m² et des cultures de plein champ sur 1,2 ha environ. Impliqués dans différents projets de recherche et développement en collaboration avec Agroof, et curieux du fonctionnement des systèmes agroforestiers, ils ont accepté de laisser une partie de leur parcelle à disposition pour les expérimentations menées dans ARBRATATOUILLE sur 5000 m². Ce dispositif comprend un témoin sans arbres (plein soleil) et trois modalités agroforestières correspondant chacune à un mode de taille différent.



FIGURE 4 - CHANTIER DE TAILLE DES ARBRES AGROFORESTIERS SUR LES TERRES DE ROUMASSOUZE (2015) (CREDIT : AGROOF SCOP)

L'objectif de cette expérimentation est de jouer sur les conditions d'ouverture du milieu agroforestier, pour voir, en fonction de l'ombrage, la manière dont se comportent les légumes. Cela permet également de mieux comprendre l'intérêt du levier technique que représente la taille des houppiers, dans des systèmes agroforestiers qui, avec l'âge, se ferment.

2015 à 2017 - 3 ANNEES DE MESURES

Sur les Terres de Roumassouze – site principal

En trois ans, les arbres de nos différentes modalités ont évolué. Les canopées se sont progressivement fermées. Les conditions microclimatiques, dépendantes du climat de chaque année, ont également évolué. Il était donc important de suivre le comportement de nos cultures sur trois ans.

Nous avons suivi :

- La croissance, le développement, le rendement et la qualité des tomates et des salades (deux légumes importants pour la ferme et dont les réactions au microclimat sont a priori différentes).
- Les communautés de carabes et d'araignées susceptibles d'exercer une pression de prédation sur les ravageurs de nos cultures.

Et nous avons caractérisé une partie des facteurs pouvant expliquer les éventuelles variations observées :

- L'ombrage créé par les arbres et l'ensoleillement des cultures
- Le microclimat à travers les conditions de température et d'humidité relative sous le houppier des arbres
- Le sol à travers une caractérisation de la texture, et de ses composantes physico-chimiques



FIGURE 5 - TOMATES RECOLTEES SUR LE DISPOSITIF ARBRATATOUILLE EN 2014 (CREDIT : GUILHEM HERANNEY)

Sur les deux autres fermes du projet

Pendant 3 ans l'objectif a été d'échanger avec Odile Sarrazin et Sonia Guerin sur leur système, le comportement de leurs tomates et de leurs salades en fonction de leurs pratiques. Ces échanges nous ont permis d'obtenir des tendances pouvant nourrir la discussion sur les résultats obtenus sur le site principal.

Des protocoles de suivi leur ont ainsi été présentés, et elles ont eu l'occasion de les mettre en application de manière à appréhender les performances agronomiques de leur propre système.

2015 à 2017 - ORGANISATION DE FORMATIONS LONGUES

Sur la base de l'expérience de chacun des agriculteurs partenaires du projet, d'AGROOF et des résultats de recherche du projet, nous avons mis en œuvre des formations de 5 jours à destination d'agriculteurs porteurs de projet agroforestier. Ces formations sont coconstruites et co-réalisées par AGROOF et les agriculteurs partenaires du projet ARBRATATOUILLE.



FIGURE 6 - PHOTOGRAPHIES DE FORMATIONS LONGUES REALISEES EN 2016 ET 2017 (CREDIT : AGROOF SCOP)

2017 – 2020 - INTEGRATION DE NOUVELLES THEMATIQUES DE RECHERCHE

En raison de l'enjeu qu'elles représentent pour les agriculteurs maraichers, les thématiques suivantes ont été intégrées au projet grâce à l'intégration de nouveaux partenaires au projet :

- Gestion de la fertilité en agroforesterie par l'étude des matières organiques apportées, de la pédofaune et du partage des nutriments entre les arbres et cultures
- Gestion de l'irrigation en agroforesterie par l'étude des bilans hydriques et des mouvements d'eau entre le sol, les cultures et les arbres.

Cette évolution du projet ARBRATATOUILLE correspond à ce que nous appelons ARBRATATOUILLE II.



FIGURE 7 - PHOTOGRAPHIES DE L'IRSTEA (GAUCHE) ET ECO&SOLS (DROITE) EN TRAIN DE REALISER LEUR PROTOCOLES SUR LE PARTAGE DES RESSOURCES EN EAU ET NUTRIMENTS DANS LES SOLS – JUIN 2018 (CREDIT : AGROOF SCOP)

2018 - NOUVEAU CHANTIER DE TAILLE

Sur le dispositif « ARBRATATOUILLE » mis en place sur les Terres de Roumassouze, nous sommes réintervenues sur les houppiers des arbres de manière similaire à 2015, en février 2018.



FIGURE 8 - DENIS FLORES EN PLEIN ETETAGE D'UN NOYER EN FEVRIER 2018 (CREDIT : AGROOF SCOP)

Cette intervention fût l'occasion de quantifier à nouveau la biomasse ligneuse produite par les arbres agroforestiers au bout de 3 années (Tableau 2), et de relancer un cycle d'étude de l'impact de l'ombrage et du microclimat sur le fonctionnement du système.

TABLEAU 2 - VOLUME ET POIDS DE BIOMASSE LIGNEUSE OBTENUE PAR LE CHANTIER D'ELAGAGE DE FEVRIER 2018 (MAP = METRE CUBE APPARENT).

			TOTAL BIOMASSE			
	Modalités	NB arbres	MAP frais TOTAL	POIDS TOTAL	MAP frais /arbre	kg/arbre
2015	Elagage	16	3,2	1,1	0,20	70,7
	Têtard	17	28,3	9,9	1,66	581,6
	Emondage	16	14,4	5,0	0,90	314,3
2018	Elagage	16	Intervention inutile – élagage terminé			
	Têtard	17	19,1	6,7	1,12	392,6
	Emondage	16	7,7	2,7	0,48	169,2

LES FERMES PARTENAIRES

Le site expérimental principal : les Terres de Roumassouze à Vézénobres (Gard)



FIGURE 9 – DENIS ET VIRGINIE FLORES (CREDIT : AGROOF SCOP)

Installés en 2010 sur les terres de Roumassouze, Denis et Virginie Flores cultivent des légumes en « AB » sur environ 8000 m² et des cultures de plein champ sur 1,2 ha environ. La main d'œuvre se résume à eux deux, ainsi que des stagiaires ponctuels aux périodes les plus chargées (juin à aout).

La finalité de leur activité et leurs objectifs stratégiques sont résumés sur la Figure 10. Elle peut se résumer par la volonté de produire une diversité de légumes sains en limitant grandement l'usage d'intrants et en visant une bonne rentabilité.

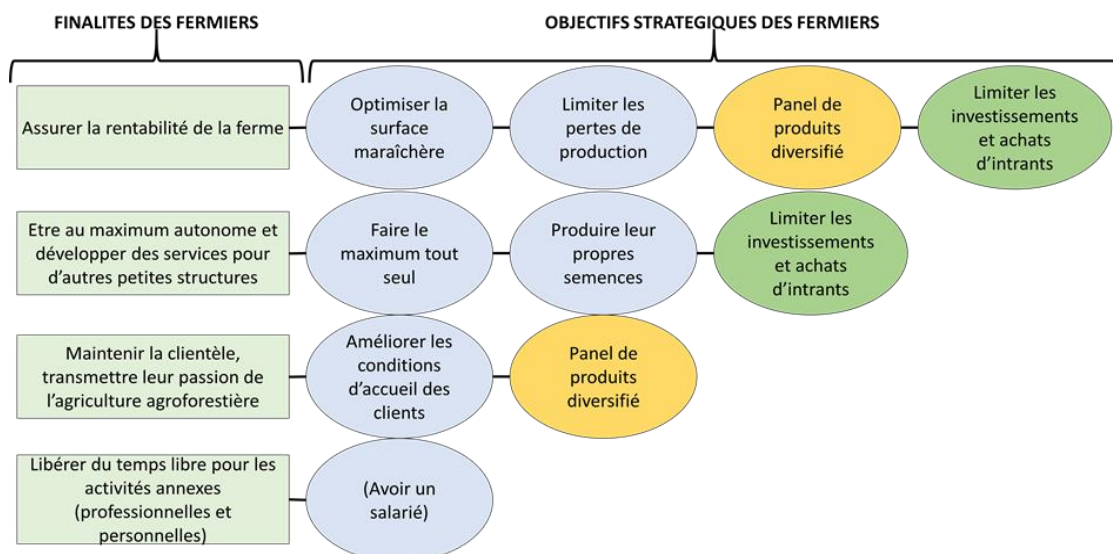


FIGURE 10 – FINALITES ET OBJECTIFS STRATEGIQUES DE DENIS ET VIRGINIE FLORES (JAFFREDO, 2015)

Leurs pratiques sur la partie maraichère peuvent être résumées de la manière suivante :

- **Assolements** : Ils sont raisonnés de manière à éviter de retrouver légumes de la même famille à la suite et à étaler dans le temps, les productions. L'ensoleillement sur les cultures est également pris en compte pour la spatialisation des cultures.
- **Travail du sol** : Il n'y a aucun labour et retournement de sol sur la ferme. La volonté est de limiter au maximum toute intervention sur le sol. Les seules interventions sur le sol sont le bêchage et butage sur 3 à 7 cm de manière à reformer les buttes.
- **Lutte contre les bio-agresseurs** : Aucun produit n'est mis sur les cultures que ce soit en préventif ou curatif. La lutte contre les limaces est aujourd'hui menée par des canards coureurs indiens.
- **Fertilisation** : Si avant 2017 aucun apport en fertilisant n'était réalisé, depuis 2017, en raison de carences importantes en azote, ils apportent du fumier du volailles.
- **Semences** : La production de semence se fait à la ferme, dans une serre. Ils achètent peu à l'extérieur, et privilégie les variétés population.
- **Paillage** : Les buttes sont paillées chaque année au Bois Raméal Fragmenté (BRF) ou avec du foin. L'objectif est de maintenir une certaine humidité au sol, limiter le développement des herbes spontanées, et favoriser la pédofaune.
- **Vente** : En AMAP et cueillette à la ferme.

Impliqués dans différents projets de recherche et développement en collaboration avec AGROOF, et curieux du fonctionnement des systèmes agroforestiers, ils ont accepté de laisser une partie de leur parcelle à disposition pour les expérimentations menées dans ARBRATATOUILLE sur 5000 m². Ce dispositif a été mis en place en 2015. Il comprend un témoin sans arbres (plein soleil) et trois modalités agroforestières correspondant chacune à un mode de taille différent.



Modalité Têtard (Notée AF- ou T) :

Les arbres ont été rabattus complètement autour des principales charpentières. En 2015, la luminosité sera maximale.

Sur les 20 arbres traités, nous avons récolté un m³ de BRF et 0,5 stère par arbre.



Modalité Emondage (Notée AF+ ou M) :

Les arbres ont été émondés à la nacelle sur 6 mètres de hauteur afin de réduire le houppier à 4 m de diamètre. Soit 2 à 3 fois moins que la modalité élagage classique.

Dans ce cas, on peut voir que les houppiers ne se touchent plus et que la luminosité sera plus importante que la modalité suivante.



Modalité Elagage (Notée AF++ ou L) :

Il s'agit de la modalité où les arbres sont élagués pour l'obtention d'une bille de bois d'œuvre.

Il s'agit de la modalité où la compétition pour la lumière sera la plus forte.



Témoin de plein soleil (Notée Control ou TS) :

Il s'agit de la modalité témoin, sans arbres.

Il s'agit d'une ancienne parcelle de peupliers abattus en 2012.

FIGURE 11 - PHOTOGRAPHIES DES DIFFERENTES MODALITES MISES EN PLACE SUR LES TERRES DE ROUMASSOUZE (PRISES LE 18 JUIN 2015 – CREDIT : AGROOF)

Le sol des différentes modalités était comparable au lancement de l'expérimentation en 2015, à savoir : texture sablo-limoneuse sans risque d'asphyxie, %MO variant entre 2.5 et 2.75, pH de 8.0 et C/N de 12 à 13%. La seule différence était au niveau des biomasses microbiennes, teneurs en N et C minéralisables qui étaient légèrement plus élevées en témoin.

Dans chacune des modalités, on retrouve une planche de tomates, une planche de laitues et une planche de carottes en rotation d'une année sur l'autre. Chaque modalité est séparée d'une autre par une planche de grandes cultures (blé, pomme de terre...etc.) pour éviter les interférences. Une planche mesure 25 x 10m. L'essai est orienté Nord-Sud et la ligne d'arbre est laissée en végétation spontanée. Chaque année, la mise en place et l'entretien des cultures maraichères liées à l'expérimentation ARBRATATOUILLE est sous la direction de Denis et Virginie Flores qui sont rémunérés pour leur temps passé. Les itinéraires techniques appliqués suivent les règles de décision propre au couple de maraicher.

La ferme du Boulidou à Cazilhac (Hérault)

Installée en 2010, Sonia cultive des légumes sur butte permanente sur 3500 m² en « AB » sous un couvert épars d'arbres spontanés (frênes notamment). Au niveau couvert arboré, nous pouvons distinguer trois parties sur sa parcelle : Une partie en plein soleil sans arbres ; une partie sous un couvert de frênes ; une partie sous un couvert d'arbustes et d'arbres spontanés très dispersés. Elle souhaite s'impliquer dans des projets de recherche tels qu'ARBRATATOUILLE pour trouver des éléments de réponse à ses questions et un appui technique.



FIGURE 12 – SONIA GUERIN (CREDIT : AGROOF SCOP)



FIGURE 13 - PHOTOGRAPHIE DE LA FERME DU BOULIDOU MONTRANT DES BUTTES MARAICHÈRES ENTRE DES RANGS D'ARBRES FRUITIERS (ABRICOTIERS, PECHERS ...ETC.)

Sur ce site l'approche expérimentale était très réduite. Il s'agit de suivre les niveaux de production, les itinéraires techniques et la performance globale du système. Sonia participe activement aux réunions de discussion sur les orientations du projet, les résultats, et apporte son expérience comme formatrice dans le cadre de nos formations longues. Il est également prévu de mener une analyse systémique des performances de sa ferme en 2018.

Pour plus d'informations sur cette ferme :

- Une fiche de présentation de la ferme a été réalisée par AGROOF dans le cadre d'ARBRATATOUILLE et du projet CASDAR SMART : http://www.ad-mediterranee.org/IMG/pdf/fiche_smart_25_-_guerin_sonia_vf.pdf
- Une vidéo a été réalisée par AGROOF dans le cadre du projet CASDAR SMART : https://www.youtube.com/watch?v=Zk_bW-o1jA

Le jardin d'Odile à Marseillan (Hérault)

Installée sur la parcelle depuis 2010, Odile cultive environ 7000m² de légumes en AB sous un couvert d'oliviers de 12 à 15 ans plantés en 6 m par 6m. Elle aimerait que le projet contribue à prouver l'efficacité (technique, productive et environnementale) des systèmes agroforestiers afin de participer à leur généralisation. En termes de recherche scientifique elle est plutôt intéressée par les suivis concernant les effets sur la biodiversité (insectes, botanique) mais particulièrement celle du sol (mycorhization, relations souterraines entre les plantes et les arbres). En termes de recherche technico-économique elle estime ne pas avoir encore assez de recul pour dégager de vraies problématiques concernant son exploitation. Sur sa parcelle deux parties peuvent être distinguées : une partie où la culture sous les oliviers est orientée Est/ouest ; Une partie où la culture est orientée Nord/sud. Il n'y a pas de partie en plein soleil.



FIGURE 14 - PHOTOGRAPHIE DU JARDIN D'ODILE MONTRANT DES BUTTES MARAICHÈRES ENTRE DES RANGS D'ARBRES FRUITIERS (ABRICOTIERS, PÊCHERS ...ETC.)

Sur ce site l'approche expérimentale était très réduite. Il s'agit de suivre les niveaux de production, les itinéraires techniques et la performance globale du système. Odile a activement participé aux réunions de discussion sur les orientations du projet, les résultats, et a apporté son expérience comme formatrice dans le cadre de nos formations longues.

Toutefois, en raison d'un changement d'activité professionnel en 2017, elle a dû très fortement réduire son activité de maraichère et ne peut s'impliquer pleinement dans le projet ARBRATATOUILLE II.

Pour plus d'informations sur cette ferme :

- Une fiche de présentation de la ferme a été réalisée par AGROOF dans le cadre d'ARBRATATOUILLE et du projet CASDAR SMART : http://www.ad-mediterranee.org/IMG/pdf/fiche_smart_24_-_odile_sarrazin_vf.pdf

ACTION 1 – Caractérisation des conditions de compétition lumineuse et de microclimat

Partenaires impliqués : AGROOF SCOP, CIRAD AMAP

Rédacteur : Camille Béral, Jean Dausat

1. Rappel de l'objectif

Le microclimat et les conditions d'ensoleillement sont des paramètres indispensables à connaître et à piloter pour gérer au mieux la croissance, le développement et les performances agronomiques de nos cultures.

Dans cette première action, l'objectif était donc de caractériser les conditions microclimatiques et lumineuses créées par les arbres sur les cultures maraichères, en fonction des dispositifs agroforestiers et du climat de l'année.

2. Activités réalisées

1 – Caractérisation de l'ombrage et de la compétition lumineuse : Pour caractériser l'ombrage de nos systèmes agroforestiers AGROOF a réalisé des photographies hémisphériques de manière à déterminer, en avril et juillet de chaque année, le pourcentage d'ouverture de la canopée.

2 – Calculer les taux de lumières transmises : Pour évaluer les taux de transmission de lumière sous les arbres, le CIRAD AMAP a modélisé en 3D les modalités agroforestières grâce à l'utilisation sur le terrain d'un scanner LIDAR. Cela permet de modéliser l'occupation de l'espace par la couronne des arbres à plusieurs stades de leur développement végétatif. Ces résultats ont été utilisés pour simuler des cartographies de l'ensoleillement des cultures au cours de la journée et à différentes dates.

3 – Caractériser les conditions de températures et d'humidité sous les arbres : Pour cela AGROOF a placé des sondes VOLTcraft à différentes distances des arbres (au milieu entre 4 arbres, et à 1m au nord d'un arbre) sous des abris les protégeant des intempéries et des rayons directs du soleil.



FIGURE 15 - ABRIS POUR LES SONDES VOLTcraft DESTINEES A MESURER EN CONTINU LES CONDITIONS DE TEMPERATURES ET D'HUMIDITE – TERRES DE ROUMASSOUZE.

3. Etude des conditions d'ombrage et du microclimat

Nous avons mis en évidence l'existence d'un effet tampon des arbres sur le microclimat plus ou moins important en fonction des conditions météorologiques et de l'architecture des arbres.

1 – Un gradient d'ombrage contrasté entre nos modalités et une évolution différente au fil des années : Le tableau 1 ci-dessous montre l'évolution du pourcentage d'ouverture de la canopée créé par les arbres d'année en année, au fur et à mesure de la repousse des branches. Nous les avons obtenus en réalisant, au sein de chaque modalité en période de pleine feuille (juillet), une douzaine de photos hémisphériques (réparties de manière à appréhender l'hétérogénéité des situations). Ces photos ont ensuite été traitées grâce au logiciel CAN EYE (© INRA).

TABEAU 3 – POURCENTAGE D'OUVERTURE DE CANOPEE EN JUILLET DE NOS 3 ANNEES ET DANS NOS 4 MODALITES MISES EN PLACE SUR LES TERRES DE ROUMASSOUZE

ANNEES	ELAGUE	EMONDE	TETARD	TEMOIN
2015	21,9 %	37,9 %	60,1 %	95 %
2016	27,7 %	39,4 %	47,2 %	95 %
2017	22,9 %	32,8 %	40,6 %	95 %

En 2015, le gradient d'ouverture de canopée était très bien marqué entre les différentes modalités avec environ 95% d'ouverture en « témoin sans arbres », 60% en modalité « têtard », 28% en modalité « émondée » et 22% en modalité « élaguée ». En 2016, la modalité têtard s'est légèrement fermée du fait de la repousse importante des branches, portant l'ouverture de canopée à environ 47%. La fermeture de cette modalité a continué en 2017, l'ouverture n'étant alors seulement que de 40%. Les autres modalités, en comparaison ont une ouverture de canopée qui est restée relativement stable sur les trois ans (avec une variation de l'ordre de 6 à 7%).

2 – Un effet tampon des arbres sur les extremums climatiques : Nos mesures nous ont permis de voir que la présence d'arbres tamponnait les excès de températures et d'humidité de manière plus ou moins importante en fonction de l'ouverture de la canopée. Plus la canopée est ouverte moins cet effet tampon est fort. Pour donner la mesure de cet effet tampon, la Figure 16 ci-dessous présente les résultats températures horaires moyennes au cours des mois de juillet des années 2015, 2016 et 2017.

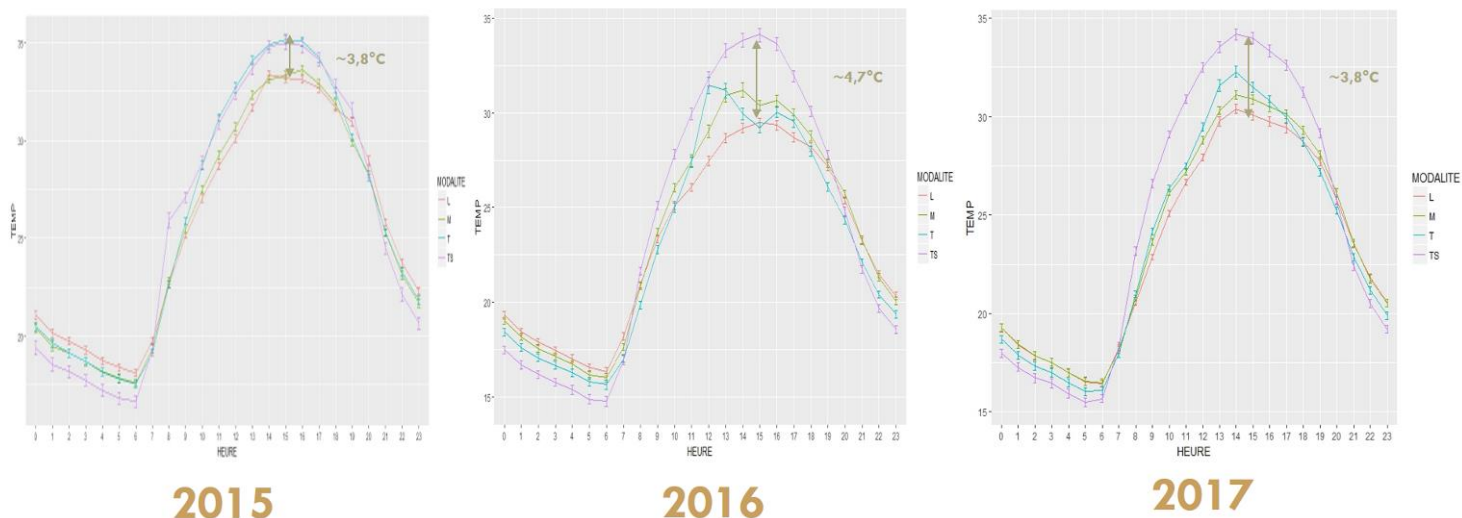


FIGURE 16 – COURBES DES TEMPERATURES HORAIRES MOYENNES SUR LES MOIS DE JUILLET DES ANNEES 2015 2016 ET 2017 SUR LES TERRES DE ROUMASSOUZE A VEZENOBRES DANS LE GARD (L= ELAGUE ; M = EMONDE ; T = TETARD ; TS = TEMOIN)

Pour les 3 années, nous pouvons voir que les températures dans le témoin (sans arbres) sont généralement plus élevées en tout début d'après-midi, aux heures les plus chaudes de la journée (+3,8°C en 2015, +4,7 °C en 2016 et +3,8°C en 2017 en comparaison de la modalité élaguée, la plus ombragée). Aux heures les plus froides, de 1h à 6h du matin, la modalité témoin est la plus fraîche d'environ de 2 à 3 °C en comparaison de la modalité la plus ombragée. Cela signifie que la présence d'arbres réduit les amplitudes de variation journalière des températures et exerce ainsi un effet tampon. Cet effet est intéressant l'été car cela peut permettre de réduire à la fois les stress thermiques et les stress hydrique des cultures.

La modalité têtard, en 2015 suit les courbes du témoin en pleine journée, mais tamponne malgré tout la chute de température la nuit. D'une manière générale, l'effet tampon de la modalité têtard se situe entre ceux de la modalité témoin et des deux autres modalités agroforestières.

4. Etude de l'impact des arbres et de leur gestion sur la compétition pour la lumière

Deux types de méthodes sont couramment utilisés pour quantifier le taux de transmission de la lumière sous couvert arboré :

- Des mesures directes au moyen de capteurs disposés sous les arbres avec un capteur de référence positionné au-dessus des arbres (ou, à défaut, en terrain découvert)
- Des estimations indirectes au moyen de photographies hémisphériques prises sous les arbres avec un objectif « fish-eye » orienté vers le haut

Pour être représentatives, les mesures directes doivent être réalisées pour différentes positions du soleil et différentes conditions radiatives (ciel plus ou moins couvert). Les photographies hémisphériques ne nécessitent pas de répétitions dans le temps (tant qu'on peut considérer que le développement des couronnes d'arbres n'a pas sensiblement évolué) mais nécessite de caractériser les conditions radiatives au cours de la période considérée. Cependant, les deux méthodes nécessitent un important échantillonnage dès lors qu'on s'intéresse à la répartition spatiale du rayonnement disponible pour les cultures intercalaires sous les arbres, comme dans le cas présent où :

- Différentes planches de cultures sont installées entre les alignements d'arbres
- Les arbres ont été soumis à différents régimes d'élagage (Figure 1 ; arbres témoins, émondés et têtards)

Nous avons donc mis en œuvre méthode novatrice consistant à :

1. Décrire la répartition du feuillage des arbres dans un espace 3D au moyen d'un LiDAR terrestre (TLS)
2. Simuler des cartographies du rayonnement disponible pour les cultures

En anticipation du projet ABRATATOUILLE2, deux campagnes d'acquisitions TLS ont été réalisées sur le site de Roumassouze en septembre 2015 (51 scans) puis en août 2016 (61 scans) de façon à avoir une description complète du dispositif expérimental (Figure 17) avec ses différentes modalités d'élagage des arbres réalisées en février 2015.

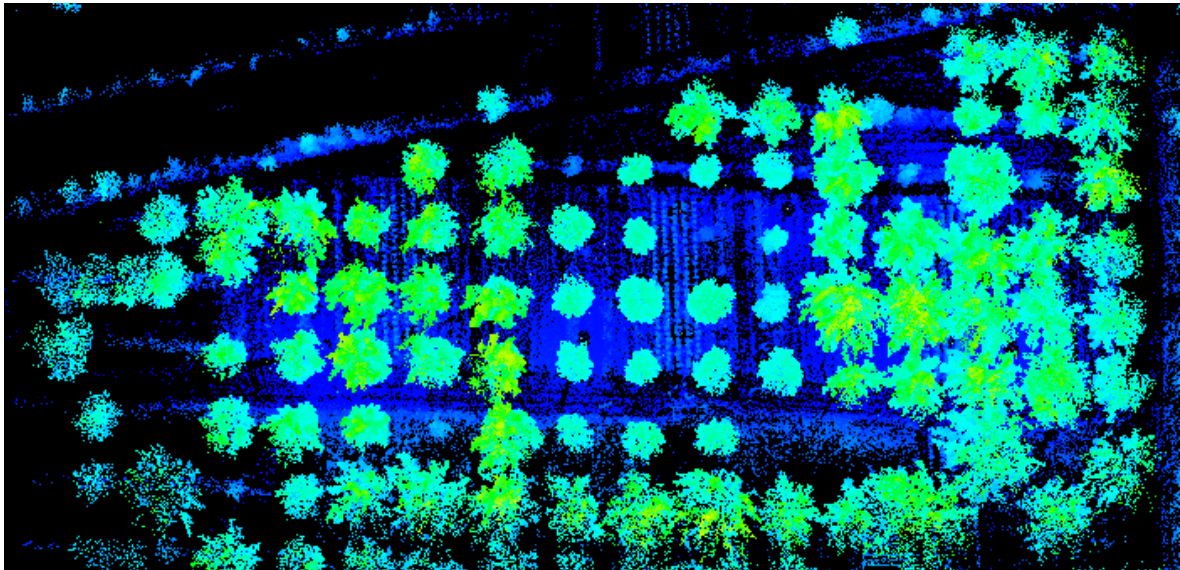


FIGURE 17 - VUE PLONGEANTE DU NUAGE DE POINTS OBTENUS PAR SCANS LIDAR EN 2015

Une fois effectuée l'étape de co-registation permettant de replacer les acquisitions TLS dans un même repaire 3D, le logiciel AMAPvox a été mis en œuvre pour calculer les densités de surface foliaire dans un espace voxel (Figure 18).

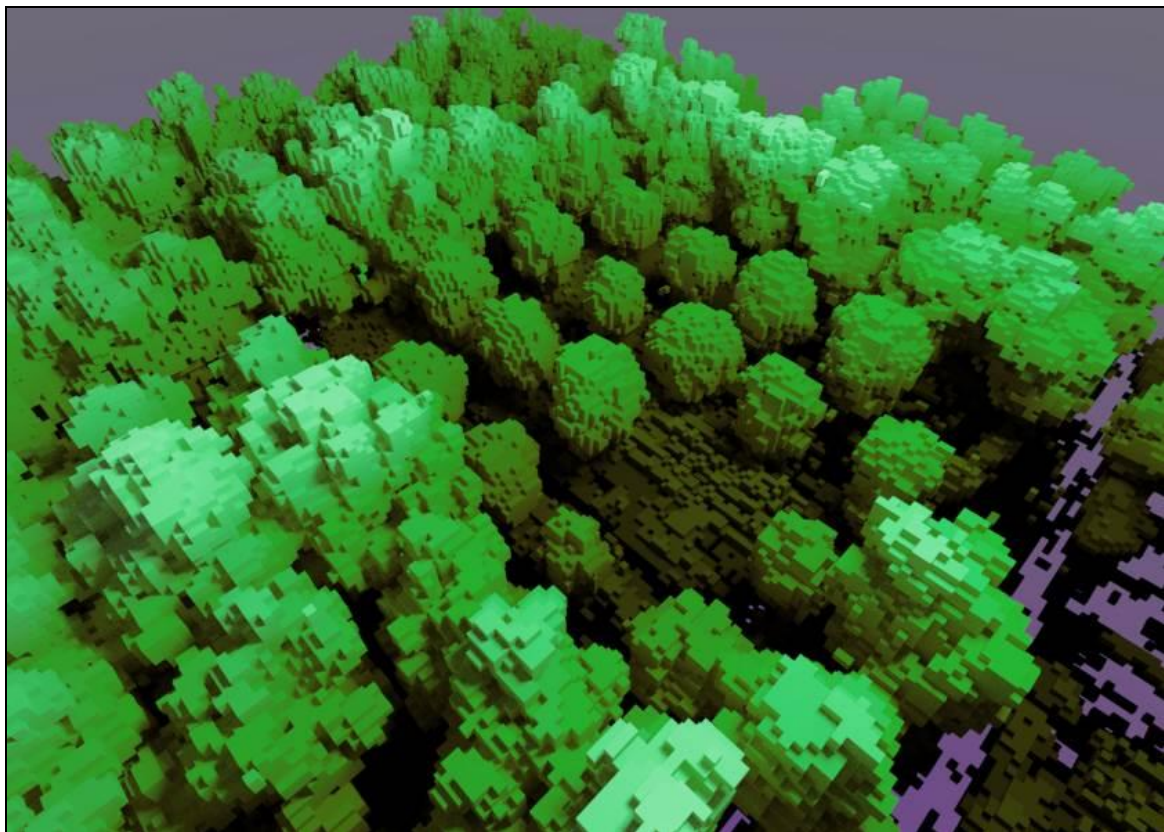


FIGURE 18 - VUE DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE ROUMASSOUZE APRES L'ETAPE DE VOXELISATION REALISEE AVEC LE LOGICIEL AMAPVOX (EXEMPLE POUR LA CAMPAGNE D'ACQUISITION DE 2015). SONT REPRESENTES ICI LES VOXELS (CELLULES CUBIQUES) NON VIDES.

Les densités de surface foliaire ont ensuite été utilisées pour simuler des cartographies de rayonnement disponible pour les cultures maraichères installées sous les arbres (Figure 19). On remarquera en particulier :

1. Les zones correspondant aux différents traitements d'élagage (témoins à droite, émondés à gauche et têtards au milieu)
2. La tendance à la fermeture du couvert arboré se traduisant par un taux de transmission de la lumière nettement plus faible en 2016 qu'en 2015
3. La forte hétérogénéité au sein d'un même traitement du fait de la faible dimension des parcelles et de l'hétérogénéité des arbres

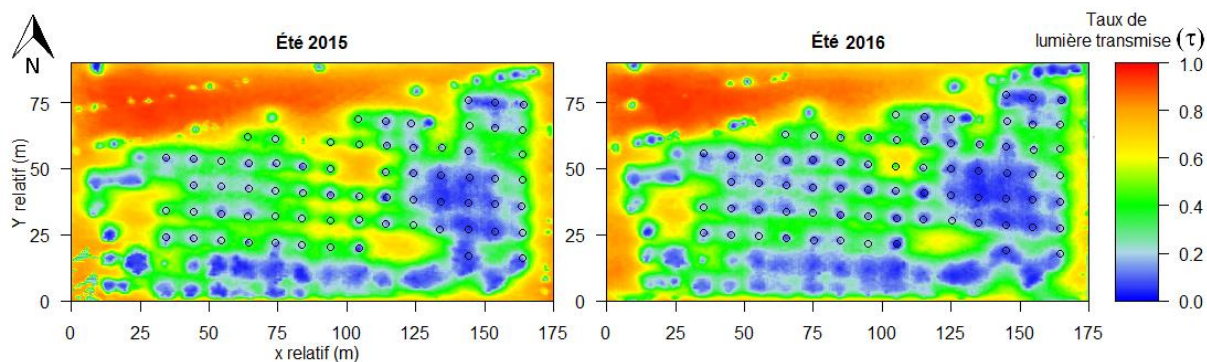


FIGURE 19 - EXEMPLE DE CARTOGRAPHIES DE LUMIERE DISPONIBLE POUR LES CULTURES EN 2015 ET 2016.

Afin de corriger les sources d'hétérogénéité liées au dispositif expérimental et pouvoir tirer des conclusions plus générales, une banque d'arbres voxélisés a été créée à partir de l'espace voxélisé (Figure 20) puis ces arbres voxélisés ont été agencés en parcelles virtuellement infinies.

Les cartographies de lumière transmise générées sur ces parcelles virtuelles font clairement ressortir les différences entre traitements et l'effet de la croissance des arbres entre 2015 et 2016 (Figure 21).

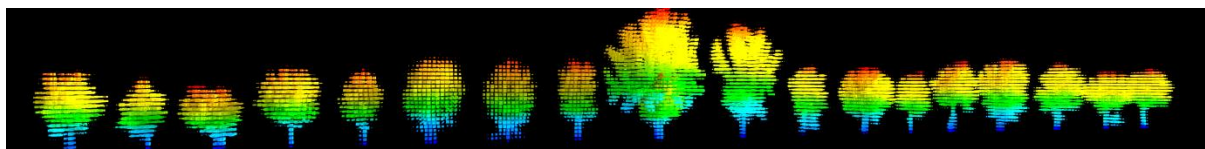


FIGURE 20 - EXEMPLE D'ARBRES EXTRAITS POUR CONSTITUER UNE BANQUE D'ARBRES VOXELISES

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

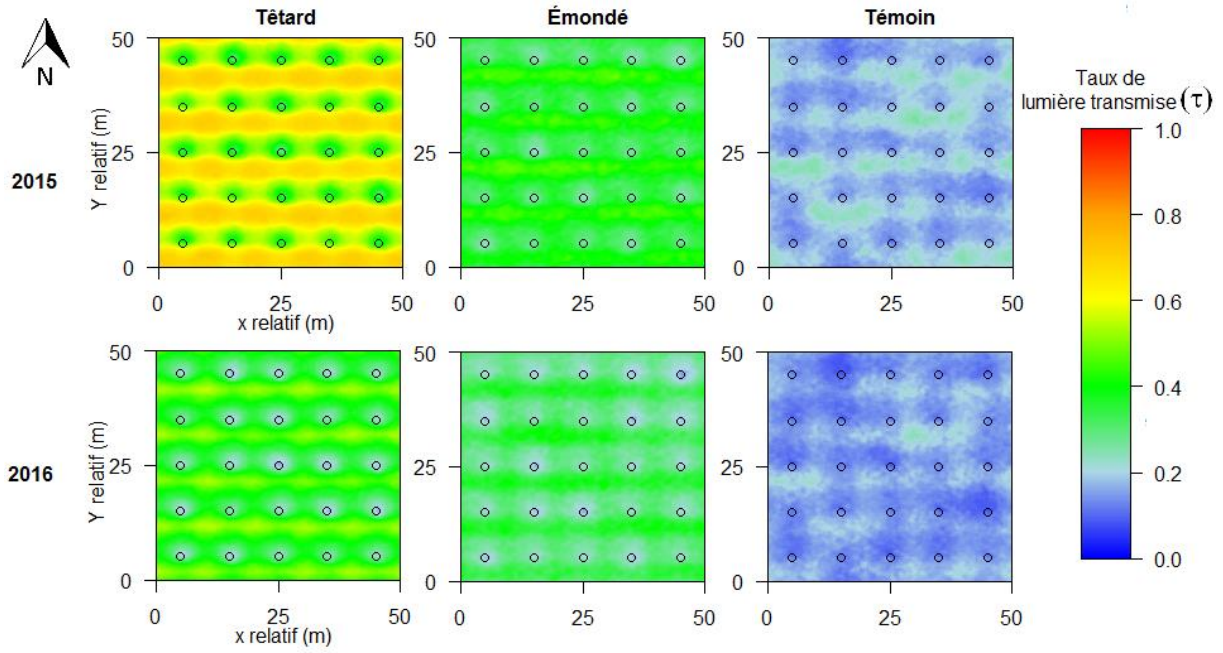


FIGURE 21 - SIMULATIONS DU TAUX DE TRANSMISSION DE LA LUMIERE DANS DES PARCELLES VIRTUELLES HOMOGENES ET VIRTUELLEMENT INFINIES

Des expériences de simulation ont par ailleurs été réalisées sur ces parcelles virtuelles pour évaluer l'effet des conditions radiatives et de la latitude du site. Les résultats obtenus montrent que, si la quantité de lumière transmise sous les arbres évolue fortement entre début juin et fin août (Figure 22b), le taux de transmission de la lumière reste relativement stable (Figure 22a).

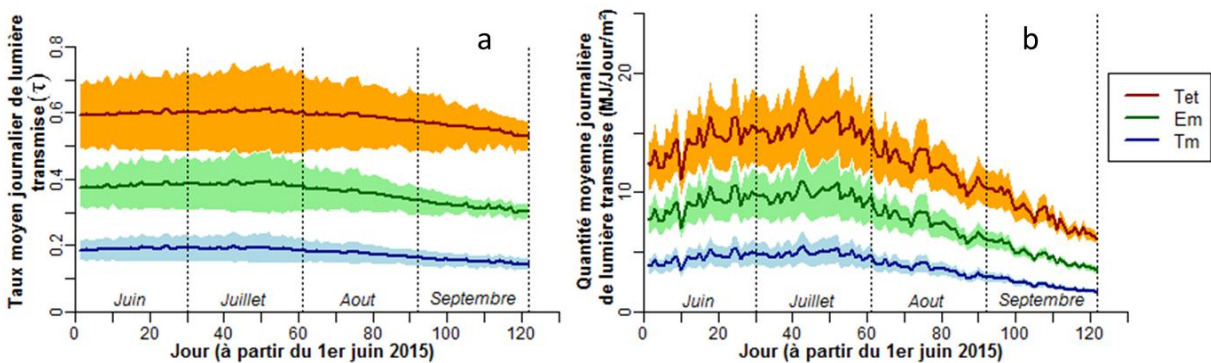


FIGURE 22 - TAUX DE TRANSMISSION DE LA LUMIERE SOUS LES ARBRES (A) ET QUANTITE DE LUMIERE TRANSMISE (B) EN FONCTION DE LA DATE. CES RESULTATS ONT ETE OBTENUS POUR DES DONNEES METEOROLOGIQUES JOURNALIERES.

De même, on constate que le taux de transmission de la lumière varie très peu avec la latitude (Figure 23a) alors que la quantité de lumière transmise varie fortement (Figure 23b).

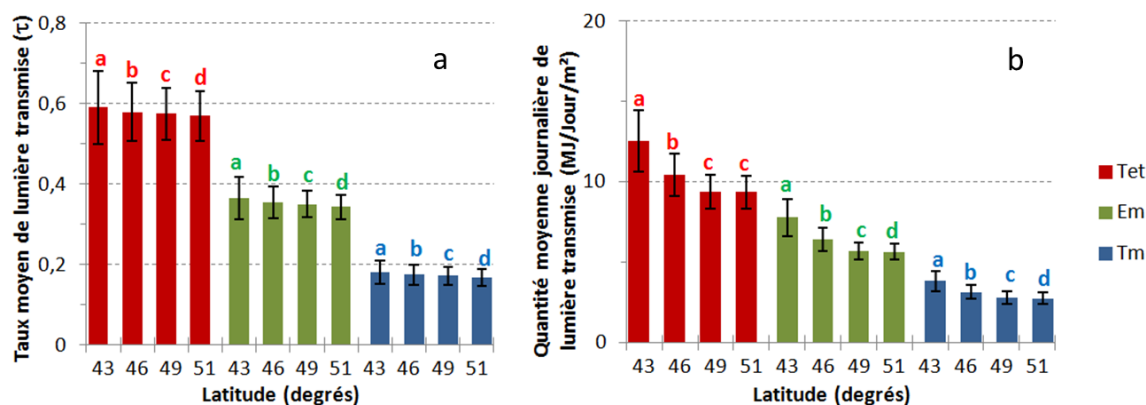


FIGURE 23 - TAUX DE TRANSMISSION DE LA LUMIERE SOUS LES ARBRES (A) ET QUANTITE DE LUMIERE TRANSMISE (B) EN FONCTION DE LA LATITUDE DU SITE. CES RESULTATS ONT ETE OBTENUS AVEC DES DONNEES METEOROLOGIQUES JOURNALIERES DE DIFFERENTES VILLES EN FRANCE.

Ces deux résultats montrent que, dès lors qu'on a calculé des taux de transmission pour une date et une latitude donnée, on peut extrapoler les résultats pour d'autres dates et d'autres lieux et se contenter de pondérer ces taux de transmission par la valeur du rayonnement incident pour obtenir la quantité de lumière transmise.

5. Perspectives 2018

La mise en évidence des conditions de compétitions lumineuses et de l'effet tampon sur les variations de températures et d'humidité relative, sont très importantes pour la suite du travail. En effet, les performances agronomiques des systèmes agroforestiers sont toujours le bilan entre des interactions parfois négatives (ici compétition lumineuses) et parfois positives (tamponner les excès climatiques).

Perspective 1 : De nouveaux scans lidar vont être réalisés dans la dernière semaine de juillet 2018, date à laquelle les couronnes d'arbres sont considérées comme ayant atteint leur développement maximal. Des scans seront ensuite réalisés chaque année en période estivale. Un suivi plus fin est également prévu pour suivre l'effet du développement des couronnes sur la transmission de la lumière en fonction des stades phénologiques (la planification de ces suivis reste à préciser).

Perspective 2 : Continuer l'acquisition de références sur les ambiances microclimatiques sous ces couverts arborés évolutifs d'année en année et dans des conditions climatiques aussi diversifiées que possibles. L'objectif étant à terme de s'approcher de l'intérêt de la présence de ces arbres dans le cadre des changements climatiques.

Perspective 2 : Tout l'enjeu, pour les années prochaines est de continuer à caractériser plus finement ces interactions aériennes, et de coupler leurs connaissances à celles des interactions souterraines de partage des ressources en eau et des nutriments. L'ensemble de ces processus étant interdépendants, une approche expérimentale conjointe est nécessaire (cf – action 2).

ACTION 2 – Etude du partage des ressources en nutriment en lien avec la pédofaune

Partenaires impliqués : INRA EMMAH, UMR ECO&SOLS

Rédacteurs : Claire Marsden, Camille D'Hervilly, Léa Cosset-Delapré, Yvan Capowiez, Isabelle Bertrand

1. Rappel de l'objectif

L'objectif de cette action est d'étudier l'impact des modalités de taille des arbres sur la fertilité des sols (composantes physiques, chimiques et biologiques). L'hypothèse sous-jacente étant que la taille des arbres influence les conditions microclimatiques en différents points de la parcelle ce qui peut modifier le fonctionnement biologique du sol et sa fertilité. Plus spécifiquement nous souhaitons regarder la dynamique spatiale et temporelle de la qualité des sols. Le gradient spatial considéré comprend un éloignement croissant de l'arbre tout en restant sous la ligne d'arbre, mais aussi un éloignement croissant de l'arbre sur une ligne perpendiculaire à ce dernier. La dynamique temporelle est abordée via une prise en compte des variations saisonnières, incluant au minimum trois saisons.

Nous proposons d'étudier :

- l'évolution de la qualité des sols en proposant une caractérisation des propriétés intrinsèques des sols (granulométrie, carbonates, carbone organique CEC...etc.), et des suivis annuels d'indicateurs biologiques et chimiques qui répondent rapidement aux modifications (biomasses microbiennes et de macrofaune, activités enzymatiques et cataboliques (MicroResp) en lien avec le potentiel de minéralisation de C, N et P).
- l'activité lombricienne à travers un suivi et un dénombrement des vers de terre au cours des saisons dans chacune des modalités, le prélèvement de colonnes de sol pour déterminer leur réseau de galeries.

2. Actions réalisées

a. Plan d'échantillonnage

Suite à deux visites sur le terrain (juin et octobre 2017) nous avons élaboré le plan d'échantillonnage décrit dans la Figure 24

Ce plan a été appliqué dans les modalités témoin, têtard et élagué dans la planche de tomates amendée avec du BRF. Le plan comprend pour chaque modalité, 6 positions différentes par rapport à l'emplacement d'un arbre, réparties en 2 transects allant du linéaire sous-arboré (LSA) vers le centre de la planche, et répliquées 4 fois : les positions P1 et P4 se trouvent sur le LSA, à 2 distances différentes de l'arbre, et P2, P3, P5 et P6 sont sur les buttes de culture à 2 distances différentes du LSA. Au total il y a donc 72 points d'échantillonnage.

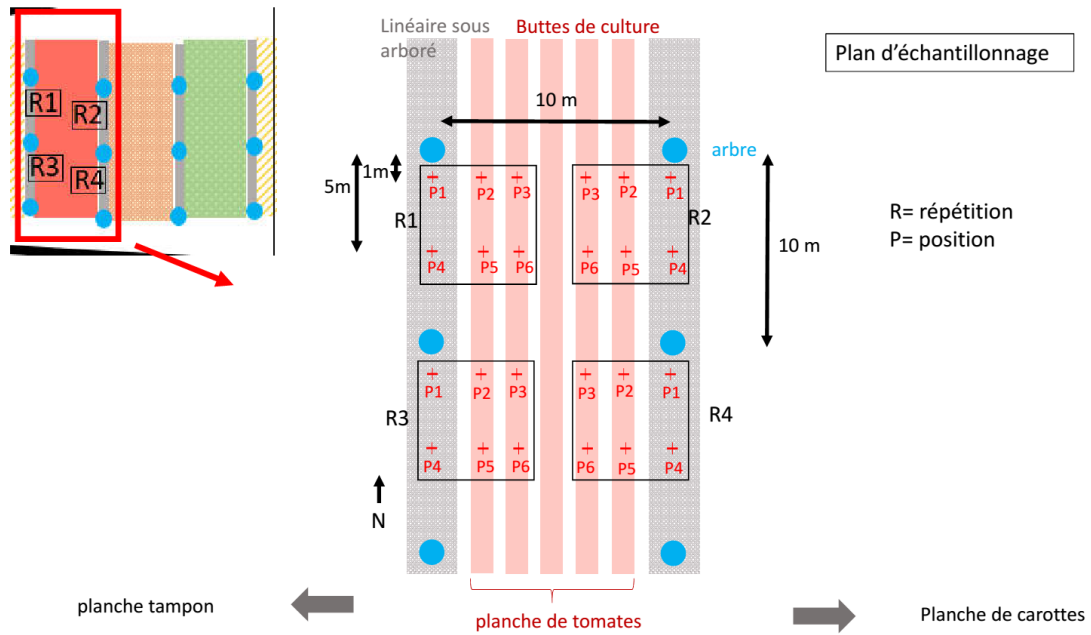


FIGURE 24 - SCHEMA DU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR UNE MODALITE.

b. Échantillonnage réalisé

Une première campagne d'échantillonnage (Eco&Sols et EMMAH) a eu lieu du 16 au 23 avril 2018, selon la méthode décrite dans la Figure 25. Cette campagne a permis de prélever, pour chacun des 72 points d'échantillonnage :

- La végétation et la nécromasse à la surface du sol
- La végétation souterraine (racines)
- La macrofaune du sol (vers de terre et autres organismes de la macrofaune)
- Un échantillon de terre pour analyses au laboratoire.

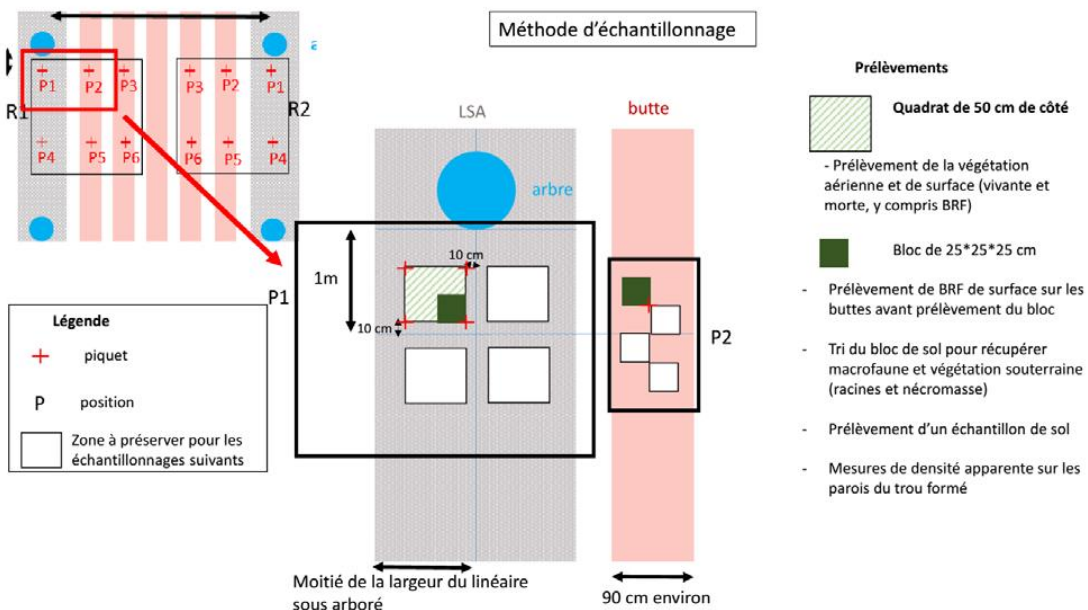


FIGURE 25 - DESCRIPTION DE LA METHODE D'ÉCHANTILLONNAGE SUIVIE EN AVRIL 2018. ON VOIT EN BLANC LES ZONES PRESERVEES POUR LES AUTRES PERIODES D'ÉCHANTILLONNAGE PREVUES EN JUIN ET A L'AUTOMNE 2018.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

En mai-juin 2018, des colonnes de sol intactes de 20 cm de profondeur ont été prélevées pour analyse tomographique, afin d'étudier la structuration biologique du sol par la macrofaune et en particulier les vers de terre, au niveau des mêmes 72 positions d'échantillonnage.

Enfin en mai 2018, 288 « litter bags » ont été posés au sol (4 filets par point) : il s'agit de filets de maille 0.5 * 0.5 cm, contenant chacun 10g de BRF prélevé sur le site en avril. Ces litter bags seront prélevés à 4 dates au cours de l'année et la masse restante de BRF sera quantifiée, afin d'évaluer la vitesse de disparition de l'amendement du fait de l'activité biologique du sol.

c. Premiers résultats

Les premiers résultats disponibles concernent les vers de terre, dont les échantillons frais ont été dénombrés, identifiés et pesés par Yvan Capowiez. Une analyse statistique préliminaire (ANOVA à 1 facteur) a été menée sur les données de masse par Léa Cosset-Delapré dans le cadre de son stage de master 2. La masse de vers par point est très variable, néanmoins on peut voir que la modalité de taille a un effet significatif, avec une masse plus importante dans la modalité têtard (Figure 26). La position par rapport à l'arbre a aussi un effet significatif, avec une masse plus importante dans les linéaires sous-arborés (Figure 27).

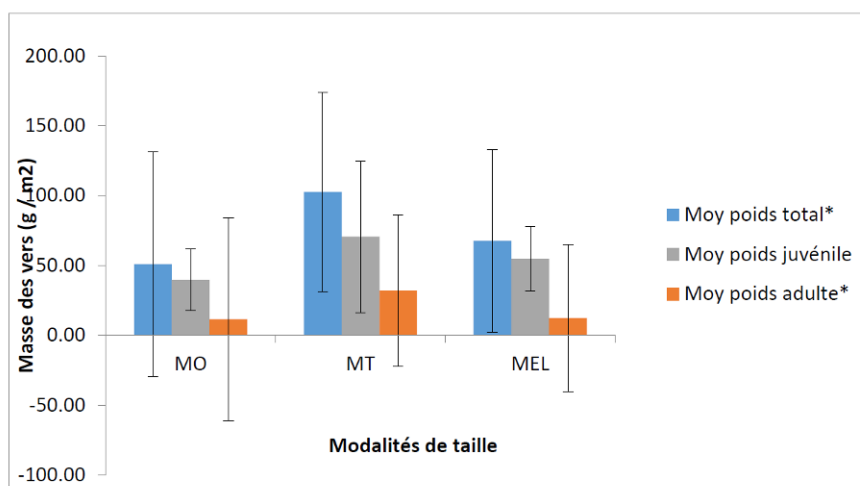


FIGURE 26 - MASSE DE VERS DE TERRE (JUVENILES, ADULTES ET MASSE TOTALE) PAR M2 DANS LES MODALITES TEMOIN (MO), TETARD (MT) ET ELAGUEE (MEL).

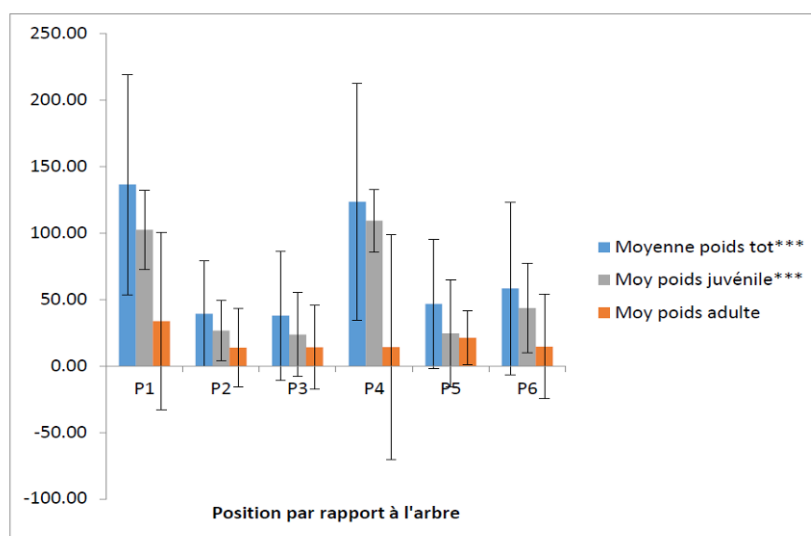


FIGURE 27 - MASSE DE VERS DE TERRE (JUVENILES, ADULTES ET MASSE TOTALE) EN G PAR M2 EN FONCTION DE LA POSITION PAR RAPPORT A L'ARBRE. LES POINTS P4 ET P6 SONT DANS LE LINEAIRE SOUS ARBRE.

3. Perspectives 2018/2019

Un autre échantillonnage est prévu d'ici la fin de l'année, probablement en Août ou Septembre mais cela dépendra des conditions météorologiques.

En 2019 nous terminerons les analyses et traiterons l'ensemble des données acquises

Dans le cadre de ce projet nous avons employé une stagiaire de M2 (Léa cosset-delapré, AgroCampus Rennes) du 12 mars 2018 au 12 septembre 2018

ACTION 2 – Etude du partage des ressources en eau

Partenaires impliqués et rédacteurs : Bruno Cheviron & Cyril Dejean - UMR G-Eau, Irstea Montpellier
bruno.cheviron@irstea.fr ; cyril.dejean@irstea.fr

1. Rappel des objectifs de l'action et résultats attendus

L'objectif de G-Eau dans le projet est l'étude d'un système agroforestier sous l'angle du bilan hydrique et d'une modélisation simplifiée de la croissance des plantes.

- Le bilan hydrique détaillé (tensiomètres, sondes à neutron, sondes TDR) de l'étage maraîchage est effectué sur les planches de tomates car cette culture est mieux décrite (et plus documentée) que les salades ou les carottes dans notre modèle. On cherchera à modéliser le développement des plants en fonction des indications obtenues sur les forçages climatiques locaux (pluie, température, rayonnement, demande climatique) et les stratégies d'irrigation, sachant que qu'au moins le rayonnement solaire diffère entre les différentes modalités de taille des arbres (têtards, émondés, élagués).
- Le bilan hydrique des arbres est suivi de manière plus succincte, en mesurant le flux de sève comme indicateur de la transpiration. L'hypothèse d'une concurrence pour la ressource hydrique entre l'étage haut et l'étage bas des cultures n'est pas forcément pertinente ici, en raison de la proximité de la nappe d'accompagnement du Gardon d'Alès. La principale interaction entre les arbres et le maraîchage devrait être l'effet du développement de la canopée sur le rayonnement transmis.

Cette étude est à mettre en parallèle avec l'implication de G-Eau dans l'étude des systèmes agrivoltaïques dynamiques, dans lesquelles des cultures prennent place sous des panneaux solaires orientables, dans des conditions d'ombrage fluctuantes et contrôlées.

2. Approche/méthode

L'étape de collection de données pour réaliser le bilan hydrique est un préalable nécessaire à la modélisation. La Figure 28 indique l'installation réalisée sur le site de Vézénobres, les différents capteurs implantés et la géométrie du système.

- Les arbres et leur modalité de taille sont indiqués par des carrés de couleur (kaki pour les "émondés", bleu pour les "têtards", rouge pour les "élagués").
- Les bandes grises indiquent des chemins d'accès.
- Les rectangles en rose indiquent les planches de tomates instrumentées pour les mesures de bilan hydrique, pour les trois modalités ombragées et en conditions témoin.
- Les parties centrales des différentes planches ont été choisies pour l'implantation de mesures de rayonnement, température du sol et teneur en eau du sol.
- Une rangée d'arbre a été équipée de capteurs de flux de sève pour chacune des trois modalités d'ombrage.
- Les données sont rapatriées à une centrale d'acquisition et de stockage des données collectées et le câblage a été conçu pour gêner le moins possible les travaux agricoles.

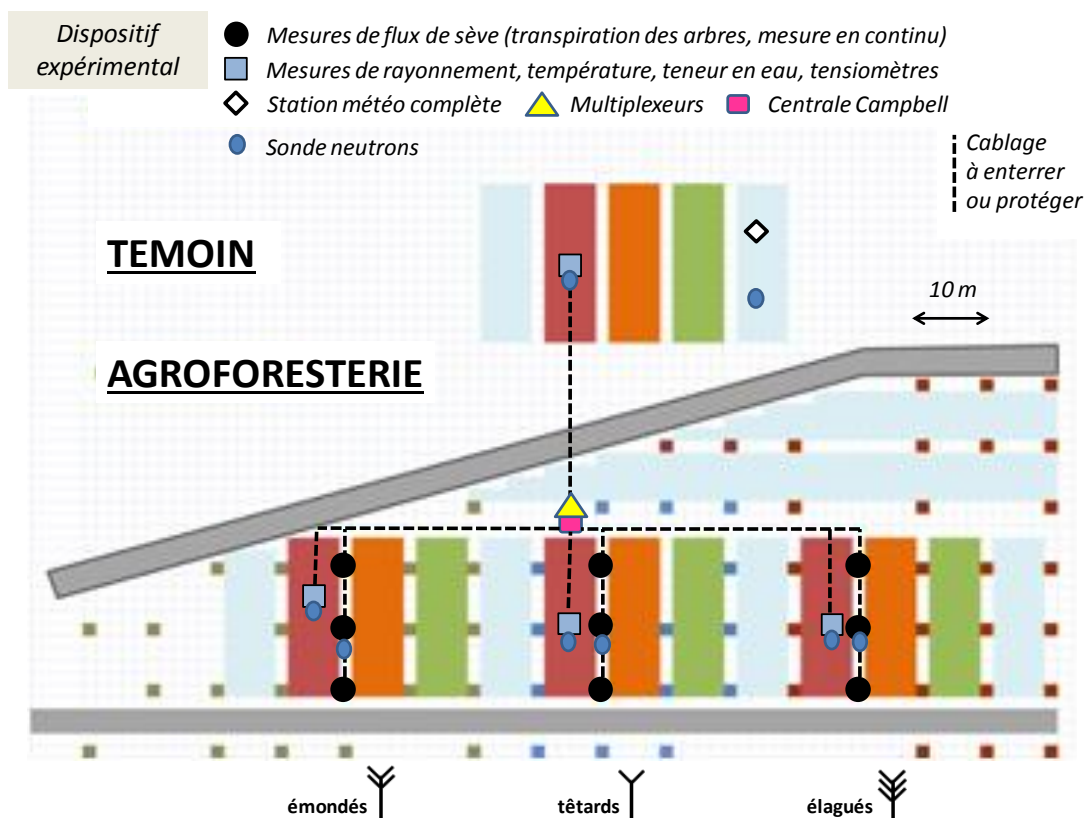


FIGURE 28 - INSTALLATION DE G-EAU SUR LE SITE DE VEZENOBRES. LES RECTANGLES EN ROSE INDIQUENT LES PLANCHES DE TOMATES, INSTRUMENTEES DE MANIERE A COMPARER LES EFFETS DES DIFFERENTES MODALITES DE TAILLE DES ARBRES AVEC LES CONDITIONS DU TEMOIN "PLEIN SOLEIL" (CF TEXTE POUR PLUS DE DETAILS).

a. Résultats obtenus/avancées

L'acquisition de données est en cours et les données seront analysées à l'issue de la saison culturale. Ces données constituent en tant que telles des indications sur le fonctionnement du système et la répartition spatiale de ses propriétés. Elles doivent aussi alimenter les modèles qui visent à reproduire la dynamique des systèmes agroforestiers et (peut-être) à aider à leur gestion.

b. Perspectives et calendrier

La première phase de collecte des données prendra fin à la récolte des dernières tomates, mais la plupart des équipements expérimentaux pourront rester à demeure jusqu'à la fin du projet. L'analyse des données (hors vérification "de routine") et leur inclusion dans la modélisation se fera à l'automne prochain.

ACTION 3 – Etude de la croissance, du développement et des performances agronomiques des cultures légumières

Partenaires impliqués : AGROOF SCOP, INRA PSH

Rédacteurs : Camille Béral, Hélène Gautier

1. Rappel de l'objectif

Comprendre le comportement des cultures maraichères en fonction des conditions agroforestières dans lesquelles elles se trouvent est important pour trouver les conditions optimums pour une production maraichère viable et durable.

Nos objectifs sont :

- d'évaluer la croissance, le développement et les performances agronomiques (rendement et qualité commercialisable) des tomates et salades en agroforesterie (étude réalisée par AGROOF SCOP).
- d'évaluer la qualité nutritive des fruits de tomates avec notamment des analyses de vitamines, sucres et autres indicateurs en fonction de leur condition d'ensoleillement (étude réalisée par l'INRA PSH).

2. Etudes menées sur la tomate

Depuis 2015 nous avons suivi la croissance, le développement et les performances agronomiques de deux variétés de tomates :

- La rose de berne : une variété tardive avec une bonne productivité
- La noire de Crimée : une variété précoce avec un productivité assez faible et une bonne résistance à la sécheresse

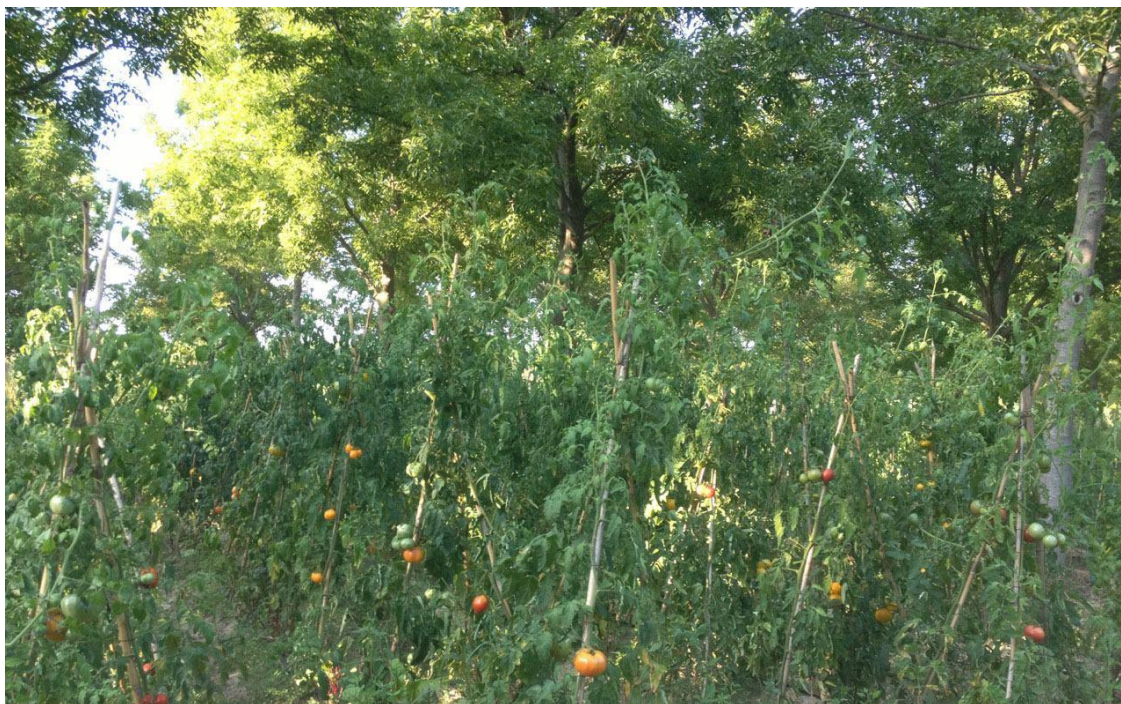


FIGURE 29 - PHOTOGRAPHIE DES TOMATES DANS LA MODALITE « ELAGUE » DES TERRES DE ROUMASSOUZE

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

a. Matériels et méthodes

Ces tomates ont été disposées dans chacune des modalités sur des buttes semi permanentes résultant d'un travail du sol très superficiel (bêchage et buttage avec intervention à 3cm de profondeur), et accompagné d'un paillage de Bois Raméal Fragmenté en 2015 et 2016, et de foin en 2017. Le désherbage était manuel. L'irrigation a été réalisée au « goutte à goutte » (environ 900L/buttes). En 2017, en raison d'une faim probable d'azote, Denis et Virginie ont apporté du fumier de volailles.

Indicateurs de croissance, de développement et de performances agronomiques

Sur 40 plants de tomates par variété et par modalité nous avons suivi les indicateurs suivants de manière hebdomadaire :

- Hauteur total et nombre d'entre nœuds (indicateurs de croissance des plantes)
- Stade phénologique, nombre d'inflorescences, nombre de boutons floraux (indicateurs de développement des plantes).

Enfin, à maturité, nous avons pesé et catégorisé chaque fruit produit pour obtenir la production brute, le rendement et la qualité commercialisable de chaque plant.

Evaluation de la qualité des fruits récoltés

Nous avons récolté des fruits de tomate à maturité sur des plants de deux variétés Rose de Berne et Noire de Crimée, cultivées dans différentes conditions, en fonction du niveau de taille des arbres (Tableau 4) et de leur position au niveau de chaque parcelle (les plantes au centre recevant plus de lumière que celles situées au bord).

TABLEAU 4 – CODIFICATION DES FRUITS POUR LES ANALYSES DE QUALITE

	Nom	Code
Niveau parcelle	Centre	C
	Bord	B
Variété	Rose de Berne	R
	Noire de Crimée	N
Modalité	Témoin	1
	Têtard	2
	Emondé	3
	Elagué	4

A la récolte, les fruits ont été caractérisés de façon individuelle : pesée, coloration externe (2 mesures diamétralement opposées), fermeté (2 mesures diamétralement opposées avec durofel) et teneur en solide soluble par réfratométrie sur le jus extrait de la chair (indice exprimé en degré brix). Pour chaque variété, une ACP a été réalisée sur ces caractères physiques, afin de voir si on pouvait discriminer les lots de fruits selon leur provenance.

Ensuite deux quartiers opposés par fruits ont été prélevés puis congelés, et broyés afin de caractériser leur composition biochimique. Une ACP sur les caractères physiques et la concentration en différents composés a été réalisée.

b. Principaux résultats

Sur la croissance, le développement et les performances agronomiques

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

Un impact de l'ombrage sur le développement des tomates : Plus il y a d'ombre, plus les tomates fleurissent tardivement (15 jours de décalage en moyenne entre la date de floraison en témoin et dans la modalité « élaguée ») et plus la date de première récolte est repoussée (10 à 20 jours de décalage).

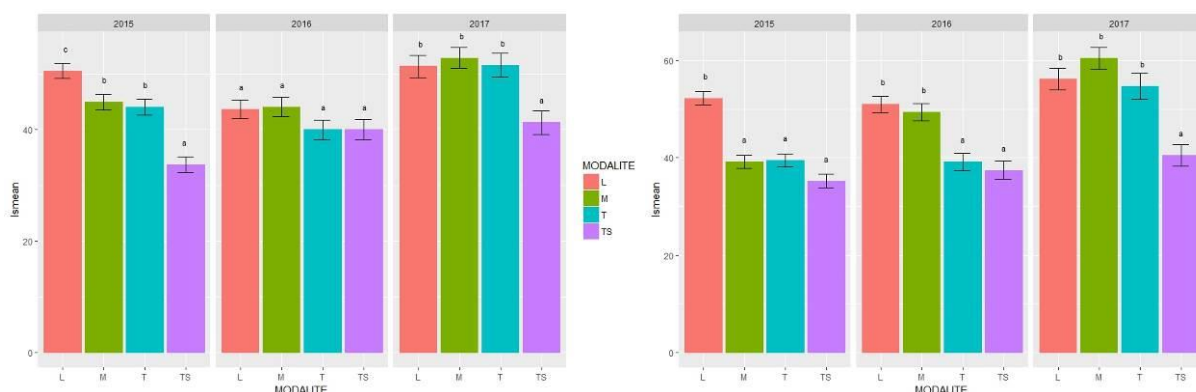


FIGURE 30 – NOMBRE DE JOURS MOYENS ENTRE LA DATE D'IMPLANTATION ET LA PREMIERE FLORAISON POUR LES TOMATES NOIRES DE CRIMEE A GAUCHE, ET ROSE DE BERNE A DROITE (BARRES D'ERREUR = ERREURS STANDARD)

Une durée de production de fruits plus longue dans les modalités les plus ensoleillées : Les modalités têtard et témoin produisent en moyenne 20 jours de plus que les modalités les plus ombragées.

Des plants de tomates plus étiolés avec l'ombre. Plus les tomates s'étioilent plus elles consacrent de l'énergie à produire de la biomasse verte, et moins elles en consacrent pour la production de fruits. Cet étiolement est surtout marqué dans la modalité « élaguée », la plus ombragée, où les plants de tomates peuvent faire jusqu'à 1m de plus que les plants de la modalité témoin.

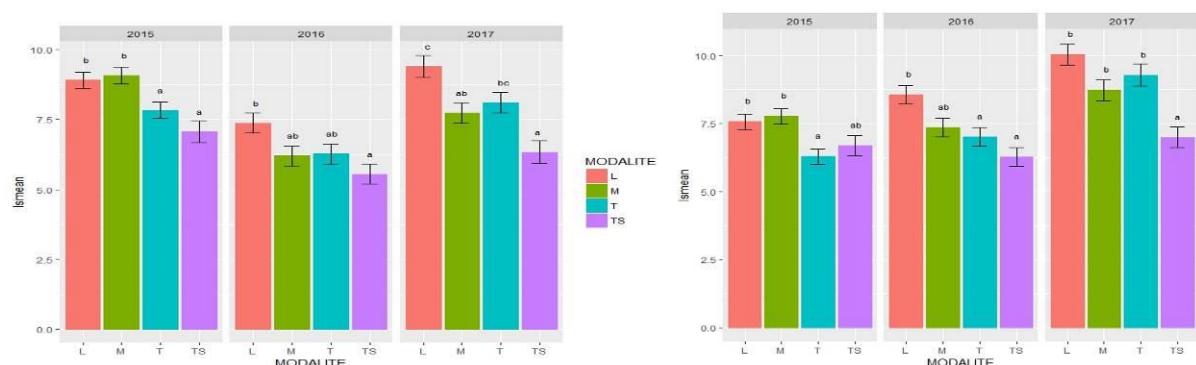


FIGURE 31 – LONGUEUR MOYENNE DES ENTRE-NOEUD (CM) POUR LES TOMATES NOIRES DE CRIMEE (GAUCHE) ET ROSES DE BERNE (DROITE) (BARRES D'ERREUR = ERREURS STANDARD).

Au-delà d'un certain seuil, l'ombrage impacte négativement le rendement des tomates. Pour la Rose de Berne, des rendements similaires ont été obtenus en modalité têtard et en témoin, tandis qu'ils étaient inférieurs dans les deux modalités les plus ombragées (émondée et élaguée). Notons cependant qu'en têtard il y a plus de fruits de qualité « extra » qu'en témoin, laissant supposer une valorisation plus importante de la récolte de fruits. Pour la Noire de Crimée, les rendements sont assez similaires d'une modalité à l'autre et d'une année à l'autre. En revanche la qualité des tomates est plus importante dans les modalités agroforestières.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

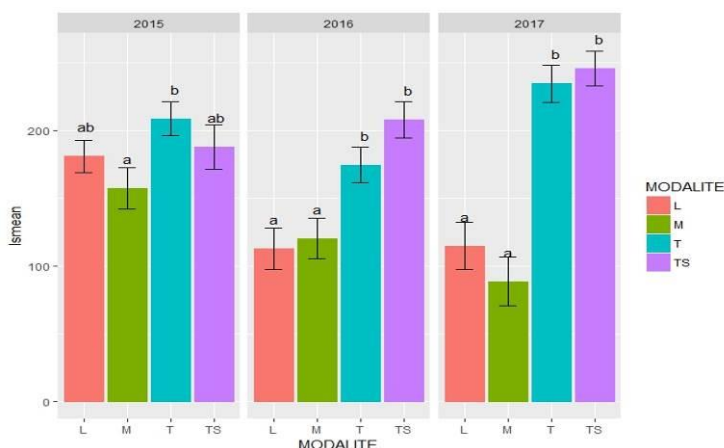


FIGURE 32 – RENDEMENTS MOYENS (G/PLANT) OBTENUS POUR LES TOMATES ROSES DE BERNE (BARRES D'ERREUR = ERREURS STANDARD).

L'ombrage et le microclimat créé par les arbres jouent sur la qualité des fruits et la survenue de défauts. Cependant, on observe des défauts de type de cat face et pique de punaise plus importants. La modalité têtard est celle qui se comporte le mieux avec une occurrence de défaut relativement faible comparé aux autres modalités. L'ensemble de ces différences sont plus ou moins marquées en fonction de la variété de tomates considérée.

Finalement, la modalité « têtard » dont l'ombrage a varié de 40% en 2015 à 60% en 2017 représente la modalité la plus intéressante du point de vue de la production de tomates. Si on récapitule, dans cette modalité, le retard phénologique n'était pas aussi marqué que pour les modalités les plus ombragées. La durée de production et les rendements étaient similaires au témoin, mais les fruits étaient globalement de meilleure qualité. Ce constat laisse supposer que dans le cas de ces deux variétés de tomates, l'intervention sur les houppiers des arbres avec une taille « têtard » aurait permis de diminuer la compétition lumineuse pour les cultures tout en gardant le bénéfice d'un microclimat.

D'autres facteurs peuvent entrer en jeu, notamment au niveau souterrain avec le bilan entre compétition racinaire et apport de fertilité par les arbres et c'est le lien que nous chercherons à approfondir dans le cadre de l'action 2.

Sur la qualité nutritive des fruits

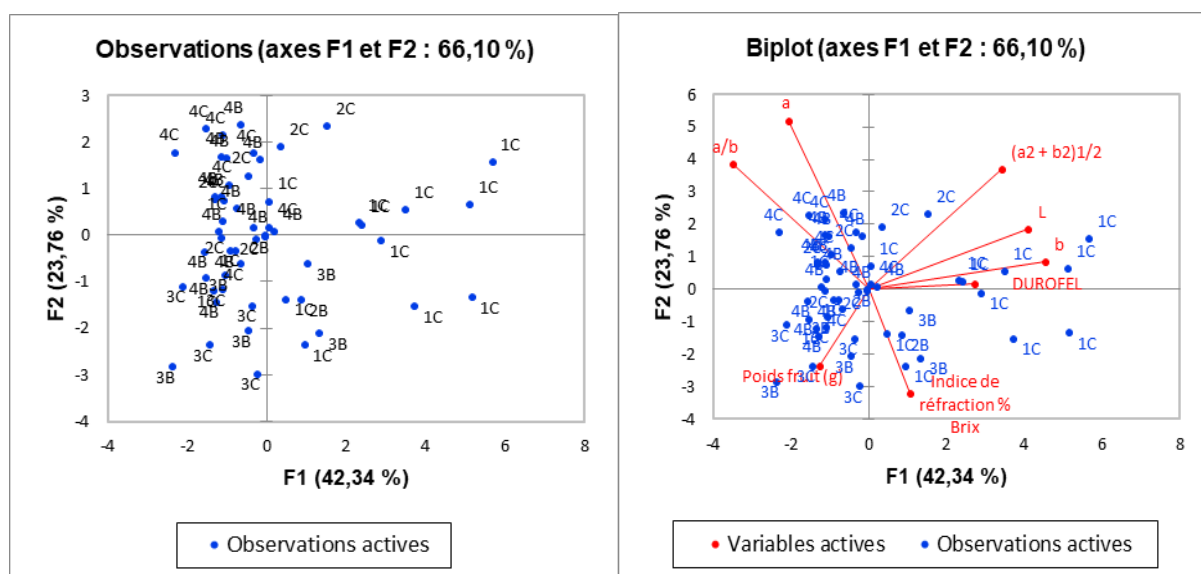


FIGURE 33 - RESULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES REALISEE SUR LES CRITERES DE QUALITE MESURES A LA RECOLTE SUR DES FRUITS DE LA VARIETE NOIRE DE CRIMEE.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

On voit que la fermeté des fruits (indice donné par le durofel) et les paramètres liés à la coloration externe des fruits (L variant du noir au blanc et le paramètre b variant du bleu au jaune et a /b) sont très discriminants entre les fruits témoins et les fruits ayant poussés sous ombrage. Le poids frais et l'indice de réfraction du jus exprimé en degré Brix seraient plus élevés pour les modalités d'ombrage 3 émondée comparées aux 2 et 4.

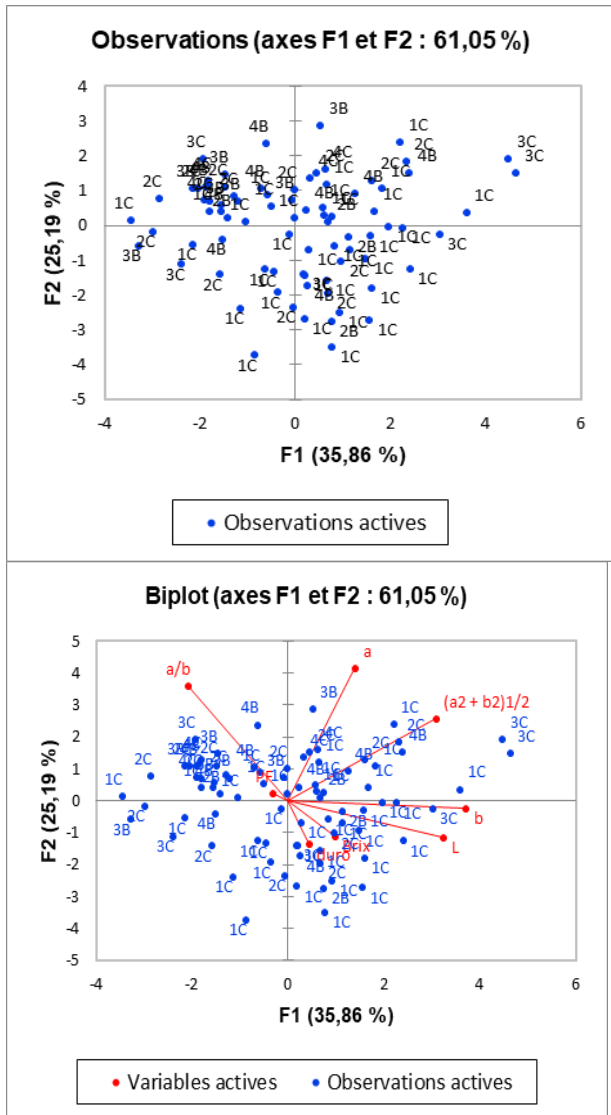


FIGURE 34 - RESULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES REALISEE SUR LES CRITERES DE QUALITE MESURES A LA RECOLTE DES FRUITS DE LA VARIETE ROSE DE BERNE.

On distingue moins clairement l'origine des lots de fruits en ne prenant en compte que leurs caractéristiques physiques externes. Les variables physiques externes les plus discriminantes des échantillons sont la luminance des fruits et le paramètre b ainsi que les variables a/b. On voit que la fermeté des fruits et la teneur en brix sont moins discriminants.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

sucres) avec un rapport sucre sur acide élevé qui est généralement corrélé avec une meilleure qualité gustative.

Ci-dessous les concentrations moyennes par traitement pour les fruits de Rose de Berne : on voit bien des différences entre traitement agroforesterie et entre les fruits récoltés sur les placettes bien éclairées par rapport à celles du bord. Des lettres différences sur une variable indiquent des différences significatives entre moyenne. Les noms de variables sont donnés dans la légende des figures 3 et 4.

g/100gMF	% MS	Su	glu	fru	SU Tot MF	CI MF	Ma MF	AC tot	SU AC
1C	6,108 c	0,079 c	1,414 b	1,724 c	3,217 c	0,313 a	0,027 a	0,340 a	9,507 b
3C	5,878 bc	0,062 b	0,994 a	1,141 a	2,196 ab	0,453 b	0,056 c	0,509 c	4,342 a
2C	5,879 bc	0,060 b	1,224 ab	1,399 b	2,683 b	0,386 ab	0,034 ab	0,420 bc	6,380 a
4B	5,233 a	0,034 a	1,008 a	1,126 a	2,168 a	0,388 ab	0,049 c	0,437 bc	5,025 a
3B	5,654 ab	0,046 ab	1,061 a	1,196 ab	2,303 ab	0,316 a	0,042 bc	0,358 ab	10,040 b
2B	5,200 a	0,042 a	1,006 a	1,068 a	2,117 a	0,373 ab	0,055 c	0,428 bc	4,945 a
4C	5,272 a	0,037 a	1,012 a	1,117 a	2,166 a	0,395 ab	0,045 bc	0,440 bc	4,985 a
Pr > F(trait)	< 0,0001	< 0,0001	0,001	< 0,0001	< 0,0001	0,021	0,000	0,009	0,009
Significatif	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

mg/kgMF	CAG	chloro	CAD1	CAD2	Ru MF	NC MF	C chloro	KRU MF	Pheno tot
1C	5,610 a	54,467 b	9,401 c	4,789 c	63,470 b	3,503 b	9,846 d	1,843 bc	152,928 c
3C	8,528 b	43,563 b	7,655 bc	4,228 bc	30,376 a	0,000 a	9,361 cd	2,328 c	106,039 b
2C	6,278 ab	25,613 a	5,039 ab	2,902 ab	26,618 a	0,000 a	7,865 bcd	1,644 ab	75,958 ab
4B	5,825 ab	21,083 a	3,992 a	2,387 a	19,736 a	0,000 a	6,481 abc	1,707 abc	61,211 a
3B	5,774 a	23,080 a	4,297 a	2,473 ab	24,099 a	0,315 a	6,822 abc	1,219 a	68,080 ab
2B	6,050 ab	19,339 a	3,704 a	1,968 a	20,430 a	0,000 a	4,932 a	1,300 ab	57,724 a
4C	4,602 a	14,480 a	2,930 a	1,776 a	16,796 a	0,000 a	5,316 ab	1,583 ab	47,484 a
Pr > F(trait)	0,157	< 0,0001	< 0,0001	0,000	< 0,0001	0,001	0,001	0,031	< 0,0001
Significatif	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

	Vt MF mg/ 100gMF	Vr MF mg/ 100gMF	red/tot	MSs g/ 100gMS
1C		25,612 c	24,314 c	0,955 c
3C		13,711 ab	11,263 ab	0,822 a

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

2C	14,459 ab	12,941 b	0,893 b	0,472 ab
4B	10,881 a	9,558 a	0,878 ab	0,501 b
3B	16,262 b	13,335 b	0,825 a	0,529 b
2B	13,824 ab	11,947 ab	0,864 ab	0,511 b
4C	10,803 a	9,182 a	0,848 ab	0,506 b
Pr > F(trait)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,003
Significatif	Oui	Oui	Oui	Oui

Ci-dessous les données pour les fruits de la variété Noire de Crimée :

g/100gMF	% MS	Su	glu	fru	SU Tot MF	CI MF	Ma MF	AC tot	SU AC
1C	5,413 bc	0,060 b	0,974 b	1,387 c	2,421 c	0,281 a	0,029 a	0,310 a	7,859 c
3B	5,669 c	0,055 b	1,038 b	1,199 b	2,292 bc	0,372 b	0,046 bc	0,418 b	5,535 b
2C	5,368 bc	0,045 ab	0,873 ab	1,110 ab	2,027 ab	0,361 b	0,040 b	0,401 b	5,062 ab
4B	4,843 ab	0,031 a	0,795 a	0,943 a	1,768 a	0,380 b	0,045 bc	0,425 b	4,198 a
3C	5,377 bc	0,045 ab	0,960 ab	1,111 ab	2,116 abc	0,364 b	0,056 c	0,420 b	5,062 ab
4C	4,603 a	0,027 a	0,778 a	0,916 a	1,720 a	0,330 b	0,045 bc	0,375 b	4,614 ab
2B	5,035 abc	0,040 ab	0,803 ab	0,942 a	1,784 a	0,361 b	0,051 bc	0,413 b	4,332 ab
Pr > F(trait)	0,038	0,004	0,077	< 0,0001	0,003	0,001	0,000	0,000	< 0,0001
Significatif	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

mg / kg MF	CAG	chloro	CAD1	CAD2	Ru MF	NC MF	C chloro	KRU MF	Pheno tot
1C	6,169 a	86,312 b	11,367 b	5,235 b	165,921 b	5,332 b	10,912 c	2,625 b	293,871 b
3B	5,594 a	19,893 a	3,485 a	1,938 a	18,711 a	0,000 a	6,487 ab	0,383 a	56,490 a
2C	6,794 a	32,867 a	4,800 a	2,778 a	22,311 a	0,000 a	8,451 bc	0,305 a	78,307 a
4B	5,369 a	13,617 a	3,383 a	2,673 a	21,460 a	0,176 a	6,148 ab	0,462 a	53,288 a
3C	6,678 a	13,870 a	1,992 a	1,033 a	12,973 a	0,000 a	5,232 a	0,000 a	41,778 a
4C	4,436 a	11,452 a	2,580 a	1,982 a	15,168 a	0,200 a	5,113 a	0,405 a	41,337 a
2B	4,435 a	13,966 a	1,966 a	1,158 a	7,035 a	0,000 a	4,683 a	0,000 a	33,244 a
Pr > F(trait)	0,313	< 0,0001	< 0,0001	0,000	< 0,0001	0,016	0,000	0,000	< 0,0001
Significatif	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

g/100gMF	Vt MF	Vr MF	red/tot
1C	31,069 b	26,119 b	0,844 abc
3B	16,751 a	15,083 a	0,900 cd
2C	14,008 a	11,317 a	0,805 a
4B	11,097 a	10,260 a	0,925 d
3C	15,903 a	14,027 a	0,882 bcd
4C	11,686 a	10,725 a	0,922 d
2B	10,755 a	8,866 a	0,827 ab
Pr > F(trait)	< 0,0001	< 0,0001	0,003
Significatif	Oui	Oui	Oui

Sur ces analyses préliminaires, il ressort que les fruits du témoin sont très différents de ceux des autres modalités, aussi bien sur les caractères physiques que sur leur composition biochimique. Cela va dans le sens d'une dégradation, a priori, de la qualité avec l'ombrage moins de sucres plus d'acides, moins de vitamine C et moins de composés secondaires (composés phénoliques). Peu de différences sont apparues entre les modalités agroforestières, probablement en raison du fait que les pourcentages d'ouverture de canopée n'étaient pas suffisamment discriminant. Ces résultats préliminaires pourraient changer en 2018, après intervention sur les houppiers. Nous pouvons toutefois nous poser la question de savoir si les fruits témoin sont représentatifs des fruits plus classiquement cultivés sans ombrage. Des conditions de stress hydriques pourraient expliquer leur forte concentration en composés sucres et vitamine C.

c. Perspectives

Poursuite de l'étude du comportement des tomates dans les différentes modalités : Après le premier cycle de 3 années d'expérimentation sur la Noire de Crimée et la Rose de Berne (calé sur le cycle de taille des arbres), nous avons fait le choix, dès 2018, de conserver la Rose de Berne, dans l'optique d'un suivi à long terme, d'arrêter l'étude de la Noire de Crimée, et d'introduire l'étude de la Cœur de Bœuf Rouge, en accord avec les choix des maraichers.

Approfondir l'étude de la qualité nutritive des fruits : Si l'année 2017 a permis de sortir des premiers résultats intéressants, l'année 2018 sera l'occasion d'approfondir cette étude en portant une attention particulière à ce que le témoin soit bien irrigué, récolter plus de fruits. Nous verrons également si lorsque les différences d'ombrage entre modalité sont au maximum, une discrimination s'opère sur la qualité des fruits.

La sélection variétale de légumes : Les agriculteurs des Terres de Roumassouze et de la Ferme du Boulidou, en partenariat avec l'INRA de Rennes et AGROOF, vont mettre en place une dynamique de sélection de semence sur les variétés que nous avons jusque-là étudiée. Il s'agira de sélection des graines de chacune des modalités pour les repiquées, l'année suivante, dans la même modalité. La croissance, le développement et les performances devront être suivies pour sélectionner les meilleurs plants par modalité. Cette sélection va durer 3 ans. La troisième année, les plants sélectionnés pour une modalité seront confrontés aux conditions des autres modalités de manière à voir leur comportement. Cette action est coordonnée par Véronique Chable de l'INRA de Rennes, grâce au soutien financier de l'Europe dans le cadre du projet LIVESEED. A terme nous espérons généraliser un processus de sélection et d'échange de semences maraichères adaptées à l'agroforesterie.

3. Etudes menées sur la salade

Les années 2015 et 2016 avaient été marquées par des échecs dans la conduite des deux variétés de salades que nous avons sélectionnées : Biscia Rossa et Blonde maraichère. De ce fait, en 2017, nous avons décidé de changer de variétés. Nous avons opté pour la Feuille de chêne et la Batavia Blonde.



FIGURE 37 - PHOTOGRAPHIE D'UNE BUTTE DE SALADE DANS UNE DES MODALITES AGROFORESTIERES DES TERRES DE ROUMASSOUZE

Dans chacune des modalités, nous avons suivi 12 salades par variété (soit 24 par modalité). Des suivis hebdomadaires portaient sur des indicateurs de croissance (hauteur et diamètre), de développement (stade phénologique) et de dégâts (appréciation à l'œil du pourcentage de dégâts d'origine biologique). Nous avons également noté toutes les salades consommées par les campagnols. Enfin, une mesure finale portait sur le poids et la qualité commercialisable. Nos résultats montrent que les salades des modalités les plus ombragées (« élagué » et « émondé ») ont présentées un décalage de maturité de l'ordre de 5 jours (par rapport à la modalité « têtard ») et de 15 jours (par rapport à la modalité témoin).

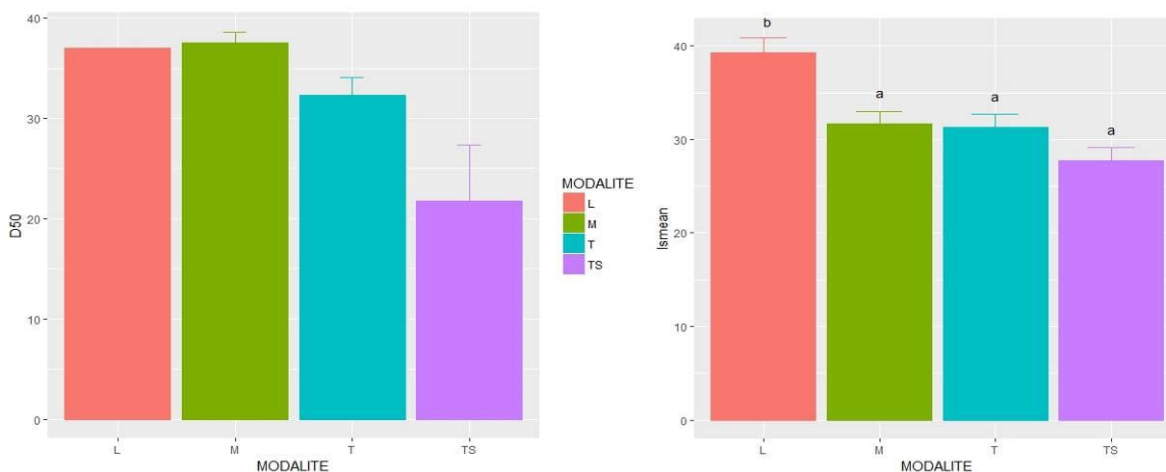


FIGURE 38 – NOMBRE DE JOURS MOYENS ENTRE LA DATE D'IMPLANTATION ET LE STADE PHENOLOGIQUE DE 50% DU DEVELOPPEMENT POUR LA BATAVIA BLONDE (GAUCHE) ET LA FEUILLE DE CHENE ROUGE (DROITE) (BARRES D'ERREUR = ERREURS STANDARD)

Par ailleurs, que ce soit pour l'une ou l'autre des variétés, les salades avaient un poids spécifique plus élevé dans les modalités têtard et témoin. Un ombrage trop important, ici supérieur à 60% de fermeture de canopée, a été délétère à la productivité des salades.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

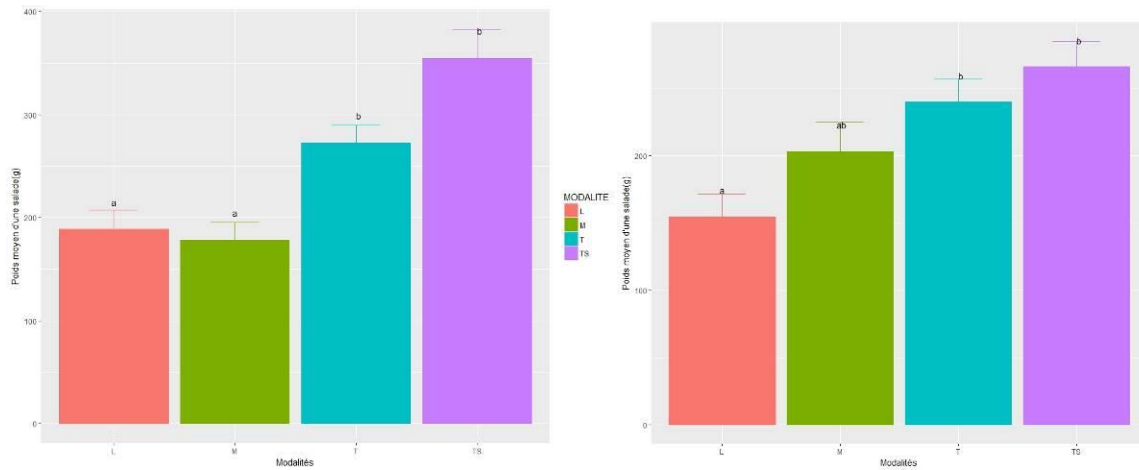


FIGURE 39 – POIDS SPECIFIQUES MOYENS DES BATAVIO BLONDE (GAUCHE) ET DES FEUILLES DE CHENE ROUGE (DROITE) DANS LES DIFFERENTES MODALITES SUR LES TERRES DE ROUMASSOUZE (BARRES D'ERREURS = ERREURS STANDARD)

Cette année, contrairement aux précédentes, les salades furent de bonne qualité sans dégâts dus aux limaces, généralement nul ou en tout inférieur à 1% de la biomasse totale de la salade. Les années antérieures cependant, même si nos rendements sur les salades ont été quasi – inexistantes en raison d'un stress azoté, nous avons observé une pression des limaces différentes en fonction des modalités : Les dégâts dus aux limaces étaient moins importants dans la partie témoin, laissant supposer une activité plus importante des limaces en agroforesterie (Lien avec ACTION 4).

En 2018, nous comptons réaliser une seconde année d'acquisition de référence sur le comportement des batavias blondes et feuilles de chênes rouge.

ACTION 4 - Etude de la régulation naturelle des bioagresseurs

Partenaires impliqués : AGROOF SCOP, IMBE, EMMAH

Rédacteur : Ambroise Martin-Chave – AGROOF SCOP

1. Objectif

Si les interactions aériennes et souterraines entre les arbres et les cultures impactent directement les performances des légumes, elles ont également un impact indirect en modifiant les interactions trophiques à l'œuvre entre les bio agresseurs et l'ensemble des auxiliaires susceptibles de les contrôler.

L'objectif est ici d'évaluer l'impact de la présence des arbres sur la biodiversité en lien avec la régulation naturelle des bio-agresseurs.

2. Bilan 2017

Les trois premières années de suivis de biodiversité sur le dispositif expérimental ont permis de dégager plusieurs résultats, notamment à travers la thèse d'Ambroise Martin-Chave, achevée en mai 2018 et des travaux conjoints d'Yvan Capowiez (INRA EMMAH) et Christophe Mazzia (IMBE). Le premier volet d'analyses a porté principalement sur les impacts microclimatiques de l'agroforesterie sur la structuration des communautés d'auxiliaires prédateurs du sol (Carabidae et arachnides).

En particulier, l'année 2017 a permis l'analyse de l'ensemble des données acquises sur le terrain. 4 études ont été réalisées dans le cadre de la thèse, afin de répondre à un questionnement général : Quels facteurs de régulation naturelle des bio-agresseurs par les cortèges de prédateurs généralistes dans un système maraîcher agroforestier biologique ? Et en particulier quels effets du microclimat ?

En premier lieu, la faune du sol a été échantillonnée durant 2 ans (non révolus), et les structures des communautés de Carabidae ont été analysées d'un point de vue taxonomique et fonctionnelle, au moyen de 5 traits écologiques. Les résultats montrent que la structure taxonomique est peu affectée, mais qu'à la fois l'activité-densité spécifique des espèces et les traits fonctionnels sont modifiés par le gradient d'ouverture du milieu. En particulier, la fermeture de la canopée du système agroforestier favorise les espèces ayant une affinité pour des milieux fermés et humides. Cependant, un grand nombre d'espèces dominantes (représentant plus de 80% des individus capturés) sont des espèces typiques de milieux agricoles (Figure 40). Une question de recherche qui en découle est l'effet du paysage sur la biodiversité des auxiliaires au sein des parcelles agroforestières.

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

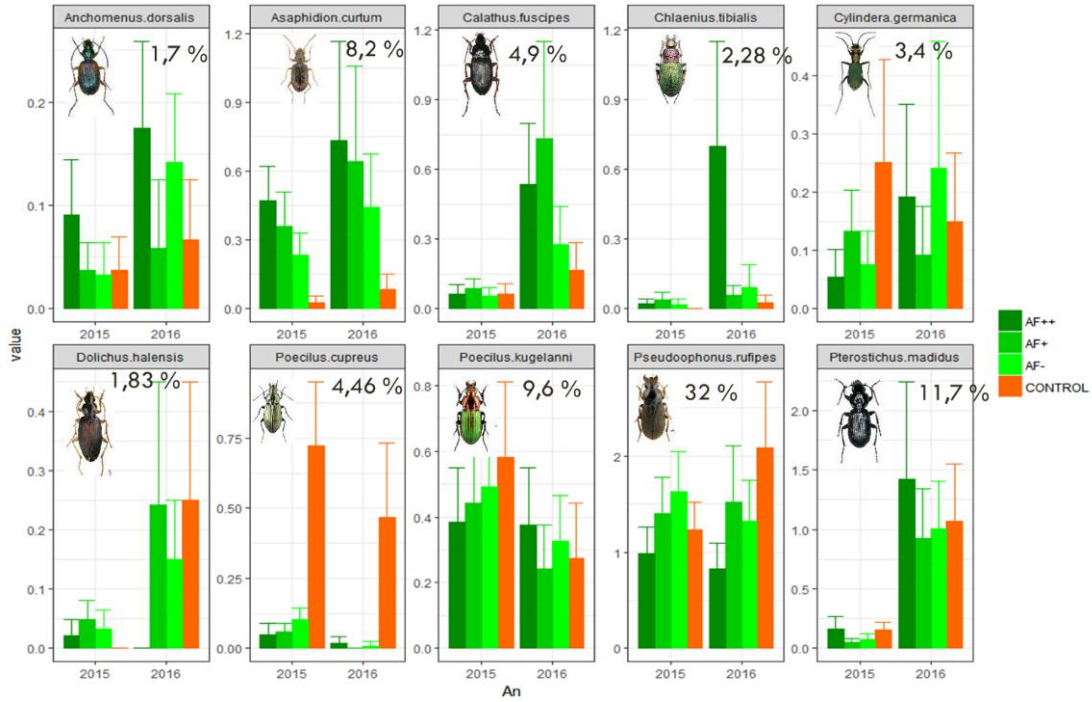


FIGURE 40 - ACTIVITE-DENSITE MOYENNES DES 8 ESPECES DE CARABIDAE DOMINANTES (> 80 % DES EFFECTIFS CAPTURES EN 2015 ET 2016). DES LETTRES DIFFERENTES INDIQUENT UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES MOYENNES POUR UNE MEME ESPECE (TUKEY, P=0.05).

Ensuite, l'activité journalière de deux prédateurs abondants a été caractérisée dans une période estivale chaude (juillet), et plus douce (septembre). Les résultats montrent qu'à la fois la saison mais également l'ouverture de la canopée peuvent modifier les rythmes journaliers de l'araignide (Figure 41) et du Carabidae les plus abondants à cette période (*Pardosa hortensis*, *Pseudoophonus rufipes*). Ces résultats restent parcellaires (en termes de périodes et espèces explorées) mais indiquent que l'ouverture de la canopée peut jouer un rôle dans les processus de régulation en augmentant ou diminuant l'activité-densité de certains auxiliaires à certaines périodes de la journée.

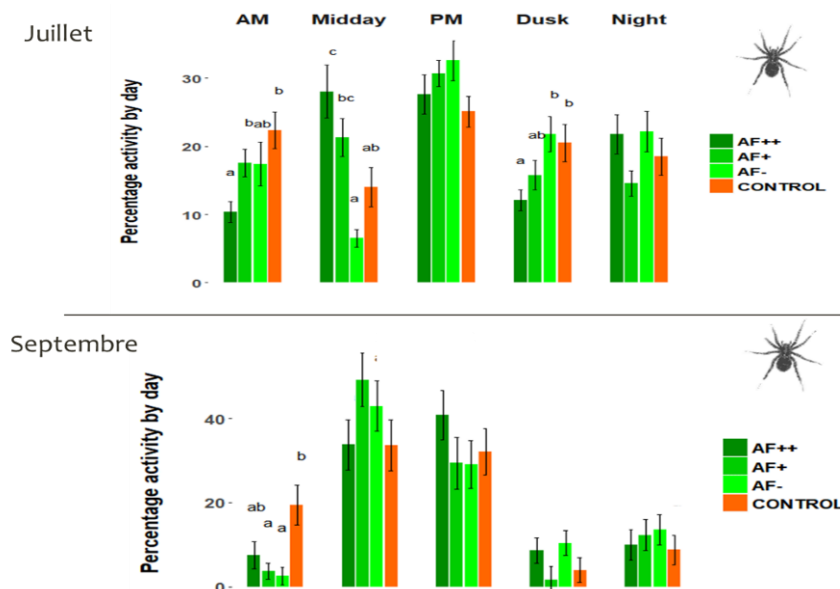


FIGURE 41 - ACTIVITE JOURNALIERE MOYENNE EN FONCTION DE LA MODALITE EXPERIMENTALES ET DU MOIS D'ECHANTILLONNAGE EN 2015 POUR L'ARAIGNEE PARDOSA HORTENSIS. DES LETTRES DIFFERENTES INDIQUENT UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES MOYENNES AU SEIN D'UNE MEME PERIODE (TUKEY, P=0.05)

Dans un troisième temps, le travail s'est focalisé sur le potentiel de prédation des prédateurs de la faune du sol, au moyen de cartes sentinelles de prédation à deux périodes estivales, juin et août. Les résultats montrent que sur au moins une période, le potentiel de prédation sur larves de lépidoptères (*Cydia pomonella*) est différent entre les traitements agroforestiers et le témoin (Figure 42). Ces différences sont probablement corrélées aux différences d'activité-densité et aux différences microclimatiques induites par les différences de couverts arborés. On retrouve ainsi jusqu'à près de 50% de prédation en plus en agroforesterie que dans le témoin au mois de juin.

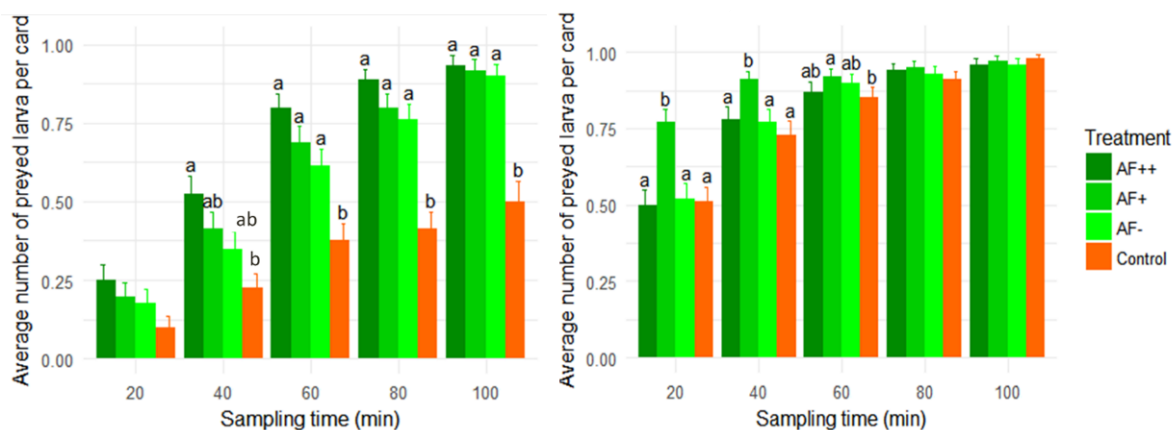


FIGURE 42 - NOMBRE MOYEN DE PROIES CONSOMMEES PAR CARTE SENTINELLE EN FONCTION DE LA MODALITE EXPERIMENTALES ET DE LA DUREE D'EXPOSITION EN 2016 (JUN 0 = 21H, JUILLET 0 = 21H30 DES LETTRES DIFFERENTES INDIQUENT UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES MOYENNES AU SEIN D'UNE MEME PERIODE (TUKEY, P = 0.05)

Dans un dernier temps, l'étude s'est focalisée sur une culture, la salade, et les dégâts causés par les limaces dans les différents traitements, sur les feuilles visibles. Plus de dégâts sous les arbres ont été constatés, malgré une activité-densité d'*Arion lusitanicus* et de *Deroceras reticulatum* non supérieures au témoin au mois de juin ou les dégâts ont fortement augmentés (Figure 43). Les méthodes utilisées (planches, pots pièges neutres et attractifs) ont présenté des efficacités différentes. Les planches ont piégé moins efficacement certaines espèces (*Deroceras reticulatum*) et notamment lorsque la température extérieure augmente, ce qui indique une inadéquation pour comparer des parcelles arborées et non arborées. Une des questions émergentes de cette étude est la place de la bande enherbée dans les déplacements des limaces de grandes tailles (*Arion lusitanicus*).

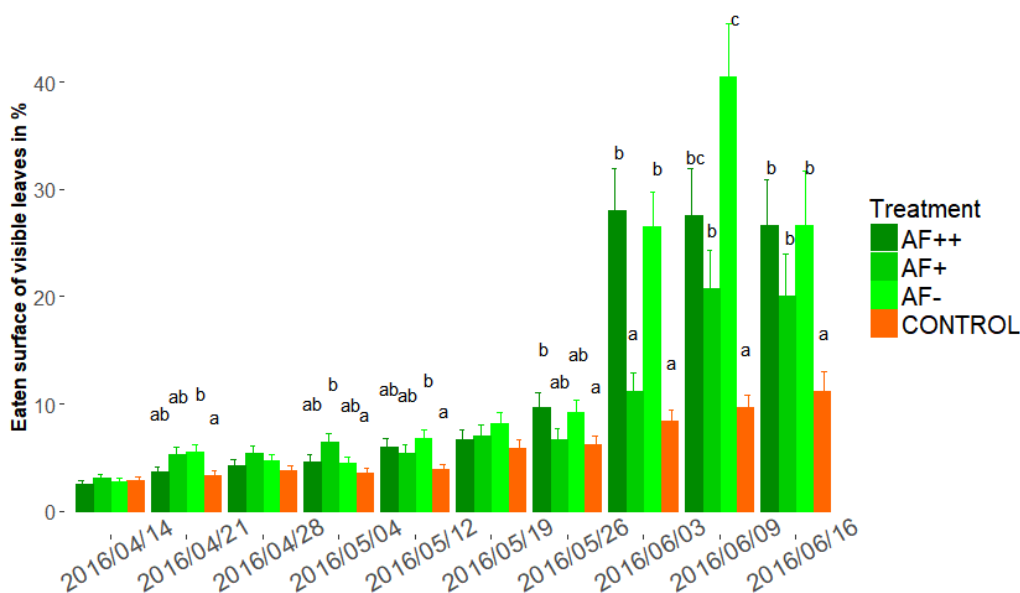


FIGURE 43 - % DE SURFACE DE FEUILLE CONSOMMEE PAR SALADE EN FONCTION DE LA MODALITE EXPERIMENTALES ET DE LA DATE, EN 2016. LES RECOLTES ONT EU LIEU DEBUT JUIN 2016. DES LETTRES DIFFERENTES INDIQUENT UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES MOYENNES A UNE MEME DATE (TUKEY, P=0.05)

3. Perspectives 2018

Les objectifs de l'action biodiversité pour cette nouvelle phase du projet sont de (i) comprendre comment les individus (auxiliaires et ravageurs de type limaces) se déplacent au sein des différents traitements entre bande enherbée et cultures, étudier l'influence de l'AF sur les communautés d'araignées épigées (ii), et (iii) d'étudier les dynamiques de punaises (punaises vertes principalement) sur les cultures de tomates ainsi que leurs prédateurs et parasites potentiels.

a. Descriptifs des actions et résultats attendus

Action (i)

L'action (i) répond à un aspect non exploré lors de la première phase du projet, car les communautés d'auxiliaires et de ravageurs ont été étudiées à l'échelle du traitement expérimental et les mouvements au sein de ces traitements n'ont pas pu être établis. Or, il est important de connaître le degré de porosité entre les différents compartiments composant les traitements. En Particulier, le rôle de la bande enherbée n'a pas été clairement établi. Permet-elle ou non une augmentation du nombre d'espèce et d'individus au sein des traitements ? Les individus se déplacent ils régulièrement d'un compartiment à l'autre ? Et quelles en sont les implications agronomiques ?

Les résultats attendus sont une caractérisation des mouvements et de leurs intensités à l'échelle du traitement. Ils doivent permettre d'éclairer les aspects potentiellement positifs ou négatif de la bande enherbée dans un système agroforestier, en étudiant l'utilisation des différents « compartiments agroforestiers » par les prédateurs arthropodes du sol et les limaces.

Action (ii)

L'action (ii) vise à étudier un compartiment de la faune auxiliaire qui n'a pas été abordé dans la première phase du projet. Outre les araignées du sol, les araignées épigées contribuent également activement à la régulation de nombreux arthropodes phytophages.

Les résultats attendus pour cette action sont la caractérisation taxonomique et fonctionnelle des araignées épigées en fonction de l'ouverture de la canopée. Leur contribution à la régulation des populations de punaises sera également étudiée.

Action (iii)

Cette action répond aux observations de terrain des suivis précédents, mettant en avant une forte abondance de punaise verte (*Nezara viridula*) (Fig) sur les cultures de tomates des traitements expérimentaux. Les punaises vertes engendrent des dégâts importants sur les fruits, qui sont dévalués voir non commercialisés si les dégâts sont trop importants. D'autres espèces de punaises (*Lygus* spp.) peuvent également entraîner la coulure des fleurs et entraîner des pertes de productions, en particulier en culture sous abris. Peu de références existent sur la gestion des punaises en culture de pleins champs, et il n'existe pas de solution de lutte homologuée pour le label AB.



FIGURE 44 - ILLUSTRATION DES DEGATS DE PUNAISES VERTES NEZARA VIRIDULA SUR CULTURE DE TOMATES EN SEPTEMBRE 2015.

L'objectif est de pouvoir identifier le potentiel de l'agroforesterie en système mature (à fort ombrage) en termes de lutte contre les dégâts de punaises. Les actions devront permettre l'identification de facteur(s) spécifique(s) à l'AF causant la réduction ou l'augmentation des dégâts. *In fine* les résultats seront l'objet d'une réflexion sur la mise en place de moyens de réduction des dégâts compatibles avec l'AF.

b. Approche méthodologique

Action (i)

Les mouvements des prédateurs épiqués au sein des modalités seront mesurés à l'aide de pots pièges directionnels, permettant de connaître la direction d'origine des individus. Ces suivis seront complétés par un marquage individuel journalier, ciblé sur les espèces dominantes. Le matériel utilisé ainsi que la pression d'échantillonnage restent à calibrer après les tests de terrain mais concerneront obligatoirement une bande enherbée et une culture au sein de chaque traitement.

Les éventuels mouvements des limaces depuis les bandes enherbées vers les cultures (salades) seront mesurés à l'aide d'observations visuelles, au moyen de caméra infrarouge. Des tests de terrain sont également prévus cette année pour calibrer l'échantillonnage.

Action (ii)

La diversité et l'abondance des arachnides épiqués sera mesurée au moyen d'observations visuelles. Outre les arachnides précédemment capturés au moyen de pots-pièges (donc la faune épiquée), nous allons mettre en place d'autres types de quantification pour pouvoir évaluer les arachnides présents également dans la végétation. Ces observations seront basées sur (i) de la chasse à vue et (ii) une mise en évidence du nombre et du type de toiles présents sur la végétation (à l'aide d'un micro-asperseur) (Figure 45). Le type de toile et ses caractéristiques permettront de renseigner sur le

groupe fonctionnel d'araignées présents (et sur leur abondance, la toile étant une structure individuelle).



FIGURE 45. ILLUSTRATION D'UNE TOILE D'ARAIGNEE, RENDUE VISIBLE ICI PAR FOND NOIR POUR LA PHOTOGRAPHIE. LA TOILE OU L'OBSERVATION DIRECTE DE L'ARAIGNEE PERMET D'IDENTIFIER ET QUANTIFIER L'OCCURRENCE DES ESPECES AU SEIN DES DIFFERENTS TRAITEMENTS EXPERIMENTAUX.

Action (iii)

Les punaises seront échantillonnées de façon hebdomadaire durant la saison d'activité sur culture. Pour cela, un nombre fixe de plants de tomates sera inspectés par traitement afin de dénombrer le nombre d'individus par plant ainsi que le stade de développement.

Les éventuels œufs de punaises observés seront prélevés avant éclosion et stockés en laboratoire afin d'identifier les parasitoïdes (Hyménoptères) potentiellement présents sur la parcelle. Des individus adultes feront également l'objet d'un prélèvement (non systématique) afin de déceler la présence éventuelle de parasites tachinaires (*Trichopoda pennipes*), après stockage et élevage en laboratoire. Un éventuel taux de parasitisme sera ainsi établi par traitement, ou pour l'ensemble des modalités expérimentales en absence de résultats forts.

c. Organisation du travail

Cette année est destinée principalement à la mise en place des protocoles et à la réalisation de la bibliographie. Deux synthèses bibliographiques sur les dispositifs de pièges directionnels ainsi que sur la biologie de la punaise verte et de ces ennemies naturelles sont en cours d'élaboration. Les premiers suivis de punaises sont engagés au mois de juillet 2018.

TABLEAU 5 - CALENDRIER DES ACTIONS POUR 2018

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

		2018							
ACTION	TACHES	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
(i) Barbers directionnels	<i>Bibliographie</i>								
	<i>Tests & élaboration protocoles</i>								
	<i>Analyse & Rédaction</i>								
(ii) Aracnides épigés	<i>Chasse a vue</i>								
	<i>Comptage de toiles</i>								
	<i>Analyses & Rédaction</i>								
(iii) Punaises	<i>Bibliographie</i>								
	<i>Suivis des punaises</i>								
	<i>Echantillonnage parasitoïdes</i>								
	<i>Analyse & Rédaction</i>								

ACTION 5 - Evaluation des performances technico-économiques des systèmes agroforestiers maraichers

1. Objectif et résultats attendus

Au-delà des études menées à l'échelle des parcelles, sur les interactions entre les arbres et les cultures, notre objectif dans ARBRATATOUILLE est également de mener une analyse du fonctionnement technique, socio-économique et agronomique d'exploitations maraichères intégrant l'agroforesterie depuis plus d'une dizaine d'années.

Nous espérons en tirer :

- Une compréhension fine du fonctionnement des systèmes des trois maraichers impliqués dans le projet à travers un bilan socio-technico-économique.
- Une évaluation des performances socio-économiques de ces systèmes
- Des propositions de scénarios agroforestiers innovants et performants

2. Activités réalisées

Le fonctionnement des trois fermes partenaires du projet a été caractérisé en 2015 par AGROOF SCOP avec l'appui d'une stagiaire (Kathy Jaffredo).

Cette caractérisation nous a permis de :

- Etudier l'organisation du système de production et des systèmes de culture
- Etudier l'organisation du travail du système de production et les interactions entre la production maraichère et la gestion des arbres
- Etudier la rentabilité économique des systèmes de production
- Identifier les règles de gestion et les règles de décision des systèmes

Par ailleurs, les données technico-socio-économiques au cours des campagnes maraichères de 2015, 2016 et 2017 ont été recueillies chaque année grâce à des outils de suivi papier et informatiques.

3. Résultats obtenus

Au-delà de la caractérisation de ces trois sites (une synthèse sous forme de diaporama est disponible en annexe 1), le travail mené en 2015 avec l'appui de Kathy Jaffredo nous a permis de lister les atouts et contraintes apportés par les arbres. Ce premier constat a permis d'orienter nos travaux de recherches expérimentales (objectif 2), et guider aussi une somme d'observations empiriques que les agriculteurs sont en mesure de discuter lors des formations (objectif 3).

THEMATIQUE	ATOUS	CONTRAINTES
SOCIO- ECONOMIQUE	« Diversification des productions sur une même surface ».	
	« Image auprès des clients »	
QUESTION	Quelles performances économiques pour ces systèmes ? Quelles stratégies de valorisation ? (Objectif 1)	

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

RENDEMENTS	« Certains légumes et cultures sont autant voire plus productifs en agroforesterie : concombre, pomme de terre, betterave, blé. »	« L'ombrage semble être un frein au développement de certaines cultures notamment les légumes fruits (tomates, courges...etc.) »
		« Manque de connaissances sur les interactions et la gestion des interactions »
QUESTION	Comment se comportent les légumes sous les arbres ? Comment optimiser les interactions entre arbres et cultures pour limiter les compétitions ? (Objectif 2)	
BIODIVERSITE	« Moins d'adventices »	« Plus de dégâts dû aux limaces »
	« Importance des bandes enherbées au pied des arbres pour la biodiversité ou des petites productions »	
QUESTION	De quelle manière la présence de ces alignements d'arbres affecte les prédateurs généralistes de ravageurs ? (Objectif 2)	
TECHNIQUE	« Moins d'irrigation »	« La présence d'arbres peut compliquer certaines interventions : récolte, traitements »
	« Confort de travail »	
QUESTION	Comment concevoir et gérer des systèmes agroforestiers ? Quelles innovations peut-on imaginer ? (Objectif 3)	

4. Perspectives 2018

Réaliser une synthèse diffusable du travail de 2015 sur la caractérisation du fonctionnement de ces 3 systèmes maraichers.

En se basant sur les éléments technico-économiques et les suivis agronomiques de l'action 3, nous procéderons à une analyse des performances techniques et socio-économiques des systèmes maraichers. A partir de cette analyse, nous proposerons des scénarios innovants qui pourront alors nourrir nos formations professionnelles.

ACTION 6 - Valorisation du projet et des résultats

1. Rappel de l'objectif

L'objectif est ici de communiquer et de valoriser notre travail auprès des agriculteurs en leur apportant des éléments de réflexions concrets, basés sur les systèmes des agriculteurs partenaires du projet, de manière à comprendre et piloter au mieux leur propre système agroforestier.

En trois années d'expérimentation, le projet ARBRATATOUILLE a consacré peu de temps à une large diffusion du projet et de ses actions. C'est sur cette action de diffusion que nous avons aussi largement sollicité d'autres fondations pour leur soutien dans la réalisation d'un plan de communication plus ambitieux.

2. Bilan de nos actions de communication et perspectives

a. Actions à destination du grand public

Actualiser la brochure du projet

En 2016, nous avons édité une brochure disponible en téléchargement à cette adresse :

<http://arbratatouille.projet-agroforesterie.net/>

En raison de l'évolution du partenariat du projet et de ces actions nous prévoyons, en 2018, d'actualiser cette brochure.

Site Internet

Ce site sera réalisé en 2018. Il s'adressera principalement au monde agricole (agriculteurs, chercheurs, techniciens et enseignement agricole) et sera mis en service dès le début du projet. Il rendra compte des différentes tâches du projet dans leur évolution au fur et à mesure du temps. La création du site sera accompagnée par la réalisation du logo du projet et d'une charte graphique.

Vidéo de présentation du projet :

Cette vidéo sera réalisée en 2018. Sur un format court, cette vidéo rendra compte de l'originalité du projet ARBRATATOUILLE, de la diversité et de la complémentarité du partenariat réuni en son sein.

Un focus sera également fait sur la singularité du site expérimental principal, unique en France.

b. Actions à destination des agriculteurs

Formations à l'installation d'un projet agroforestier

Dans la continuité de l'année précédente, nous avons réalisé, en 2017, deux sessions de formation supplémentaires :

- **20 février 2017** : Formation longue de 5 jours. Le programme est présenté en annexe 1.
- **27 novembre 2017** : Formation longue de 5 jours. Le programme est présenté en annexe 2.



FIGURE 46 - PHOTOS DE FORMATIONS LONGUES REALISEES EN 2017

En 2017, ces formations suivaient un format Mixte Digital : en amont des 5 jours de formation en présentiel avec nos formateurs (AGROOF et agriculteurs), les apprenants (agriculteurs en cours d'installation en agroforesterie), avaient accès à une plateforme en ligne où 8h de cours vidéo leur étaient accessibles.

Cette plateforme, nommée ICOSYSTEME, est présentée sur le site ci-après : <http://www.icosysteme.com/nos-formations/agroforesterie-maraichage-arboriculture-ppam/>

Grâce à ce format, les stagiaires, une fois en présentiel, disposaient des bases nécessaires pour réfléchir concrètement leur propre projet, formuler des questionnements, et approfondir leurs connaissances au contact de nos formateurs.

Cette année, une vingtaine d'agriculteurs maraichers ont ainsi été accompagnés dans leur démarche agroforestière grâce à nos résultats de recherche et aux savoirs faire des agriculteurs partenaires.

Ces formations sont destinées à se poursuivre sur 2018.

Journée et réseau d'échanges

Un de nos objectifs de communication principal sur ARBRATATOUILLE II est de réaliser des journées d'échanges de manière à constituer un réseau d'échange plus vaste, voire, élargir notre réseau de recherche participative.

Ces trois premières années nous ont permises de créer une réelle démarche de recherche participative sur l'agroforesterie maraichère. Au-delà de leur valorisation et discussion lors de nos formations, nous souhaitons constituer un réseau d'échange avec les maraichers du Sud Est pour présenter et discuter des orientations du projet ARBRATATOUILLE. En 2018, le but serait de constituer et de fédérer un réseau en fonction des attentes des maraichers. A partir de 2019, nous pourrions envisager deux niveaux de réseau en fonction de leurs motivations : 1) un réseau d'échange et 2) un réseau de recherche participative. Cette action sera menée en Occitanie en lien avec des structures techniques partenaires de nos formations (CIVAM, Chambre d'Agriculture...etc.), mais également en PACA en lien avec Groupe Opérationnel Agroforesterie dont AGROOF est partenaire extérieur. Au niveau gardois, un contact a été engagé avec Quentin Bages (CA 30) pour l'organisation d'une journée de sensibilisation et découverte à destination d'agriculteurs gardois en cours d'installation.

c. Actions à destination de la communauté scientifique

Présentation du d'ARBRATATOUILLE au congrès International d'Agroforesterie à Montpellier en mai 2019.

Il est prévu, à l'occasion de ce congrès, une visite des Terres de Roumassouze. Ce sera l'occasion pour l'ensemble des partenaires de présenter les études menées dans le cadre du projet ARBRATATOUILLE, ainsi que la démarche du projet. En plus de la visite, des posters seront imaginés pour appuyer les discours.

Publications dans des revues scientifiques

Les études menées dans le projet ARBRATATOUILLE peuvent se valoriser dans différentes revues scientifiques, en fonction des thématiques abordées.

Chaque partenaire gère sa propre stratégie de publication. Un point devra néanmoins être fait sur les différentes revues ciblées.

Thèses

Thèse d'Ambroise Martin – Chave (AGROOF – INRA PSH) s'est terminée en mai 2018. Elle portait sur l'influence du microclimat agroforestier sur la régulation naturelle des bio-agresseurs. Elle sera disponible prochainement sur le site du projet ARBRATATOUILLE.

Thèse de Camille D'hervilly (INRA ECO&SOLS) portant sur le rôle du linéaire sous arboré et de ses modes de gestion sur la fertilité biologique et chimique des sols en système sylvoarable tempéré, est actuellement en cours, avec, entre autres, comme site support, les Terres de Roumassouze.

Visites diverses :

Le dispositif expérimental et participatif mis en place sur les Terres de Roumassouze est unique en France. Début 2018, ce dispositif bénéficie de 3 années de recul et la démarche participative mise en place est pleinement fonctionnelle.

L'ensemble des pratiques agricoles mises en place sont le résultat d'une réelle activité agricole et économique de Denis et Virginie Florès, donnant du poids aux expérimentations menées. Ce dispositif participatif par son ampleur, son originalité et sa démarche intéressent toujours plus le monde de la recherche.

En plus de l'intégration en 2017 de nouvelles équipes de recherche au projet (INRA-ECO&SOLS, CIRAD-AMAP, IRSTEA G-EAU), plusieurs échanges se sont engagés en 2017 :

- **9 mai 2017** : Visite d'une dizaine de chercheurs tchèques sur les Terres de Roumassouze à Vézénobres. Sur la demi-journée, ce fut l'occasion de découvrir l'état de la recherche et du développement de l'agroforesterie en République Tchèque et de leur présenter le projet ARBRATATOUILLE.
- **4 juillet 2017** : Réunion d'échange sur les Terres de Roumassouze avec Pierre-Eric Lauri, chercheur en agroforesterie fruitière à l'INRA UMR SYSTEM. Cette réunion fut l'occasion de faire mutuellement connaissance et de poser les bases d'une éventuelle future collaboration autour de l'agroforesterie fruitière, sujet intéressant à la fois AGROOF (forte demande en formation sur les fruitiers) et les agriculteurs qui ont mis en place un verger maraicher.
- **11 juillet 2017** : Accueil de l'Assemblée Générale de l'unité AIDA du CIRAD.
- **8 décembre 2017** : Visite de Véronique Chable et Antoine Cormery et lancement d'un travail commun et participatif sur la sélection variétale de légumes adaptés à l'agroforesterie ayant donné naissance à la collaboration étroite entre les projets ARBRATATOUILLE et LIVESEED.

d. Actions à destination de l'enseignement agricole

D'ici 2020, nous envisageons de questionner la dimension pédagogique que peuvent avoir les protocoles menés dans le cadre du projet ARBRATATOUILLE, tant sur les méthodes utilisées que sur la démarche participative ou encore les compromis d'échantillonnage. Cela s'adresserait principalement aux établissements de l'enseignement agricole qui ont mis en place sur leur site, des parcelles agroforestières à dimension expérimentale et pédagogique. Cela pourrait prendre la forme de fiches ou de vidéos **pédagogiques sur les protocoles** mis en œuvre dans le cadre du projet.

Cela serait également l'occasion de développer des protocoles parfois simplifiés, que nous pourrions diffuser sous une forme pédagogique dans le réseau des établissements de l'enseignement agricole. Par ailleurs, c'est un projet qui attire également beaucoup d'élèves ingénieurs/master souhaitant réaliser un stage de fin d'études. Ces protocoles seraient valorisés sur une plateforme de ressources gratuites en ligne.

Une réflexion collective, intégrant chercheurs et enseignants, doit être menée de manière à bien cerner les contours d'une telle valorisation.

COMPTE-RENDU FINANCIER 04/2017 – 03/2018

N° cpté	CHARGES / Dépenses	04/2017 à 03/2018	N° cpté	PRODUITS / Recettes	04/2017 à 03/2018
60	Achats, services extérieurs *		70	Ventes produits et services	
61				AGROOF	
62	Matériel AGROOF	120,82 €		INRA UR PSH	
	Frais de déplacements AGROOF	708,53 €		IMBE Université d'Avignon	
	Frais de fonctionnement AGROOF	11 707,79 €		CIRAD UMR AMAP	
	Prestations AGROOF	5 415,00 €		IRD UMR ECO&SOLS	
	Frais de fonctionnement INRA UMR PSH	4 809,58 €		INRA UMR EMMAH	
				IRSTEA	
				Sous-total vente et services	0,00 €
	Frais de fonctionnement CIRAD AMAP	23,10 €	74	Subventions de fonctionnement acquises (à détailler***) :	
	Frais de fonctionnement INRA ECO&SOLS	14,63 €		AGROOF	19 855,63 €
				INRA UR PSH	9 148,98 €
				IMBE Université d'Avignon	2 902,38 €
				CIRAD UMR AMAP	6 562,27 €
				IRD UMR ECO&SOLS	6 214,38 €
				INRA UMR EMMAH	
				IRSTEA	5 316,36 €
	Sous-total achats, services extérieurs	22 799,45 €		Sous-total subventions acquises	50 000,00 €
64	Charges de personnel			Cofinancements (fondation picard, terra symbiosis...etc.)	
	Salariés AGROOF	58 105,12 €		AGROOF	38 749,99 €
	Stagiaires AGROOF	0,00 €		INRA UR PSH	1 066,48 €
	Salariés INRA UR PSH	16 843,68 €		IMBE Université d'Avignon	
	Stagiaires INRA UR PSH	0,00 €		CIRAD UMR AMAP	
	Salariés CIRAD UMR AMAP	577,50 €		IRD UMR ECO&SOLS	
	Stagiaires CIRAD UMR AMAP	0,00 €		INRA UMR EMMAH	
	Salariés INRA UMR ECO&SOLS	0,00 €		IRSTEA	
	Stagiaires INRA UMR ECO&SOLS	365,75 €			
				Sous-total subventions demandées	39 816,47 €
	Sous-total charges de personnel	75 892,05 €		Total subventions	89 816,47 €

RAPPORT INTERMEDIAIRE ARBRATATOUILLE 2018

			75	Cotisations, dons	0,00 €
63, 65	Autres charges de gestion courante, Impôts et taxes			Produits divers (prestations de formation), autofinancement, salaires publics et produits constatés d'avance	
				AGROOF	17 451,64 €
				INRA UR PSH	11 437,80 €
				IMBE Université d'Avignon	-2 902,38 €
				CIRAD UMR AMAP	-5 961,67 €
				IRD UMR ECO&SOLS	-5 834,00 €
				INRA UMR EMMAH	
				IRSTEA	-5 316,36 €
	Sous-total autres charges	0,00 €		Sous-total autofinancement	8 875,03 €
66	Charges financières	0,00 €	76	Produits financiers	0,00 €
	Total charges	98 691,50 €		Total produits	98 691,50 €

ANNEXE 2 – Programme de la formation du 27 novembre au 1^{er} décembre 2017

Lundi 27 novembre	Mardi 28 novembre	Mercredi 29 novembre	Jeudi 30 novembre	Vendredi 1 décembre
FERME DE ROUMASSOUZE Vézénobres (Gard)	Gite Le Pré en Bulle Euzet (Gard)	FERME DE ROUMASSOUZE Vézénobres (Gard)	FERME LE BOULIDOU Cazilhac (Hérault)	FERME DE ROUMASSOUZE Vézénobres (Gard)
<p>VISITE (9 h 30 à 12 h 30)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accueil petit déjeuner • Présentation formation • Tour de table <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Daniele ORI 	<p>COURS MAGISTRAL EN SALLE (9 h à 12 h)</p> <p><i>Concevoir, concrétiser, gérer et valoriser son projet agroforestier</i></p> <p>Intervenant : Daniele ORI</p>	<p>ATELIER PRATIQUE DE TERRAIN (9 h à 12 h)</p> <p><i>La planter en agroforesterie</i> <i>Production et valorisation du Bois Raméal Fragmenté</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Daniele ORI 	<p>ATELIER PRATIQUE EN SALLE (9 h à 12 h)</p> <p><i>Conception participative des projets des stagiaires</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonia GUERIN • Odile SARRAZIN • Daniele ORI 	<p>ATELIER PRATIQUE EN SALLE (9 h à 12 h)</p> <p><i>Conception participative des projets des stagiaires</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Fabien LIAGRE
<p>COURS MAGISTRAL (13 h 30 à 17 h 30)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bilan des cours en ligne (Définition des attentes) - Présentation des résultats du projet de recherche participative ARBRATATOUILLE <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camille BERAL • Ambroise MARTIN 	<p>ATELIER PRATIQUE EN SALLE (13 h à 17 h)</p> <p><i>Conception participative des projets des stagiaires</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Fabien LIAGRE 	<p>ATELIER PRATIQUE DE TERRAIN (13 h à 14 h 30)</p> <p><i>L'entretien des arbres en agroforesterie</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Fabien LIAGRE 	<p>VISITE (13 h à 15 h)</p> <p>Intervenant : Sonia GUERIN</p>	<p>ATELIER PRATIQUE EN SALLE (13 h à 17 h)</p> <p><i>Evaluation collective des projets réalisés par les stagiaires</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denis FLORES • Fabien LIAGRE • Daniele ORI
		<p>ATELIER PRATIQUE DE TERRAIN (14 h 30 à 17 h)</p> <p><i>Aménager en faveur de la biodiversité</i></p> <p>Intervenants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MARTIN - BERAL • José CABRERA 	<p>ATELIER PRATIQUE DE TERRAIN (14 h 30 à 17 h)</p> <p><i>Création d'une forêt fruitière</i></p> <p>Intervenant : Sonia GUERIN</p>	<p>Atelier « CUISINES DU MONDE »</p>
				<p>Atelier « Aller au delà de la formation... »</p>