



Programme d'action 2013-2018



APPEL A PROJETS

INNOVATION ET EXPERIMENTATION EN AGRICULTURE

Intitulé de projet : ARBRISSEAU

L'agroforesterie au sein de pratiques agroécologiques pour la préservation de l'Eau

RAPPORT FINAL – Mars 2023

Date de début de projet : janvier 2018

Durée : 65 mois

Rapport déposé par : AGROOF SCOP

Adresse : 19 rue du Luxembourg

Téléphone/fax : 04 66 56 85 47

Mail : liagre@agroof.net

Partenaires demandeurs de financement : AGROOF SCOP, Chambre d'Agriculture de la Drôme, AGFEE, LPO Drôme, INRAE UMR ABSys (initialement SYSTEM)

RESUME

Le projet Arbriss'eau a structuré la mise en place d'un réseau expérimental agroforestier multi-acteurs et multi-filières à l'échelle du bassin RMC pour étudier l'intérêt des systèmes agroforestiers vis-à-vis de la préservation de l'eau. Il a développé une phase de co-conception de systèmes agroforestiers qui ont complété les dispositifs expérimentaux existants, avec pour finalité la production de connaissances à deux niveaux, le premier concernant les performances de ces systèmes, le second concernant l'approfondissement de questions de recherche plus spécifiques.

Initialement prévu pour une durée de 48 mois, il a été prolongé à deux reprises suite à l'épisode et aux conséquences du Covid.



TABLE DES MATIERES

1	PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS	5
1.1	Problématique	5
1.2	Objectifs	6
2	Partenariat et organisation	8
2.1	Partenariat du projet	8
2.2	Eléments de communication	8
2.3	Comités et réunions	9
3	RESULTATS	9
3.1	Action 1 - ACQUISITION DE REFERENCES DE SYSTEMES EXISTANTS	9
3.1.1	Etude des systèmes traditionnels	9
3.1.2	Bilan des jeunes parcelles d'agroforesterie moderne	11
3.2	Action 2 - IMPACTS SUR LA GESTION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DE L'EAU	12
3.2.1	Introduction à la question des interactions Arbres-Cultures	12
3.2.2	Méthodologie et protocoles de mesures	16
3.2.2.1	Choix des sites	16
3.2.2.2	Recueil des données	16
3.2.2.3	Simplifications dans la démarche	17
3.2.3	Description du modèle Hi-sAfe	18
3.2.4	Simulations	21
3.2.5	Résultats	21
3.2.5.1	Vérification du modèle par comparaison avec les données expérimentales	21
3.2.5.1.1	Rendement des cultures	21
3.2.5.1.2	Bilan hydrique	22
3.2.5.1.3	Bilan azoté	27
3.2.5.1.4	Rendement des cultures sur les différents sites du réseau	30
3.2.5.2	Bilan hydrique et azoté (et production) des autres parcelles	31
3.2.5.2.1	culture pure	31
3.2.5.2.2	Agroforesterie	33
3.2.5.2.3	Expérimentation virtuelle : design des parcelles	36
3.2.5.3	Impact du changement climatique	38
3.2.6	Discussion	42
3.2.7	Conclusion	43
3.2.7.1	Références	45

3.3	Action 3 – STRUCTURATION DU RESEAU	48
3.3.1	Co-conception des systèmes agroforestiers	48
3.3.1.1	La démarche de coconception (Agroof)	48
3.3.1.2	Le projet TAB (CA26)	50
3.3.1.3	Déroulé du processus	53
3.3.1.4	Système expérimental « optimisation »	55
3.3.1.5	Système expérimental « restriction »	59
3.3.1.6	Evolution par rapport au dépôt du projet	63
3.3.2	Actions réalisées par la LPO	64
3.3.2.1	Participation aux ateliers de co-conception	64
3.3.2.2	Actions de suivis	66
3.3.2.3	Suivi de la colonisation par les rhopalocères d'une nouvelle plateforme agroforestière	69
3.3.2.4	Suivi de la mare	75
3.3.2.5	Suivi de l'avifaune	76
3.3.2.6	Suivi du régime alimentaire des chiroptères en chasse sur la plateforme TAB	79
3.3.3	Création d'un cahier des charges pour une base de données interactive	81
3.3.3.1	Collaboration dans le cadre de la thèse de Rafale Condé Salazar	81
3.3.3.2	Les outils évolutifs utilisés en recherche participative	82
3.4	Action 4 – COMMUNICATION ET DIFFUSION DES RESULTATS	85
3.4.1	Valorisation du réseau et communication sur les projets agroforestiers	85
3.4.1.1	Communication web	85
3.4.1.2	Carte des sites agroforestiers du bassin RMC	86
3.4.1.3	Fiches des sites expérimentaux	88
3.4.1.4	Edition de brochures	90
3.4.1.5	Formations professionnelles, universitaires et scolaires	91
3.4.1.6	Activités menées autour du projet TAB	93
3.4.1.7	Brochure de co-conception des projets agroforestiers	95
3.4.2	Recueil de protocoles de suivis de la biodiversité en parcelles agroforestières	96
3.4.3	Réalisation d'articles et publications	97
3.4.3.1	5 Communications à des congrès	98
3.4.3.2	5 Publications scientifiques	98
3.5	DISCUSSIONS DES RESULTATS	99
3.5.1	Les résultats attendus et réalisés	99
3.5.2	discussion	100

3.6	LISTE ET DESCRIPTIF DES LIVRABLES	101
4	PERSPECTIVES	103
4.1	Les perspectives Recherche	103
4.2	Les perspectives en terme de développement	104
5	Liste des tableaux, figures et photos	105
5.1	Liste des tableaux	105
5.2	Liste des figures	106
5.3	Liste des photos	109
6	Bibliographie	110
7	Annexes	111
7.1	Liste des établissements d'enseignement destinataire de l'envoi « Brochures »	111
7.2	Annexes 2 à 10 : A télécharger sur le site d'arbriss'eau	131



1 PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

1.1 PROBLEMATIQUE

Depuis quelques années, on observe que l'agroécologie, et plus généralement la diversification spatiale et temporelle des systèmes de culture, se développe sur le bassin versant Rhône Méditerranée & Corse. Dans la gamme des solutions agricoles proposées aux agriculteurs pour protéger la ressource en eau, l'agroforesterie apparaît prometteuse en tant qu'aménagement productif pérenne (bois, biomasse, fruit...). Et si elle ne remet pas fondamentalement en cause le système de production, elle constitue souvent un prétexte pour le questionner et le faire évoluer, notamment sur le volet de la consommation en intrants (produits fertilisants, phytosanitaires, eau).

Une pratique traditionnelle non exploitée...

Sur le bassin, des pratiques agroforestières traditionnelles existent depuis des générations, comme c'est le cas pour les noyeraies du Dauphiné, les truffières de la Drôme, le sylvopastoralisme en zone méditerranéenne et de Corse, les peupleraies pâturées, ou encore les associations olivier-vigne ou céréales. Historiquement, le bassin RMC a été le siège national des expérimentations en agroforesterie avec notamment les sites expérimentaux de Restinclières (34) et de Vézénobres (30), ou plus récemment la Plate-forme TAB (26) ou la Durette (84). En parallèle, de plus en plus d'agriculteurs s'intéressent et font le pas vers l'agroforesterie. Si chacun de ces sites permet d'approfondir les connaissances sur les systèmes agroforestiers, il n'en reste pas moins qu'il n'existe, pour l'heure, que peu de production de connaissances transversales qui reflètent la diversité des systèmes agroforestiers. Et le manque de réseau régional fait défaut au développement de ces pratiques.

Le projet Arbriss'eau avait pour ambition de fédérer ces initiatives et de développer l'expérimentation participative en agroforesterie sur le bassin avec pour finalité la production de références sur les performances économiques, sociales et environnementales de ces « nouveaux » systèmes. Il propose de créer un réseau à l'échelle du bassin regroupant l'ensemble des acteurs et des systèmes, de chacune des filières concernées afin de favoriser la mutualisation des expériences, favoriser la production de connaissances nouvelles et de proposer des pistes de co-conception de nouveaux systèmes agroforestiers entre expérimentateurs, agriculteurs et chercheurs.

On considère ici l'agroforesterie dans sa définition large, c'est-à-dire l'association d'arbres et de cultures et/ou d'animaux, les arbres étant en périphérie ou à l'intérieur des parcelles.

Une recherche pionnière en France

Depuis une vingtaine d'années, l'UMR-ABSys de l'INRAE pilote différents sites expérimentaux agroforestiers innovants situés dans le bassin RMC (principalement la plaine côtière méditerranéenne et les piedmonts cévenols). Ces travaux ont permis de comprendre les mécanismes qui sont modifiés par la présence d'arbres dans les parcelles agricoles, et qui influent à la fois sur le bilan hydrique, sur la dynamique de réponse aux événements pluvieux intenses, et sur la qualité de l'eau qui sort de la parcelle (Andrianarisoa et al., 2010). Ces travaux ont bénéficié en 2010 et 2011 d'un financement de l'agence de l'eau RMC, qui a débouché sur un rapport montrant pour la première fois l'impact positif possible des systèmes agroforestiers sur la qualité de l'eau drainée hors des parcelles cultivées (Dupraz et al., 2012). On a alors mis en évidence le fort potentiel des parcelles agroforestières pour réguler les événements pluvieux intenses, réduire les pertes par

drainage et limiter la pollution par l'azote des eaux souterraines (Andrianarisoa et al., 2015 ; Cardinael et al., 2015 ; Lawson et al., 2017).

Des organismes de développement présents sur le territoire

Agrooof est une société coopérative de production (SCOP) labellisée ESUS, œuvrant pour le développement de l'agroforesterie en France et en Europe. La société a mis en place plus d'une centaine de projets, la majorité à titre de démonstration ou à vocation expérimentale (ex du projet de Miribel), et accompagné un grand nombre de structures dans l'appui à ce développement (Chambres d'Agriculture, CIVAM, Associations). Agrooof dispense aujourd'hui plus de 50 formations professionnelles par an, ce qui se traduit directement par un grand nombre de projets sur le terrain.

Partenaires à plusieurs reprises de l'INRAE, Agrooof a comme objectif d'imaginer des projets de recherche participative afin d'impliquer davantage les agriculteurs dans la production des connaissances et la mise en place des formations. Les projets Arbratatouille et Grappe 3 dans le Gard en sont des exemples.

La Chambre d'Agriculture de la Drôme pilote quant à elle la Plate-forme TAB, en collaboration avec plusieurs instituts, afin d'étudier la faisabilité d'une agroforesterie fruitière à faible densité d'arbres fruitiers, soutenue depuis son démarrage en 2011 par l'Agence de l'eau RMC.

Un objectif de créer un réseau de partenaires

Le projet proposait une mise en lien des sites pilotes expérimentaux faisant l'objet de suivis « fins » et des parcelles chez les agriculteurs faisant l'objet de suivis plus légers.

Le réseau de parcelles sera composé de systèmes en agriculture biologique et en agriculture conventionnelle ou bas intrants (par exemple agriculture de conservation), en arboriculture, maraîchage, grandes cultures et polyculture-élevage, afin de couvrir un large spectre de situations agricoles et de contextes pédoclimatiques du bassin versant. Si la protection de l'eau est l'objectif central de ce projet, Arbriss'eau dépasse les zones à « enjeu eau » strict pour intégrer au réseau des sites particulièrement moteurs dans le développement de pratiques agricoles vertueuses.

1.2 OBJECTIFS

Promouvoir des systèmes agricoles innovants à très bas niveau d'intrants

En fédérant un réseau de fermes et de sites expérimentaux agroforestiers reflétant la diversité des systèmes agroforestiers et des contextes pédoclimatiques sur le bassin versant Rhône Méditerranée & Corse. On veillera à ce que ce réseau soit interconnecté avec les réseaux nationaux actuellement en cours (ex du projet national RMT Agroforesterie dont l'action réseau est animée par Agrooof) ou encore les projets portés par les associations nationales d'agroforesterie (AFAC, AFAF) ou encore l'APCA (Projet Réseau Rural) ;

Étudier les bilans biophysiques de systèmes agroforestiers représentatifs du bassin de l'Agence de l'Eau

Dans ce projet, nous proposons d'étendre à l'ensemble du bassin RM les résultats obtenus sur les parcelles expérimentales de l'INRA, en s'appuyant sur deux approches complémentaires :

- L'observation de nouvelles parcelles situées dans des contextes pédoclimatiques différents (plaine alluviale du Rhône et de ses affluents principaux, zones de moyenne montagne sur substrat calcaire ou métamorphique, bassin amont (Saône, Rhône) à influence méditerranéenne limitée.
- L'utilisation de nos modèles de simulation numérique des bilans hydriques et azotés des parcelles agroforestières dans des conditions pédoclimatiques et pour des systèmes de culture représentatifs des principales occupations du sol dans le bassin RMC. Nous bénéficions en effet de la disponibilité d'outils de modélisation avancée permettant de réaliser de telles simulations prospectives, y compris en tenant compte du changement climatique (Gosme et al., 2016 ; Schuller et al., 2015)

Quatre questions ont été analysées scientifiquement dans différents contextes pédoclimatiques du grand bassin-versant RM :

1. Quels sont les effets des pratiques agroforestières sur le cycle de l'eau des parcelles agricoles dans différents contextes pédoclimatiques ?
2. Quelles seront les répercussions d'une évapotranspiration plus forte due à la présence des arbres sur le bilan et la disponibilité hydrique en aval ?
3. Ces pratiques permettent-elles une meilleure pénétration de l'eau dans le sol et donc une réduction du ruissellement et du transfert rapide aux cours d'eau ?
4. Ces pratiques ont-elles un effet sur la quantité d'eau stockée et retenue dans le sol exploré par les racines des cultures et permettent-elles de réduire le transfert de polluants aux cours d'eau ?

Acquérir de nouvelles connaissances sur les systèmes agroforestiers

En analysant finement les systèmes agroforestiers traditionnels et les systèmes modernes plus récent d'une part, et en étudiant par modélisation des projets types retenus pour l'étude par les partenaires, d'autre part. Ce travail d'analyse doit permettre de poser les bases des dispositifs de suivis et de protocoles afin de produire des références sur les performances économiques, sociales et environnementales de ces systèmes, et en mettant en œuvre des études spécifiques sur le cycle de l'azote, l'impact de l'association sur les rendements, les services rendus par la biodiversité, au moyen de suivi terrain, d'enquêtes et de modélisation.

Développer l'agroforesterie et mettre en place un réseau de parcelles de démonstration, voire expérimentales

En valorisant des initiatives pionnières ou en accompagnant la mise en place de nouvelles plantations auprès des agriculteurs et de structures commerciales ou de développement. Nous proposons dans le cadre d'ARBRISSEAU une expertise technique et scientifique et des ateliers de co-conception ayant recours à des méthodes d'animation individuelle et collective. Des outils de modélisation et d'évaluation a priori des systèmes agroforestiers, comme FarmSafe ou LER-Safe, ont été utilisés dans ce travail d'animation.

2 PARTENARIAT ET ORGANISATION

2.1 PARTENARIAT DU PROJET

Portage et animation du projet : AGROOF SCOP anime le réseau de parcelles, d'agriculteurs et de partenaires ;

Partenaires destinataires de financement : AGROOF SCOP, Chambre d'Agriculture de la Drôme, AGFEE, LPO Drôme, INRAE UMR ABSys (ex UMR SYSTEM)

Autres partenaires techniques : SEFRA, ARVALIS-Institut du Végétal, Terres Inovia, ITAB, Agriculteurs ;

Les partenaires dits « techniques » sont fortement impliqués dans la co-conception des systèmes agroforestiers, élaborent les protocoles et les dispositifs et mettent en œuvre les suivis et la valorisation (notamment sur le site de la Plate-forme TAB), mais ne sont pas destinataires directs de financements.

Autres partenaires associés : INRAE Gotheron, Mission Haie Auvergne, CRPF, CTIFL, Lycée agricole du Valentin, Lycée agricole du Pradel, Réseau des Chambres d'Agriculture, Grappe3.

Les partenaires associés participent aux phases de co-conception et au pilotage du projet, et ont fourni également les données pour nourrir la base de données des sites pilotes et des données pour les simulations de l'action 2 de l'INRAE. Le choix des parcelles pour l'étude INRAE de l'action 2 est réalisée, avec l'aide de partenaires externes (Chambres d'agriculture de la Côte d'Or (Dimitri Deher, Karen Aublet) de l'Isère (Jean Pascal Mure), et de la Haute Saône (Philippe Boulier, Stéphane Aubert) de la SENURA (Delphine Sneedse) et d'Arvalis (T. Ray).

2.2 ELEMENTS DE COMMUNICATION

Une charte graphique a été réalisée pour identifier plus facilement le projet. Cette charte pourra être reprise pour la suite du projet.



Le logo Arbriss'eau permet d'identifier clairement les objectifs du projet.

Le site internet a ensuite été décliné selon le jeu de couleur du logo. Voir plus dans l'action 4 pour la présentation du site.

L'ensemble des livrables, notamment les brochures qui ont été distribuées, comportent le logo ainsi que celui de l'Agence de l'Eau.

Il n'y a pas eu de newsletter réalisée mais une communication réalisée via les outils déjà existant au sein d'Agrooft notamment.

2.3 COMITES ET REUNIONS

3 comités ont été organisés au siège de l'Agence durant le projet :

- Le 5 mars 2018, la réunion de lancement du projet a permis de calibrer le contenu des actions et de tenir compte des recommandations de l'Agence.
- Le 19 septembre 2019, nous nous sommes réunis pour présenter l'état des lieux des actions et prendre certaines décisions en termes de livrables. Il a notamment été validé de regrouper certains livrables, pour plus de facilité en termes de communication mais aussi de réalisation proprement dite.
- Le 1^{er} décembre 2022, l'équipe d'Arbriss'eau est venue présenter les travaux et l'état des lieux des différents livrables.

En parallèle, différentes réunions ont eu lieu entre les partenaires selon le déroulement des actions.

Ces réunions ont parfois été l'occasion de réunions élargies avec d'autres partenaires extérieurs. Ainsi, le 7 décembre 2018, une réunion a rassemblé l'ensemble des techniciens chambres d'agriculture de la région AURA afin de discuter de l'implication des conseillers dans les actions 1 et 4.

3 RESULTATS

3.1 ACTION 1 - ACQUISITION DE REFERENCES DE SYSTEMES EXISTANTS

Dans cette première action, l'objectif était d'acquérir des références techniques et scientifiques sur la mise en place et la gestion de systèmes agroforestiers d'une part et de leur efficacité agronomique, technique et économique d'autre part.

Il s'agissait d'étudier les systèmes en place (systèmes traditionnels et projets récents accompagnés par les partenaires) et parcelles pilotes (sites expérimentaux anciens et nouveaux sites installés ou en cours d'installation). L'étude sera composée de suivi de projets sur le terrain à partir d'indicateurs pertinents pour juger de leur efficacité en termes de préservation de la ressource en eau, ainsi que de simulation par modélisation biophysiques des bilans eau et azote entre les arbres et les cultures.

3.1.1 ETUDE DES SYSTEMES TRADITIONNELS

Responsable : Fabien Liagre (Agroof)

Le bassin RMC concentre un grand nombre de systèmes agroforestiers traditionnels, parfois disparus comme les associations d'agrumes et de cultures intercalaires sur les côtes de PACA ou la production de violettes à l'ombre des amandiers ou oliviers. Mais le point commun est que ces systèmes ont été très peu étudiés et gagnaient à être un peu mieux décrit, ne serait-ce que pour les savoir-faire et les connaissances à retirer pour la création et la gestion de systèmes modernes.



Photo 1 Production de violettes dans le département des Alpes Maritimes. Aujourd'hui cette production est concentrée dans des serres dont le microclimat est entièrement contrôlé.

Chaque système a été étudié en 3 étapes :

- Étude bibliographique sur les travaux et projets de recherche pour identifier clairement les problématiques de la filière (noix et bois)
- Enquêtes de terrain pour aller à la rencontre des professionnels de chaque filière (coopératives, centre technique, organisations professionnelles...), couplée avec des interviews d'agriculteurs engagés ou non dans ce type de pratiques. Il nous semblait important de rencontrer à la fois des personnes sensibilisées ou engagées dans des projets agroforestiers comme des personnes non engagées pour différents motifs mais dont l'avis était important pour relativiser ou questionner la pertinence de l'agroforesterie.
- Etude de rentabilité. A partir des données collectées, des scénarios et études des performances technico-économiques ont été produites. Ces éléments sont repris dans chaque brochure lorsque les données étaient suffisamment fiables.

9 systèmes ont été étudiés et on fait l'objet d'une brochure à télécharger sur le site du projet (Tableau 1).

Système	Type	Territoire
Noyeraie	Traditionnel ancien	Dauphiné
Truffière	Traditionnel ancien	26, 84
Peupleraie	Traditionnel récent	69, 71, 01, 70, 30
Fruits secs	Prospective	30, 34, 11, 13, 83, 84, 04
Parcours Volailles	Récent	Ensemble du Bassin
Gestion Bocage	Traditionnel revisité	01, 69, 38, 26, 70, 71
Vergers maraichers	Traditionnel revisité	Méditerranée et Rhône Alpes
Ruminants	Traditionnel revisité	Ensemble du bassin
Porcins	Traditionnel revisité	Ensemble du bassin

Tableau 1. Liste des systèmes agroforestiers étudiés dans le cadre du projet Arbriss'eau.

Les brochures ou les liens sur le site, ont été envoyées aux partenaires ayant participé aux travaux.

3.1.2 BILAN DES JEUNES PARCELLES D'AGROFORESTERIE MODERNE

Responsable : Aline BUFFAT (CA26)

L'objectif de cette sous action était de faire un premier bilan des parcelles agroforestières plantées au cours de ces dernières années et accompagnées par les partenaires du projet. L'ensemble des agriculteurs agroforestiers ont été enquêtés (Tableau 2).

L'étude portait sur les caractéristiques et les performances du système en place d'une part mais également sur les attentes des agriculteurs en termes d'acquisition de références par les organismes techniques. De même l'enquête visait à mettre en lumière les outils utiles aux exploitants pour rendre la connaissance accessible.

Nom	Prénom	Caractéristiques	Période de réalisation de l'enquête
ESTAVIL	Rémy	Production : polyculture élevage Choix de plantations d'essences fourragères et d'ombrage pour ses ovins + plantation de haies	Mars 2021
BONY	Thomas	Production : polyculture élevage Plantation de haies	Mars 2021
LORNAGE	Raphaël	Production : maraichage Système de verger maraicher	Mars 2021
CHAUPLANNAZ	Stéphane	Production : maraichage et ppam Système de verger-maraicher et plantation de réseaux de haies	Mars 2021
BLACHE	Sébastien	Production : maraichage, ovin viande, grandes cultures, volailles	Été 2019
GIACOPELLI	Jean-Marc	Directeur de la ferme Olivier de Serre (07) Ferme expérimentale caprine, production viticole Mise en place d'une parcelle d'agroforesterie viticole (arbres champêtres + vigne) Mise en place d'une parcelle de muriers têtards bas pour le pâturage des caprins	Été 2019
TARDY	Guy	Production : grandes cultures	Mars 2021
AURIAS	Maxime	Production : Arboriculture Développement d'un réseau de haies et parcelles agroforestières	Mars 2021
FATOUX	Cyrille	Production : maraichage et ppam Système de verger-maraicher et plantation de réseaux de haies	Mars 2021

Tableau 2 : Liste des agriculteurs enquêtés

Les enquêtes ont été complétées par Agroof dans d'autres départements, afin de réaliser le cahier des sites agroforestiers (livrable téléchargeable sur le site web).

3.2 ACTION 2 - IMPACTS SUR LA GESTION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DE L'EAU

Responsable : Christian Dupraz (INRA, UMR System, Montpellier)

Participants : Marie Gosme (INRA, UMR System) et tous les partenaires du réseau

Contractuel financé par le contrat : Thomas Gendron (février 2020-janvier 2021)

Dans le cadre de cette action, l'objectif est de caractériser et quantifier, à l'échelle de la parcelle agricole, les impacts de différentes pratiques agroforestières sur le devenir de l'eau (distribution dans les différents processus et qualité en sortie de parcelles). On propose de les aborder (i) soit sur parcelles expérimentales, soit chez des agriculteurs engagés dans une transition agroforestière, et (ii) par des travaux de modélisation. On comparera toujours les pratiques agroforestières avec les pratiques agricoles usuelles sans arbres.

3.2.1 INTRODUCTION A LA QUESTION DES INTERACTIONS ARBRES-CULTURES

L'agroforesterie, l'association d'arbres et de cultures ou d'élevage, est un exemple typique de diversification des systèmes agricoles prônée par l'agroécologie, dont on attend un grand nombre de bénéfices, d'une part grâce à la *complémentarité spatio-temporelle* pour l'utilisation des ressources entre espèces associées et d'autre part grâce à la *contribution de la biodiversité végétale* au fonctionnement écologique et aux *services des agrosystèmes*. Ainsi, des travaux ont montré l'augmentation de la productivité de l'ensemble du système, mesurée par le LER (Mead and Willey 1980), sur des systèmes à base d'arbres à bois en Europe (Graves et al. 2007), ou pour les vergers-maraichers (Paut et al. 2018). Une méta-analyse sur les impacts des différents modes de diversification à l'échelle mondiale a montré un effet positif de l'agroforesterie non seulement sur la biodiversité et sur la qualité des sols, mais aussi, lorsqu'elle est associée à une diversification des cultures, sur le rendement (Beillouin et al. 2019). Par ailleurs, les services écosystémiques produits par l'agroforesterie sont nombreux (Jose 2009), par exemple le stockage du carbone (Kay et al. 2019), les régulations biologiques (Boinot et al. 2019), l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau (Bai et al. 2016) ou la régulation du microclimat (Gomes et al. 2020). Ces deux derniers points sont particulièrement intéressants dans le cadre de l'adaptation au changement climatique.

Les arbres modifient le **microclimat** sous leur canopée du fait de *l'ombre* qu'ils portent pendant la journée, du *masque nocturne* qui diminue le refroidissement radiatif, de la transpiration des arbres et de la modification de la vitesse du vent (Peng et al. 2015). Les arbres d'ombrage sont souvent utilisés en milieu tropical pour protéger les cultures des excès de lumière et de chaleur, et l'agroforesterie est clairement identifiée comme un **moyen d'adaptation de l'agriculture au changement climatique** dans ces régions (van Noordwijk et al. 2014) en atténuant les variations de température de l'air et du sol (Lin 2007) et en réduisant l'évaporation du sol (Siriri et al. 2013). En milieu tempéré, l'agroforesterie est moins développée, mais elle attire de plus en plus l'attention en raison des divers services écosystémiques qu'elle peut fournir (Torralba et al. 2016). Il pourrait être intéressant de cultiver des céréales et des arbres fruitiers sous ombrage pour adapter l'agriculture au changement climatique en limitant les variations de température à la fois à l'échelle annuelle et à l'échelle journalière, réduisant ainsi la perte de rendement due aux températures extrêmes (gel, vague de chaleur), et en réduisant l'évaporation du sol par une diminution du rayonnement, de la vitesse du vent, de la température et une augmentation de l'humidité de l'air. Le masque du ciel nocturne par les arbres *réduit le refroidissement radiatif* la nuit en renvoyant le rayonnement

infrarouge émis par le sol et les cultures. Cet effet réduit le risque de dommages dus au gel (Scowcroft et al. 2000). Ceci est important pour l'adaptation de l'agriculture au changement climatique car des températures hivernales plus élevées accéléreront la phénologie des cultures (Zheng et al. 2016), ce qui pourrait rendre la plante plus sensible aux gels tardifs s'ils se produisent au moment où la culture est la plus vulnérable. Au printemps, pendant les nuits claires et froides, les cultures non protégées seront gravement endommagées par le gel, tandis que les cultures sous la canopée des arbres seront exposées à un risque moindre. Pendant la journée, l'ombre des arbres évite que les parties sensibles de la culture soient exposées à la lumière directe du soleil et *réduit la température des organes* de la culture, ainsi que la température de l'air. Bien que l'ombre soit généralement préjudiciable au rendement des cultures en réduisant la photosynthèse, elle peut également protéger les cultures sensibles contre l'excès de rayonnement (par exemple "coups de soleil" sur les fruits), qui devrait augmenter avec le changement climatique (Webber et al. 2015). Par exemple, la production de pommes est très sensible à l'excès de chaleur et de lumière, qui provoque un stress photo-oxydatif dans les feuilles, entraînant une diminution des performances de l'arbre, ainsi que des coups de soleil sur les fruits eux-mêmes, les rendant invendables (jusqu'à 10 % des fruits, (Racsko and Schrader 2012)). La solution actuelle à ce problème consiste à utiliser des filets d'ombrage qui modifient à la fois la quantité et la qualité de la lumière incidente, avec des effets variables sur la qualité des pommes, selon le cultivar (Widmer 2001 ; Dayioglu and Hepaksoy 2016 ; Treder et al. 2016). Mais ces filets augmentent la température de l'air (jusqu'à +10°C mesurés par le CETA Hérault-Vidourle en 2019 !). Dans une perspective agroécologique, il faudrait remplacer ces protections artificielles par des arbres d'ombrage, d'autant que l'agroforesterie permettrait de bénéficier non seulement d'un effet protecteur, mais aussi des autres services écosystémiques. En milieu tempéré, l'effet microclimatique de l'agroforesterie a été étudié principalement dans les systèmes agroforestiers traditionnels du Sud de l'Europe comme la dehesa (Sánchez et al. 2010), ou dans le cas des haies brise-vent (Nuberg 1998 ; Quinkenstein et al. 2009) mais, hormis l'étude de Peng et collaborateurs (2015) en Ontario, il n'existe pas d'étude du microclimat dans les systèmes agroforestiers "modernes" (alignements d'arbres dans des grandes cultures) avec des arbres adultes.

Les arbres modifient également **le bilan hydrique** des parcelles agroforestières, par rapport à la culture pure, et ils agissent également indirectement sur la **qualité de l'eau**. La Figure 1 présente les effets directs et indirects dus à la présence de l'arbre lui-même, mais aussi la présence d'une bande non travaillée au pied des arbres (le linéaire sous-arboré, qui héberge généralement une végétation semée ou spontanée), et au fait que la culture est réalisée en allées, avec un terrassement spontané de la parcelle (ligne d'arbre surélevée, dérayure d'un côté de l'interface entre la ligne d'arbres et l'allée cultivée). Ces effets impactent tous les termes du bilan hydrique de la parcelle : la quantité et la distribution spatiale des précipitations (du fait de l'interception par le feuillage et le flux le long du tronc), la réserve utile (par approfondissement de la zone de sol explorée par des racines, et par modification de la teneur en matière organique), le ruissellement (par modification de la capacité d'infiltration), l'évapotranspiration (par effet microclimatiques directs et modifications de la surface foliaire de la culture) et le drainage (par assèchement du sol en profondeur et en été). La qualité de l'eau est améliorée, par réduction de la lixiviation de l'azote, diminution de l'érosion, diminution du risque d'inondation et rétention des embâcles, effet filtrant de l'enherbement du linéaire sous-arboré et réduction éventuelle de l'utilisation de pesticides.

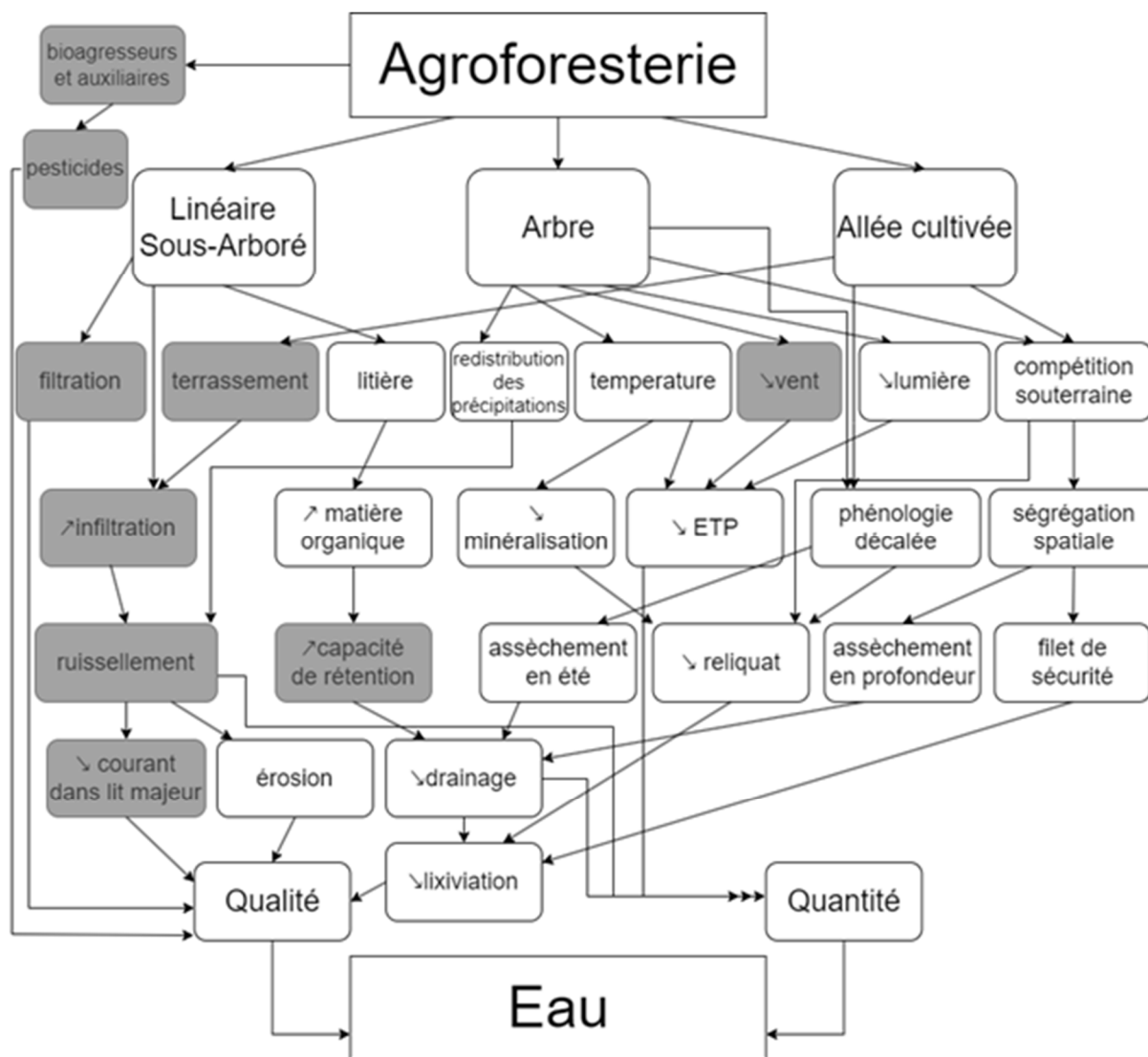


Figure 1: Modèle conceptuel de l'effet d'agroforesterie sur la quantité et la qualité de l'eau. En gris, les éléments non pris en compte dans le modèle Hi-sAFe

Mais évidemment, ces effets positifs s'accompagnent aussi d'effets négatifs (*compétitions pour l'eau, la lumière et l'azote* entre les différentes espèces). Dans les systèmes agroforestiers tempérés, la complémentarité des arbres à feuilles caduques et des céréales d'hiver pour l'utilisation des ressources a été très bien mise en évidence (Dupraz and Liagre 2011 ; Dufour et al. 2013). En été, après la récolte de la culture, la lumière profite à la croissance des arbres tandis qu'en hiver, les arbres ayant perdu leurs feuilles, la lumière est captée par la culture d'hiver, de même qu'au cours de toute l'année dans les systèmes agroforestiers jeunes, les petits arbres captant très peu de rayonnement. Cependant, la complémentarité n'est que partielle et pendant une partie de l'année, les arbres et les cultures sont en compétition pour les ressources. Pour les cultures d'été, il n'y a pas de complémentarité temporelle pour l'utilisation des ressources, on peut donc s'attendre à des pertes de rendement plus importantes. L'équilibre entre effets positifs et négatifs dépend également des conditions pédoclimatiques et des pratiques culturales (Kho 2007). En particulier, la profondeur de sol détermine la possibilité d'une complémentarité spatiale entre les systèmes racinaires des arbres et des cultures, et les conditions climatiques, en particulier la pluviométrie, déterminent l'importance, ou non, de cette complémentarité pour l'accès à l'eau.

Il est donc **difficile de prévoir la balance entre les effets positifs et négatifs de l'agroforesterie** du fait des nombreuses interactions à l'œuvre. D'autant que les expérimentations sur ce sujet ne sont pas faciles à réaliser, principalement en raison des échelles spatiales et temporelles impliquées dans l'étude des systèmes agroforestiers. Les sites de cultures en allées avec des *arbres assez vieux* pour avoir un impact significatif sur les cultures *sont très rares*.

L'une des solutions à ce problème est le recours à la modélisation. Un modèle est construit pour donner une représentation intelligible et partageable d'un système donné pour mieux le comprendre et l'expliquer. Il existe plusieurs types de modèles : modèles analogiques (par exemple une maquette), modèles conceptuels (par exemple un schéma de fonctionnement, tel que celui de la Figure 1), modèles mathématiques (par exemple système d'équations différentielles couplées). Parmi les modèles mathématiques, on peut encore distinguer les modèles mécanistes, où le fonctionnement du système est représenté à l'aide d'équations décrivant les processus sous-jacents, et les modèles empiriques, qui fonctionnent comme des boîtes noires et sont utilisés pour faire de la prédiction sans chercher à comprendre les processus qui causent les sorties du modèle. La modélisation mathématique, qu'elle soit mécaniste ou empirique, permet de prédire les effets d'interactions multiples, qui ne sont pas triviales et dont la résultante n'est donc pas prévisible par un simple raisonnement à partir d'un modèle conceptuel. Elle permet ainsi *d'extrapoler les résultats* par rapport aux situations testées expérimentalement, soit pour tester des combinaisons de pratiques qui n'ont pas pu être testées, soit pour extrapoler à d'autres conditions pédoclimatiques, soit les deux. Ainsi, les modèles de culture sont des outils puissants pour prédire le rendement et les impacts environnementaux de différents systèmes de culture dans une large gamme de conditions pédoclimatiques, permettant de réaliser une **évaluation multicritère ex ante de systèmes de culture innovants** sans avoir à mener des expériences de terrain longues et coûteuses. Par exemple, le modèle d'agroforesterie Hi-sAFe (Dupraz et al. 2019), simule en trois dimensions les compétitions entre les arbres et les cultures pour la lumière, l'eau et l'azote. Il est particulièrement utile pour prédire les effets de différents contextes pédoclimatiques sur les *interactions arbres-cultures*, pour étudier la balance entre les effets positifs (microclimat sous les arbres, complémentarité pour l'acquisition des ressources) et négatifs (compétitions) de l'agroforesterie *dans différentes conditions*. Cela diminue le besoin d'expérimentations au champ, qui sont particulièrement longues et gourmandes en terrain dans le cas de l'agroforesterie (Stamps and Linit 1998). Il a par exemple été utilisé pour étudier la compétition pour la lumière en fonction du design de la parcelle (distance et orientation de lignes d'arbres) et de la latitude (Dupraz et al. 2018), ou pour tester l'effet protecteur de l'agroforesterie face au changement climatique dans une association noyers-blé dur (Reyes et al. 2021).

L'objectif du travail de modélisation réalisé dans le cadre du projet ARBRISSEAU était de tester, dans différentes conditions pédoclimatiques représentatives du bassin RMC, l'effet que pourrait avoir l'introduction d'arbres dans les parcelles agricoles, à la fois sur le bilan hydrique de ces parcelles et sur la lixiviation de l'azote, mais aussi sur la productivité des parcelles (pour s'assurer de la durabilité agronomique du système). Pour ce faire, nous avons construit des scénarios de simulation avec les partenaires du projet puis utilisé le modèle Hi-sAFe pour simuler les parcelles avec et sans arbres et réalisé des expérimentations virtuelles pour tester l'effet du design des parcelles sur les éléments du bilan hydrique et la qualité de l'eau, et pour tester l'effet protecteur de l'agroforesterie face au changement climatique dans une association noyers-blé dur.

3.2.2 METHODOLOGIE ET PROTOCOLES DE MESURES

3.2.2.1 CHOIX DES SITES

Plutôt que de faire une analyse de sensibilité du modèle en faisant varier systématiquement les conditions de sol, de climat et de pratiques culturales, le choix a été fait de travailler sous forme de scénarios basés sur des cas d'étude réels. Ce choix a été fait non seulement pour des raisons de réduction du temps de calcul (il faut plusieurs heures pour simuler un système agroforestier sur 40 ans, donc il aurait été peu réaliste de tester toutes les combinaisons possibles), mais surtout pour garder la cohérence entre le sol, le climat et les pratiques, et ainsi avoir des simulations réalistes (et potentiellement utiles pour les partenaires du projet qui ont réellement planté ces systèmes ou prévoient de le faire).

Afin de représenter une diversité de systèmes et de conditions pédoclimatiques représentatives du bassin, nous avons identifié avec les partenaires six sites (Tableau 3) présentant des enjeux « eau » importants (et pour lesquels des données étaient disponibles pour caractériser le sol, le climat, la rotation et les itinéraires techniques). Ces sites ne représentent bien entendu pas la totalité de la diversité des systèmes présents sur le bassin, mais ils présentent des caractéristiques suffisamment différentes pour que leurs fonctionnements hydriques et azotés soient très contrastés, ce qui nous permettra de déterminer si les effets de l'agroforesterie observés dans les simulations ont une chance d'être génériques, ou s'ils sont dépendants du contexte.

Tableau 3: Description des sept sites simulés dans le cadre du projet ARBRISSEAU. Les rotations sont constituées de BD : Blé dur, BT : Blé tendre, C : colza, M : Maïs, ME : Maïs ensilage, OH : orge d'hiver, S : Soja,

Site	Commune	Département	Pluviométrie mm (sd)	Texture	Profondeur m	RU		Cailloux %	Rotation	Particularité
						mm	mm/m			
CHAM	Champlitte	Haute-Saône	912 (163)	Limon argileux	3.0	222	74	60	BT-OH-C	
CHAR	Charcenne	Haute-Saône	996 (175)	Limon argileux	3.0	273	91	50	BT - C	
CHAT	Chatte	Isère	1176 (173)	Limon	2.0	298	149	20	M - S - BT	
DIE	Dienay	Côte d'or	879 (154)	Argile	3.0	227	76	54	OH - C - BT	
PESM	Pesmes	Haute-Saône	950 (161)	Limon Fin	2.0	439	220	0	ME - BT - C	
REST	Restinclières	Hérault	894 (247)	Limon argileux	7.0	1394	199	0	BD - C - OP	Nappe
TAB	Etoile-sur-Rhône	Drôme	918 (177)	Sable Limoneux	3.4	256	75	50	M - S - BT	Irrigués

En complément de ces six sites chez les partenaires du projet ARBRISSEAU, nous avons également réalisé des simulations sur le site de Restinclières, en particulier les simulations concernant le changement climatique, car c'est sur ce site que le modèle a été vérifié le plus finement et pour lequel nous avons le plus confiance en les simulations.

3.2.2.2 RECUEIL DES DONNEES

Aucun des jeux de données transmis ne contenait toutes les données nécessaires à l'instanciation du modèle. Les manques les plus importants concernaient en général la description du sol. On pouvait en général avoir une certaine idée de la profondeur totale, voire même une analyse texturale de l'horizon de surface, mais les données étaient absentes pour les couches inférieures, ainsi que pour la profondeur de la nappe. Nous avons donc dû faire des choix arbitraires pour compléter la description du sol (par exemple, nous avons imposé un sol de 3 m de profondeur lorsque la profondeur du sol était inconnue), ou utilisé des règles simples pour générer les données manquantes (par exemple, si la présence d'une nappe était connue, mais pas sa profondeur, nous avons appliqué une fonction sinusoïde pour calculer la hauteur de la nappe en faisant l'hypothèse qu'elle était au plus haut au 1^{er} Janvier, et au plus bas au 1^{er} Juillet).

Pour les données météo de la période historique, nous avons extrait les données de la base de données SAFRAN produite par météo France, sur la période 1958-2019. Pour chaque site, nous avons utilisé les 9 mailles situées autour du site (chaque maille fait 8x8 Km). Toutes les simulations de la période actuelle ont été réalisées sur une période de 40 ans (1975 à 2015). Pour les simulations de changement climatique, nous avons utilisé les données météo issues des projections du GIEC (période 2050-2100 pour le scénario Representative Concentration Pathways 8.5 (RCP8.5, Assessment Report 5)). Ce scénario est un scénario "business as usual", avec des émissions de gaz à effet de serre correspondant à une population qui continue à augmenter, pas de modification des écarts entre pays à haut et faible niveau de revenus, et des investissements modestes dans les énergies renouvelables. Ce scénario conduit à un forçage radiatif de 8.5 W/m² à la fin du siècle, ce qui arrivera probablement en l'absence de mesures drastiques de lutte contre le changement climatique.

3.2.2.3 SIMPLIFICATIONS DANS LA DEMARCHE

Les systèmes réellement mis en place par les partenaires sont en général trop complexes pour être représentés tels quels par le modèle Hi-sAFé. Il a donc fallu les simplifier pour les rendre compatibles avec la modélisation. Les principales modifications concernaient les espèces simulées. Les partenaires du projet travaillent sur des systèmes très innovants, basés sur des rotations très diversifiées incluant des plantes peu communes et malheureusement pas encore paramétrées dans le modèle (chia, seigle, lentilles...) ou des mélanges d'espèces. Ces espèces ont parfois pu être remplacées par d'autres espèces proches (exemple blé au lieu de seigle, pois au lieu de lentilles), mais parfois elles ont dû être supprimées de la rotation. Pour les arbres, l'écart entre les possibilités du modèle et la réalité était encore plus important : seules quatre espèces d'arbres existent actuellement dans le modèle (noyer, peuplier, merisier, olivier). Nous avons donc décidé de faire toutes les simulations avec des noyers, qui est l'espèce qui est la mieux paramétrée dans le modèle.

D'autres simplifications ont dû être faites, notamment en ce qui concerne les itinéraires techniques : alors que le modèle permet d'avoir un itinéraire technique particulier pour chaque saison culturale, il aurait été bien trop difficile de reconstituer un itinéraire technique pour chaque année de la simulation (les données fournies par les partenaires ne contenaient pas une description exacte de l'itinéraires technique réel des cultures, juste un itinéraire technique type). Nous avons donc appliqué l'itinéraire technique type de chaque culture à toutes les années où cette culture était présente, sans adaptation aux conditions particulières d'une année donnée (par exemple adaptation des dates de semis aux conditions climatiques, ou adaptation des dates de fertilisation à la phénologie précise de la culture). Pour la conduite technique des arbres, comme les arbres ne sont pas les mêmes que ceux réellement plantés dans chaque site, nous avons tout simplement appliqué la même conduite sur tous les sites, soit une irrigation les six premières années de la vie de l'arbre, un élagage des branches basses tous les deux ans jusqu'à ce que la base de la couronne se situe à 4 m du sol.

Enfin, la configuration spatiale des systèmes mis en place répondait parfois à des objectifs d'expérimentation (comparaison de plusieurs modalités sur la même parcelle), alors que le modèle représente une répétition, à l'infini, d'un seul pattern comme si l'ensemble de la parcelle était couvert par le même système agroforestier. Nous avons donc choisi l'une des modalités, que nous avons utilisée comme pattern. Dans ce cas, cette simplification est une bonne chose, puisqu'elle permet d'extrapoler à ce qui se passerait si le système était appliqué à l'échelle commerciale, en s'affranchissant de possibles effets de bords.

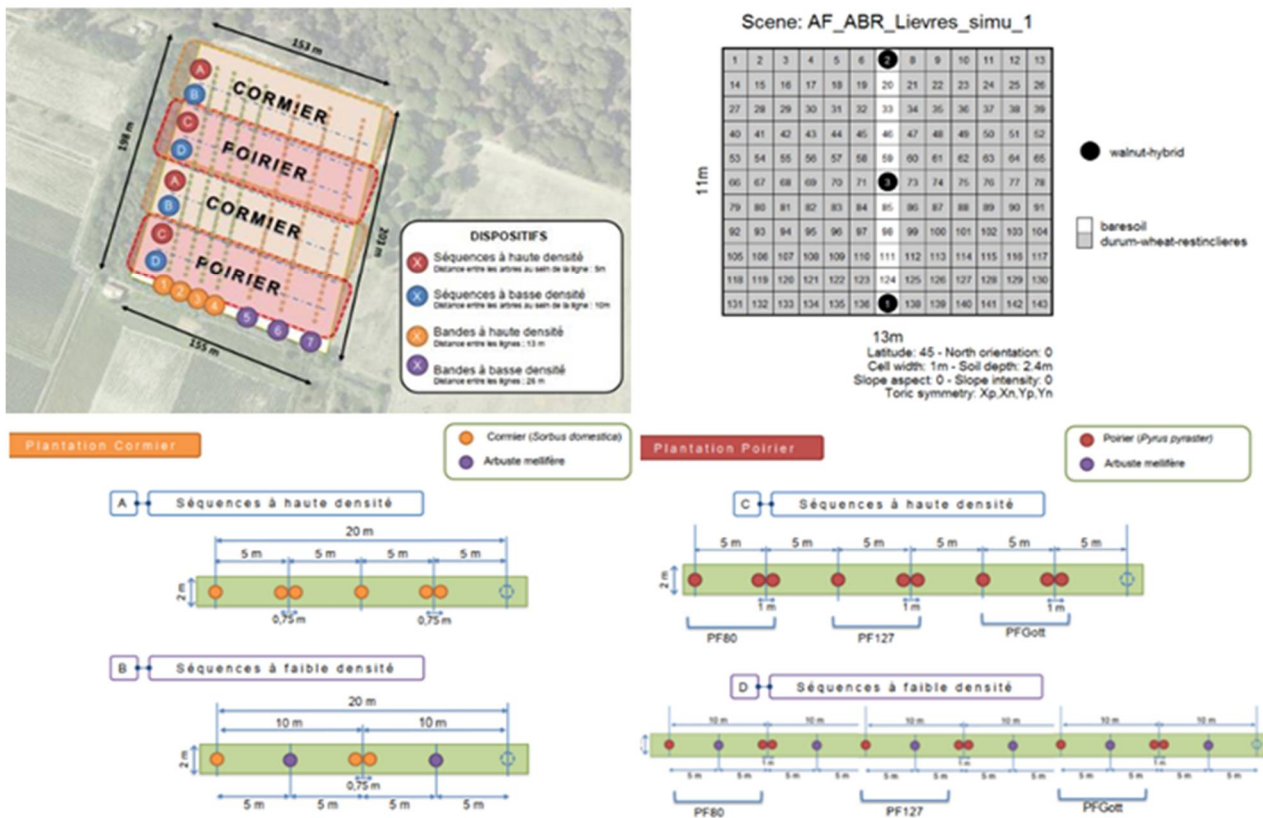


Figure 2 : exemple de simplification de la structure spatiale de la parcelle nécessaire pour la modélisation avec hi-sAFE. a) Plan de plantation de la parcelle. b) scène présentée dans Hi-sAFE, correspondant à des lignes de séquences « hautes densité » (1 arbre seul, 2 arbres côte à côte, 1 arbre seul, 2 arbres côte à côte, etc.). Note : la symétrie torique utilisée dans Hi-sAFE permet de répéter ce motif à l'infini. c) et d) détails des 4 types de lignes d'arbres présents dans la parcelle.

3.2.3 DESCRIPTION DU MODELE HI-SAFE

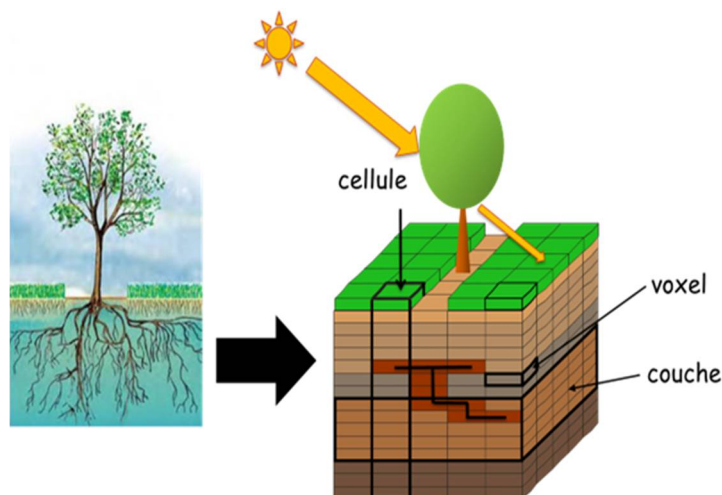


Figure 3: Représentation simplifiée de l'arbre et des cultures dans Hi-sAFE : la partie aérienne de l'arbre est représentée par des formes simples (tronc conique, canopée ellipsoïdale), les racines de structure sont représentées par une architecture de tubes connectés, les racines fines par une densité homogène dans chaque volume de sol (voxel). Les cultures sont représentées par un couvert homogène dans chaque cellule de la grille de discrétisation de l'espace, et par une densité de racine dans chaque volume de sol. Le sol est représenté par différentes couches de propriétés physico-chimiques homogènes, et les transferts verticaux d'eau et d'azote ont lieu entre mini-couches d'un cm d'épaisseur (non représentées).

Comme tout modèle, le modèle Hi-sAFe représente une simplification de la réalité (Figure 3). Il est basé sur le modèle STICS pour la représentation du sol et des cultures annuelles (multiples instanciations de STICS pour représenter l'hétérogénéité spatiale d'une parcelle agroforestière), et sur un modèle d'arbre développé dans la plateforme de modélisation de peuplements forestiers Capsis (Dufour-Kowalski et al. 2011). Le modèle de culture STICS (Brisson et al. 1998) simule les cycles de l'eau, du carbone et de l'azote à un pas de temps quotidien à l'échelle du système de culture. Sa robustesse et sa précision ont été largement évaluées dans une large gamme de conditions pédoclimatiques (Plaza-Bonilla et al. 2017, 2018 ; Coucheney et al. 2015). Le modèle Hi-sAFe dans son ensemble est en cours d'évaluation ; une description précise est disponible dans (Dupraz et al. 2019), Nous ne présenterons ici que les éléments nécessaires à la compréhension des résultats et de leurs limites.

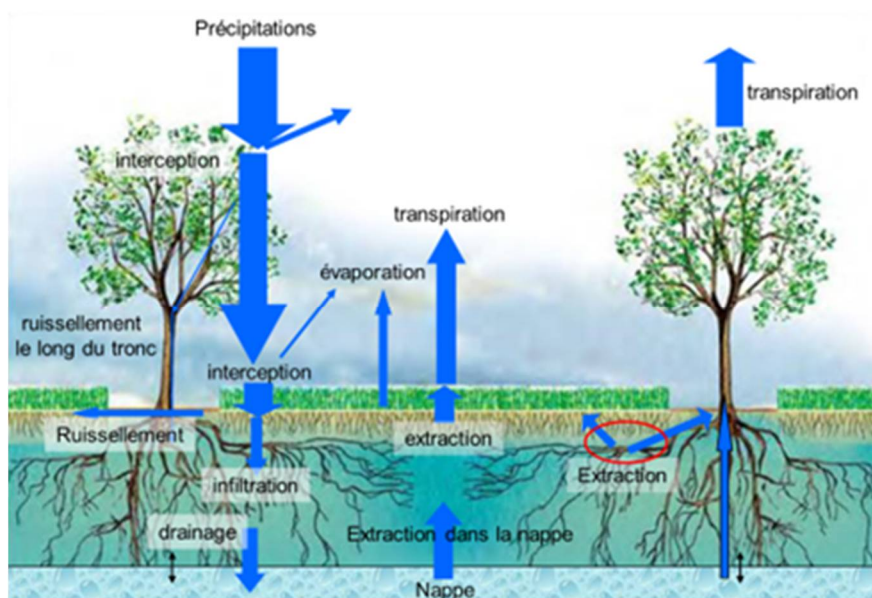


Figure 4: entrées, sorties et processus pris en compte dans Hi-sAFe (en noir : entrées, sorties et processus de STICS, en vert entrées, sorties et processus de Hi-sAFe)

Le cycle de l'eau est bien représenté dans Hi-sAFe (Figure 4) : le modèle représente les éléments classiques du bilan hydrique (précipitation, ruissellement, infiltration, transpiration, évaporation, drainage), mais également l'interception avec évaporation directe sur le feuillage (des arbres et des cultures), le ruissellement le long du tronc qui concentre les précipitations à la base du tronc, les entrées d'eau via la nappe phréatique (dont la hauteur est une variable de forçage), et bien entendu la compétition pour l'eau entre les arbres et les cultures. L'extraction d'eau par chaque plante (arbre ou couvert présent dans une cellule) est calculée par intégration du potentiel de flux matriciel, ce qui permet de prendre en compte l'hétérogénéité de la répartition des racines et de la teneur en eau du sol (de Willigen 1987 ; de Willigen et al. 2000). Le ruissellement est moins bien représenté : il n'y a pas d'impact de la pente sur le ruissellement (le seul impact de la pente dans le modèle concerne la position de l'ombre projetée (par les arbres et le couvert des cultures des cellules voisines). De plus, la prise en compte de l'état de surface est assez fruste.

De même, le modèle prend en compte tous les éléments essentiels du cycle de l'azote : apports par la fertilisation azotée, la déposition atmosphérique (sèche et humide) et l'extraction dans la nappe, extraction par les racines des arbres et des cultures, la minéralisation des résidus (litière aérienne

(feuilles des arbres), racines fines des arbres, résidus de culture), la remobilisation par les microorganismes du sol, l'export par la récolte, la lixiviation. L'algorithme de compétition pour l'azote prend en compte l'effet de la concentration en azote de chaque voxel, sa teneur en eau (car l'humidité facilite la diffusion) et la densité racinaire.

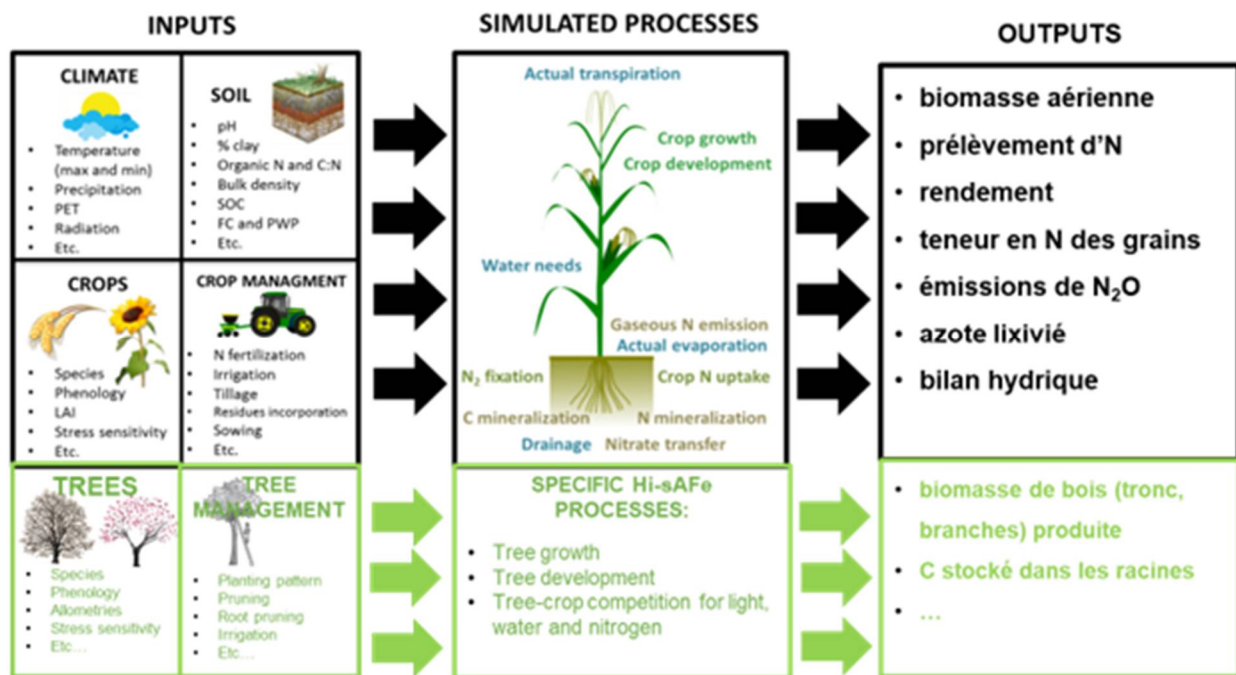


Figure 5 : entrées, sorties et processus pris en compte dans Hi-sAFe (en noir : entrées, sorties et processus de STICS, en vert entrées, sorties et processus de Hi-sAFe)

Le modèle prend en compte les effets de toutes les principales pratiques culturales des cultures (choix de l'espèce bien évidemment et même, pour certaines espèces, de la variété, date et type de travail du sol, date et densité de semis, irrigation, fertilisation) et des arbres (éclaircie, élagage, cernage racinaire, irrigation, fertilisation) à l'exception des pratiques de contrôle des bioagresseurs, qui ne sont pas représentés dans le modèle. Les conditions pédoclimatiques sont représentées par des données journalières de température, humidité de l'air, précipitation, radiation, et par une description très fine du sol, avec, entre autres, son pH, le rapport C/N de l'humus, et pour chaque couche du sol (jusqu'à 5 couches de sol possibles), la texture, la teneur en matière organique, en calcaire actif, la quantité et le type de cailloux, l'infiltrabilité à la base de la couche. Ce grand niveau de détail dans les données d'entrées permet de représenter une grande diversité de systèmes, dans une large gamme de conditions pédoclimatiques.

Le modèle Hi-sAFe est en évolution constante, et le projet ARBRISSEAU a participé au passage de la version 3 à la version 4.2. Cette évolution a concerné d'une part l'adaptation du modèle suite au passage de la version 5 à la version 8 de STICS (permettant, entre autres, une meilleure représentation des apports en azote et de la dynamique de minéralisation des résidus de culture), et d'autre part l'ajout des formalismes pour représenter (i) plusieurs cohortes de feuilles d'arbres afin de pouvoir simuler des arbres à feuilles persistantes, (ii) la fixation d'azote atmosphérique par l'arbre afin de pouvoir simuler des arbres fixateurs, (iii) le compartiment fruit de l'arbre (ainsi qu'une échelle phénologique reproductive, les formalismes déterminant le nombre de fruits et les règles d'allocation du carbone aux fruits) afin de pouvoir simuler des arbres fruitiers, (iv) la sensibilité de la photosynthèse de l'arbre à la température afin de mieux prévoir l'impact du changement climatique,

(v) les précipitations sous forme de neige afin de pouvoir tester l'impact d'un climat montagnard ou continental sur la dynamique d'eau et d'azote au moment de la fonte des neiges. Les simulations réalisées dans le cadre du projet ont également été l'occasion de détecter et de corriger des bugs concernant le calcul des stocks d'eau et d'azote dans des situations qui n'avaient pas encore été testées, telles que les cultures pérennes (initialisation, fauche, enchaînement des années), la présence de cailloux (initialisation de la teneur en eau), l'extraction d'azote dans la nappe phréatique, la prise en compte de l'azote contenu dans la souche de l'arbre, ainsi que des bugs liés aux arrondis lors des calculs d'agrégation/désagrégation lors du passage du formalisme STICS (mini-couches) au formalisme Hi-sAFé (voxels).

3.2.4 SIMULATIONS

Un premier ensemble de simulations a été réalisé sur la parcelle de Restinclières, Hérault, dans laquelle les arbres (plantés en 1995) sont matures et impactent fortement le bilan hydrique, azoté, et au final le rendement des cultures ; ces simulations ont permis de comparer les sorties du modèle aux données observées expérimentalement.

Ensuite, nous avons réalisé des simulations sur les six sites sélectionnés dans la partie A.1. Ces simulations ont été réalisées en trois étapes :

- Simulation de la rotation en agriculture sans arbre, pour comparaison avec les rendements attendus dans la région (ou observés lors des expérimentations menées dans le cadre du projet) afin de vérifier si le modèle se comporte comme attendu en système agricole « classique ».
- Simulation de la même rotation en agroforesterie, pour comprendre les mécanismes par lesquels la présence des arbres modifie le bilan hydrique et azoté des parcelles
- Expérimentation virtuelle faisant varier systématiquement la densité d'arbre et la distance entre les arbres, pour tenter d'identifier les meilleures configurations pour maximiser les bénéfices de l'agroforesterie tout en maintenant une production agricole acceptable

Enfin, nous avons testé l'effet protecteur de l'agroforesterie face au changement climatique dans une association noyers-blé dur, en prenant comme exemple le site de Restinclières.

3.2.5 RESULTATS

3.2.5.1 VERIFICATION DU MODELE PAR COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXPERIMENTALES

3.2.5.1.1 RENDEMENT DES CULTURES

Une vérification importante du modèle est sa capacité à prédire le rendement des cultures, que ce soit dans une parcelle agricole ou dans une parcelle agroforestière. Cette vérification a été faite sur la parcelle de Restinclières, pour laquelle nous disposons de mesures du rendement chaque année depuis la plantation des arbres en 1995. Cette base de données de longue durée est unique. La calibration du modèle a été faite en utilisant uniquement les données de croissance des arbres, et en calibrant les paramètres qui gouvernent cette croissance. Nous pouvons donc légitimement vérifier le modèle en comparant ses prédictions de rendement des cultures aux valeurs observées.

Nous le faisons ici en comparant les rendements observés et simulés du blé dur, principale culture de la rotation à Restinclières (Figure 6). Nous disposons de 8 années d'observation de cette culture

de blé dur, en parcelle agricole et en parcelle agroforestière. A l'exception de l'année 2012, pendant laquelle le modèle surestime nettement les rendements, on observe un bon comportement du modèle, qui prédit bien le rendement en culture pure, et la réduction du rendement du blé dur en agroforesterie. Rappelons qu'on ne peut pas attendre une coïncidence parfaite, car le modèle ne tient pas compte des maladies et ravageurs de la culture, ce qui peut expliquer les rendements prédits trop élevés certaines années. Mais l'important est que le modèle est apte à représenter l'impact des arbres sur les cultures, ce qui est une condition essentielle pour l'utiliser.

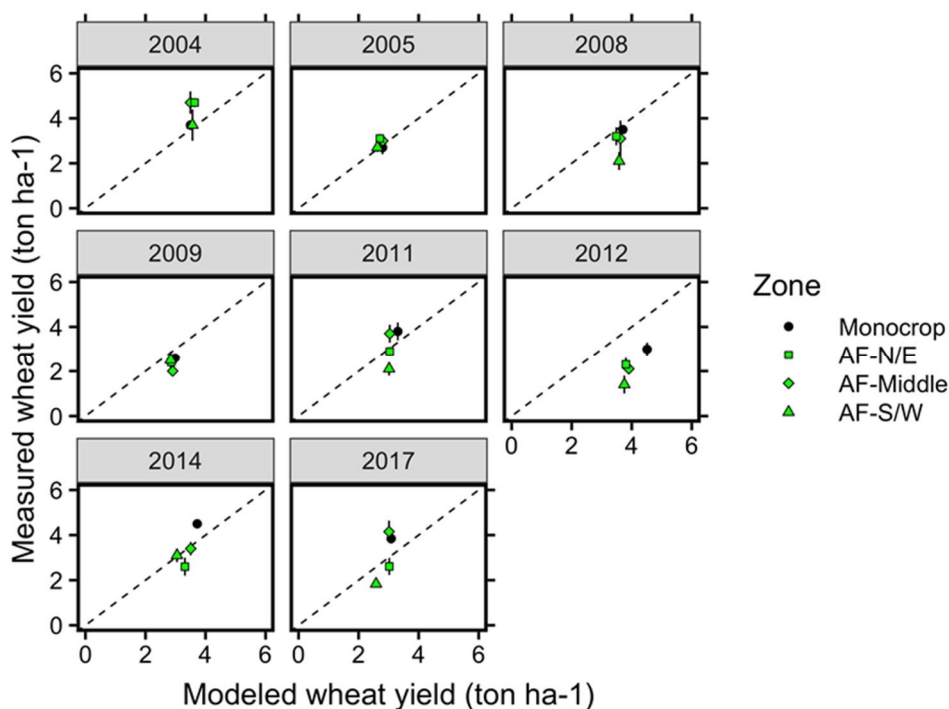


Figure 6: Comparaison des rendements observés et prédits par le modèle Hi-sAFe pour la culture de blé dur à Restinclières

3.2.5.1.2 BILAN HYDRIQUE

Afin de tester la capacité du modèle à bien rendre compte des relations hydriques entre les arbres et la culture, nous avons réalisé une expérimentation sur une culture de maïs, en modulant la quantité d'eau apportée par l'irrigation, avec trois modalités :

- Modalité « Opt » (irrigation optimale) : déclenchement de l'irrigation dès l'apparition de symptômes de stress hydrique (enroulement des feuilles)
- Modalité « Min » (irrigation minimale) : déclenchement de l'irrigation lorsque plus de 50% des plantes présentaient des symptômes de stress hydrique
- Modalité « Nolr » : pas d'irrigation

Ces trois modalités ont été appliquées dans deux parcelles de Restinclières (A2 et A3) dans lesquelles des noyers hybrides avaient été plantés en 1995. La densité d'arbres actuelle est de 96 arbres/ha (13 m entre les lignes d'arbres, entre 4 et 12 m (8m en moyenne) entre les arbres le long de la ligne). Dans chacune des deux parcelles, une zone sans arbres sert de témoin « Agriculture pure ».

Le facteur « irrigation » (Opt/Min/Nolr) a donc été croisé avec le facteur « système » (AF/AG). Seule la modalité Nolr n'a pas été appliquée dans le témoin agricole de la parcelle A2, car nous avons estimé que les plantes n'y auraient pas survécu. Dix répétitions de la modalité irriguée ont été mises en place dans chaque système de chaque parcelle. Chaque répétition était pairée avec une placette qui recevait soit une irrigation réduite, soit pas d'irrigation, il y avait donc 5 répétitions pour chacune de ces modalités. La Figure 7 montre le dispositif expérimental.

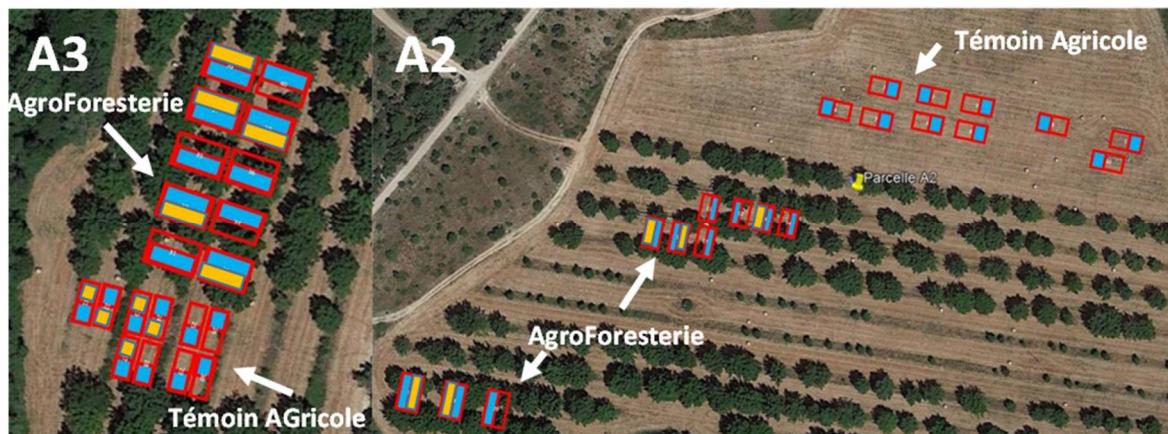


Figure 7 : dispositif expérimental pour le suivi de la culture de maïs sur le Domaine de Restinclières (Hérault) : placettes bleues = maïs irrigué, placettes orange = irrigation réduite, placettes transparentes = non irrigué. Image de gauche : parcelle A3, image de droite : parcelle A2

Le maïs a été semé le 6/5/2021 et récolté entre le 21/9/2021 et le 15/10/2021 (en fonction de la maturité, qui variait entre les modalités). De nombreuses observations ont été réalisées tout au long de la saison de croissance du maïs (Figure 8). Les suivis de microclimat et de température de feuilles ont montré une diminution du rayonnement atteignant les plantes allant jusqu'à -70%. La température des feuilles était plus faible (jusqu'à 3 degrés C de moins) en agroforesterie qu'en agriculture pure pendant la journée, et en moyenne un degré plus chaude en agroforesterie pendant la nuit.



Figure 8 : illustration de quelques mesures réalisées lors de l'expérimentation maïs (de gauche à droite et de haut en bas) : photos hémisphériques pour caractériser l'environnement lumineux de chaque placette, taux de levée, microclimat, température des plantes, profondeur racinaire, phénologie, hauteur des plantes, rendement, composantes du rendement.

Les observations phénologiques ont montré un retard systématique du développement du maïs en agroforesterie par rapport à l'agriculture pure. Les parcelles non irriguées étaient par contre systématiquement plus avancées dans le cycle. Ainsi, la floraison s'est étendue sur 4 semaines (de mi-juillet pour les plus précoces à début août pour les plus tardifs). La fin de sénescence a commencé dès début septembre pour les parcelles AG Nolr, et jusqu'à mi-octobre pour les placettes les plus à l'ombre.

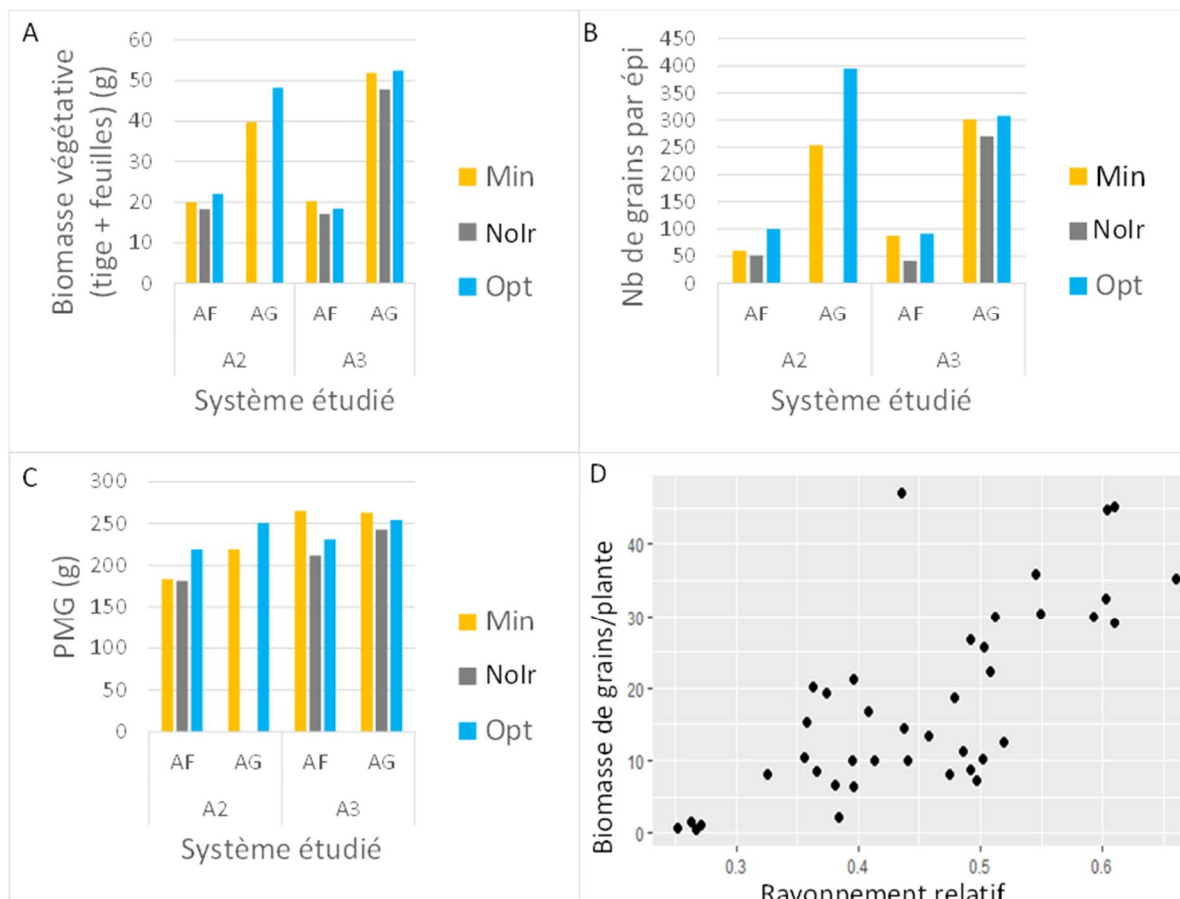


Figure 9 : Biomasse végétative du maïs (A), nombre de grains par épi (B) et poids de mille grains (C) en fonction de la modalité d'irrigation, du système et de la parcelle. Relation entre le rendement et le rayonnement relatif (D)

Les observations de rendement et de composantes de rendement montrent une très forte diminution du rendement en agroforesterie par rapport au témoin agriculture pure, quel que soit le niveau d'irrigation, et cette diminution est due à la fois à la diminution de la biomasse végétative (Figure 9A) et au nombre de grains par épi (Figure 9B), avec un effet plus limité et pas systématique sur le poids de mille grains (Figure 9C). La relation linéaire entre la biomasse de grains et le rayonnement relatif (Figure 9D) semble indiquer que le facteur limitant pour le maïs en agroforesterie a été la disponibilité de la lumière.

Ces rendements très faibles expliquent la très mauvaise efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation observée en agroforesterie (Figure 10). Nos résultats montrent donc que l'agroforesterie permet certes de diminuer les besoins en eau d'irrigation, mais que la compétition pour la lumière est bien trop importante dans ce système avec 100 noyers hybrides de 26 ans par hectare pour que la culture du maïs reste rentable. L'objectif de l'expérimentation n'était d'ailleurs pas de tester un système économiquement viable et transposable chez des agriculteurs, mais d'obtenir des données pour

tester la capacité du modèle à simuler les compétitions entre des arbres et une culture d'été, ce qui n'avait encore jamais été fait.

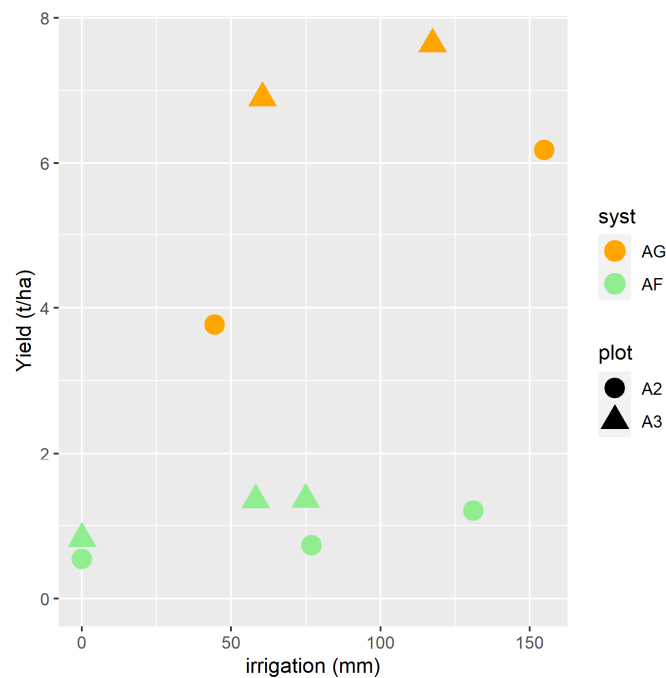


Figure 10: Rendement en fonction de l'eau d'irrigation apportée en agroforesterie (AF) et en témoin agriculture pure (AG), dans les parcelles A2 et A3 du domaine de Restinclières

Malheureusement, les comparaisons entre les données observées et simulées montrent une mauvaise capacité prédictive du modèle. La variété de maïs utilisée dans l'expérimentation (Distinxxion) n'étant pas paramétrée par défaut dans le modèle STICS, cette comparaison se base sur une démarche de simulation en plusieurs étapes :

- 1) Calibration des paramètres variétaux (en particulier ceux contrôlant la phénologie et le poids maximal des grains) en se basant sur les observations du témoin agriculture pure avec irrigation optimale de la parcelle A3
- 2) Simulation des autres modalités en gardant les mêmes valeurs de paramètres, en faisant varier les caractéristiques de la parcelle (entre les parcelles A2 et A3) et l'irrigation (en mettant les dates et volumes d'irrigation réellement appliqués)
- 3) Comparaison entre données observées et simulées pour les variables mesurées : LAI, biomasse, rendement, profondeur d'enracinement, nombre de grains, poids d'un grain.

La calibration sur la modalité A3 AG Opt permet de très bien reproduire le LAI, la biomasse, le rendement (Figure 11), la profondeur d'enracinement. Elle surestime un peu le nombre de grains et sous-estime beaucoup le poids d'un grain. Ces deux erreurs sont liées puisque dans STICS le poids d'un grain est calculé en divisant le rendement par le nombre de grains.

Le modèle ainsi calibré représente plutôt bien la situation en A3 AG Min (qui est en fait très proche de A3 AG Opt). Par contre, il ne reproduit pas la baisse de rendement mesurée dans le traitement non irrigué en A3 AG. Cette baisse est significative sur le LAI, la biomasse et le rendement (moins

30 à 40%) dans les données observées, mais il semble que le modèle ne parvienne pas à prédire ce stress hydrique. Les simulations ne sont pas non plus satisfaisantes pour le système en agriculture pure dans la parcelle A2 : le modèle surestime largement le rendement dans cette parcelle. Ce peut être en partie dû aux fortes infestations d'adventices dans cette parcelle (or le modèle ne représente pas les bioagresseurs), ce que semble confirmer le fait que le rendement était mieux prédit dans les deux placettes dans lesquelles les infestations d'adventices étaient les plus faibles. Mais on observe la même sous-estimation de l'effet de la sécheresse pour le traitement peu irrigué. Il n'y avait pas de traitement non irrigué en A2 dans l'expérimentation terrain (nous avons jugé que c'était impossible, les plants seraient morts), donc on n'a pas de valeur de terrain à comparer au modèle, mais le modèle prévoit un rendement similaire à la modalité Min.

Sans surprise étant donnée la faible capacité prédictive du modèle en témoin agriculture pure, le modèle ne prédit pas non plus correctement le comportement du maïs agroforestier. Le modèle surestime tout : le LAI, la biomasse, le rendement. Cela peut venir d'un mauvais calcul de la compétition lumineuse des arbres, d'un mauvais calcul de la compétition souterraine des arbres dû à une mauvaise représentation des racines de l'arbre adulte dans la simulation d'initialisation sur 25 ans, d'un problème dans le formalisme de la conversion lumière/biomasse aux faibles éclaircissements dans STICS. De plus amples analyses seront nécessaires pour identifier la cause de ce problème, et donc de savoir si seul le maïs est mal représenté dans le modèle, ou s'il y a un problème plus fondamental dans les formalismes.

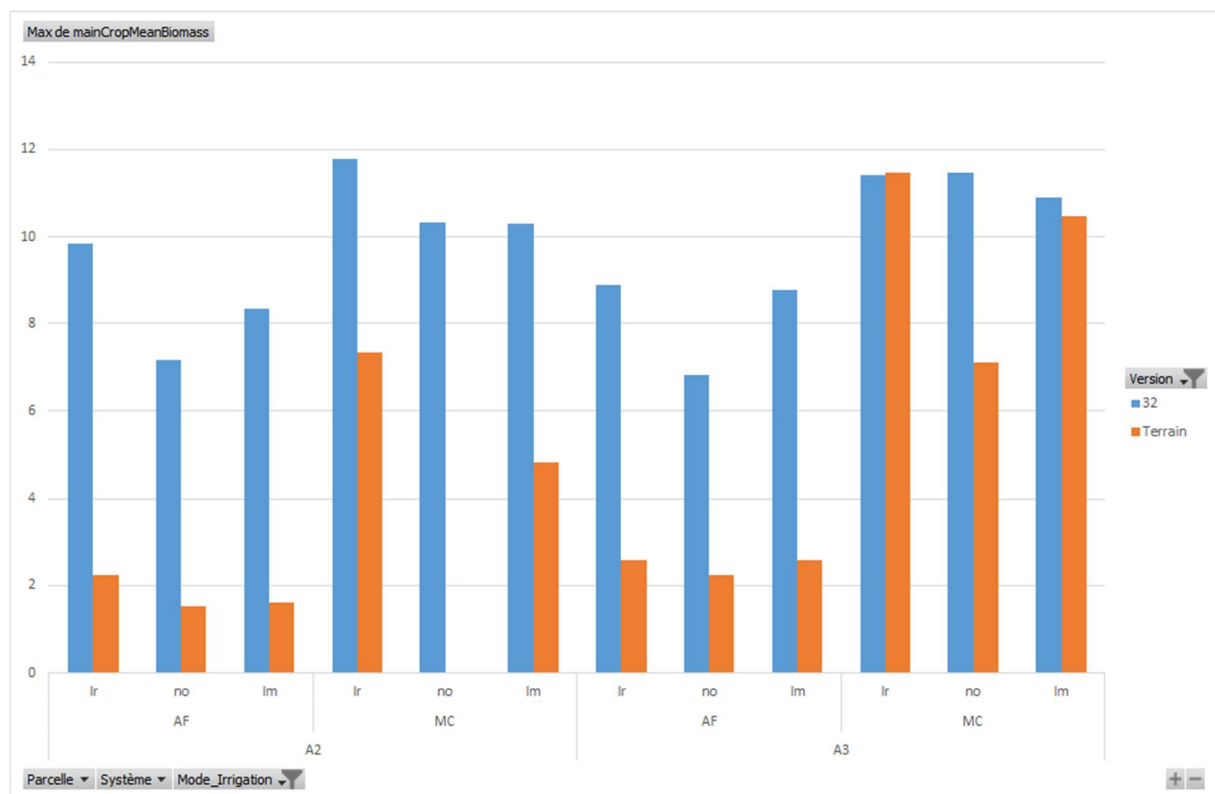


Figure 11: Comparaison des biomasses de maïs simulées (en bleu) et observées (en orange) en fonction de la parcelle, du système et de la modalité d'irrigation.

3.2.5.1.3 BILAN AZOTE

Afin de tester la capacité du modèle à bien rendre compte de la compétition pour les ressources azotées entre les arbres et la culture, nous avons réalisé une expérimentation sur une culture de blé tendre l'année suivante, en profitant du fait que le maïs avait été surfertilisé (car son rendement réel a été très largement inférieur au rendement attendu). Seules les placettes de maïs avaient été implantées et donc fertilisées en 2021, le reste de la parcelle étant resté en jachère, donc sans apport d'azote. Il est donc possible de mesurer l'impact de ce précédent sur le blé, à la fois dans le témoin agricole et dans les parcelles agroforestières.

Un mélange de trois variétés anciennes de blé tendre (Rouge de Bordeaux, Touzelle et Epeautre) a été semé le 23/11/2021 et récolté le 30/06/2022. Le rendement a été globalement faible (14 qx/ha en TA, 7 qx/ha en AF), notamment suite à une pluviométrie très déficitaire, mais aussi à une infestation par les mauvaises herbes de la parcelle. Il s'agissait en effet d'une culture en agriculture biologique (conversion en cours des parcelles de Restinclières), avec des variétés anciennes qualitatives à faible potentiel.

Tableau 4: Réduction du rendement du blé tendre par la compétition des arbres en agroforesterie (2022) (Ratio Rendement en AF/Rendement en TA)

Parcelle	Précédent	
	Jachère	Maïs
A2	0.68	0.47
A3	0.37	0.46
Moyen	0.59	0.46

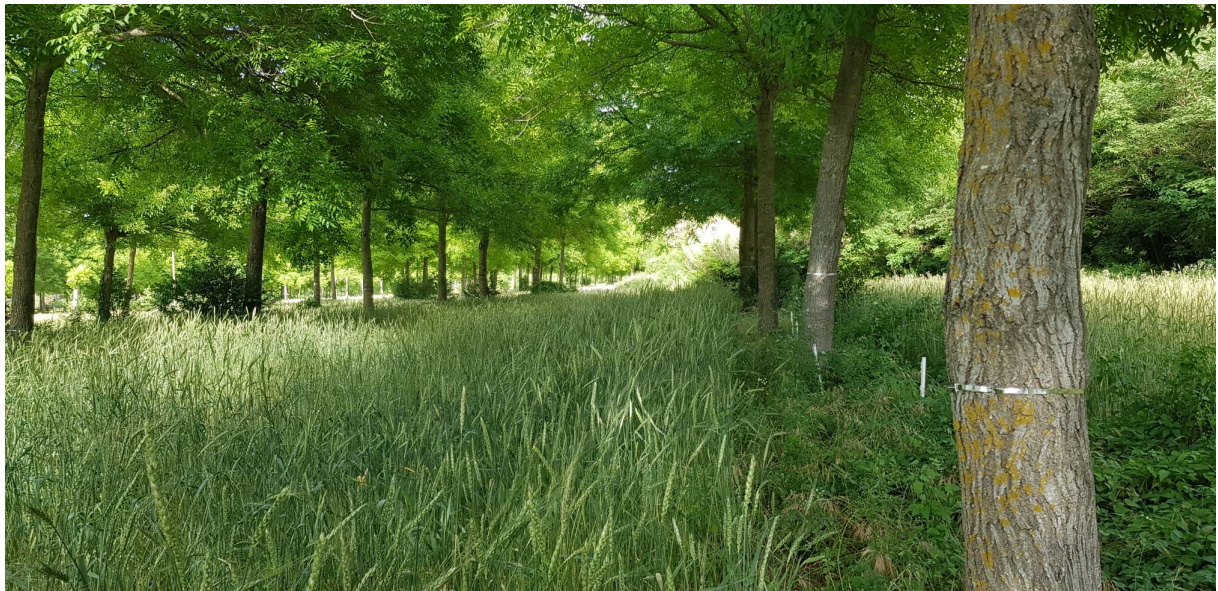


Figure 12: Fort développement végétatif du blé tendre en agroforesterie derrière le précédent maïs (en haut : 2 avril 2022 ; en bas : 8 juin 2022). L'impact du précédent est variable, suggérant une hétérogénéité forte des reliquats d'azote

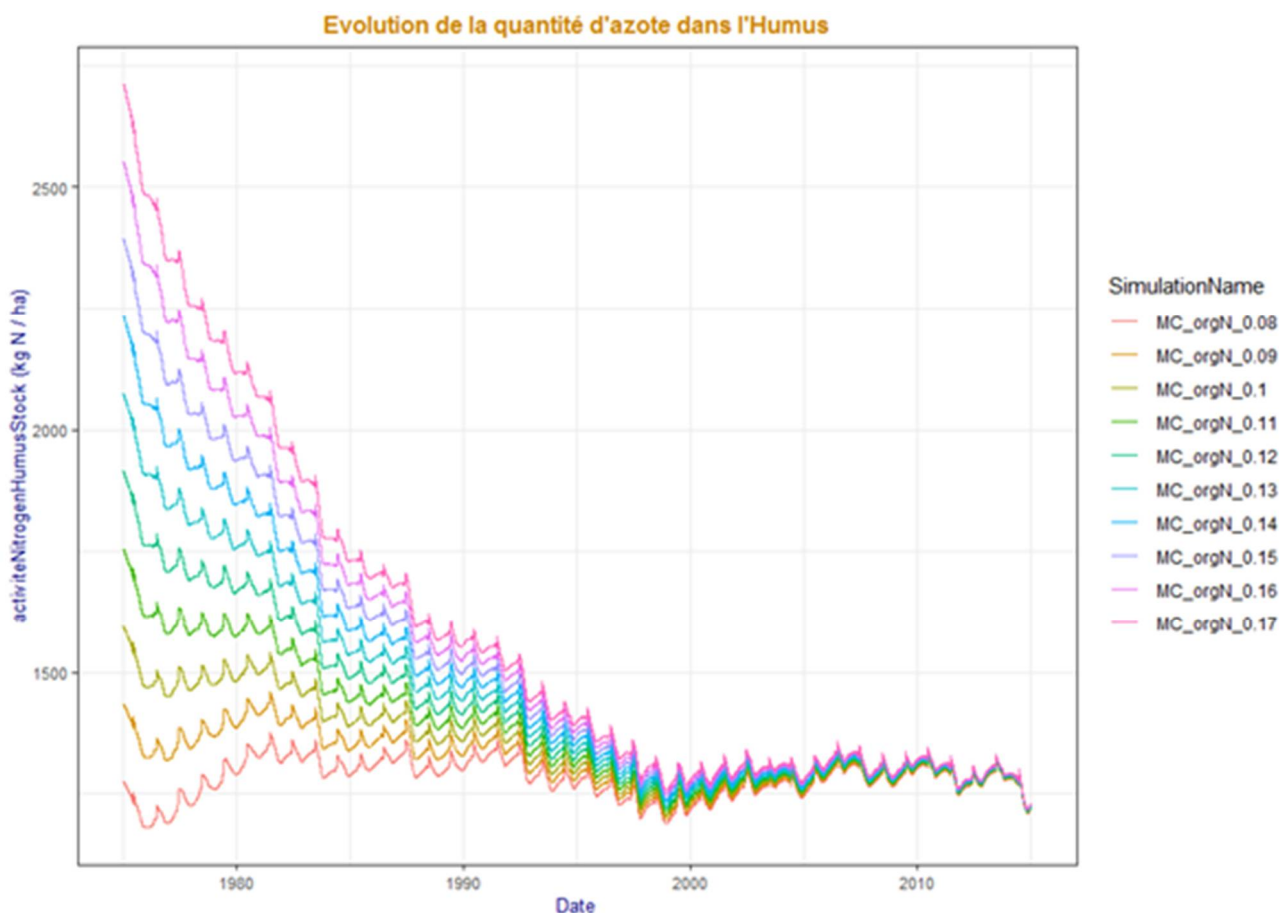
Le précédent maïs (que nous assimilons à un effet reliquat d'azote) a bien eu un fort impact sur la croissance végétative et le rendement du blé. L'observation du blé confirme bien qu'il s'agissait d'un puissant effet azote (couleur des feuilles, vigueur). Cet effet azote a été beaucoup plus puissant dans les parcelles agricoles (+74% de rendement) que dans les parcelles agroforestières (+68%), mais on note une forte différence entre les deux parcelles. La parcelle A3 est plus favorable au précédent maïs que la parcelle A2.

Tableau 5: Effet du précédent maïs sur le rendement du blé tendre en 2022 à Restinclières (ratio précédent maïs/précédent jachère)

Parcelle	AF	TA
A2	1.19	1.72
A3	2.17	1.74
Moyen	1.68	1.73

Cependant, il est évident que les reliquats d'azote étaient fortement variables d'une placette à l'autre, du fait de l'hétérogénéité des rendements observés en 2022 sur le maïs et de l'hétérogénéité de la compétition racinaire des arbres (arbres de tailles variables, distance aux arbres variable). Il est donc difficile de dire si toutes les placettes avec précédent maïs étaient en situation d'absence de stress azoté. Cette comparaison est cependant instructive : les résultats montrent que l'azote était un facteur très limitant dans cette parcelle conduite en bio sans apport d'engrais organique, aussi bien en témoin agricole qu'en situation agroforestière. Il sera donc très intéressant de faire des simulations avec le modèle Hi-sAFe pour évaluer l'aptitude du modèle à prévoir ce comportement. Ces simulations n'ont pas encore été réalisées pour cette expérimentation.

Nous avons néanmoins réalisé une analyse de sensibilité du modèle aux conditions d'initialisation des sols en matière organique (paramètre OrganicNitrogen de Stics). Les résultats montrent qu'il faut une bonne dizaine d'années pour qu'un équilibre s'installe (Figure 13).



Variation de la lixiviation selon l'initialisation de organicNitrogen

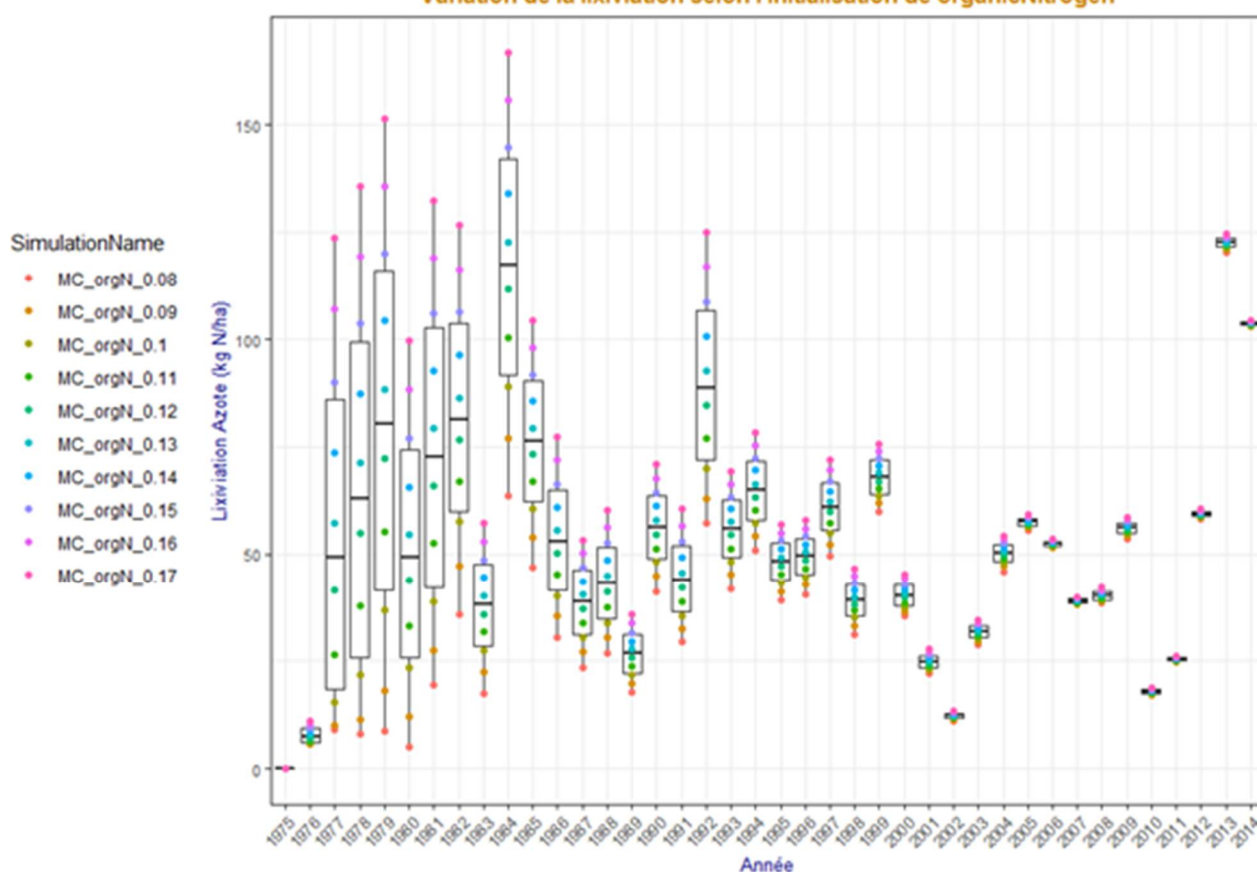


Figure 13: Impact de l'initialisation du sol en matière organique sur l'évolution du pool d'azote dans l'humus (en haut) et de la lixiviation (en bas) sur 40 ans (parcelle agricole, site de Restinclières)

3.2.5.1.4 RENDEMENT DES CULTURES SUR LES DIFFERENTS SITES DU RESEAU

Pour compléter cette vérification des prédictions du modèle, réalisée uniquement sur la parcelle de Restinclières pour l'agroforesterie, nous avons également comparé les rendements simulés en modalité agriculture pure avec les rendements observés dans les autres sites du projet ARBRISSEAU (pour lesquelles les arbres sont encore trop petits pour avoir un effet sur les cultures sur le terrain). La comparaison des rendements des cultures observés vs simulés en témoin culture agricole pure (Tableau 6) montre que le modèle a tendance à sous-estimer le rendement du blé tendre (dans 5 sites sur 6), et à surestimer le rendement du colza (en particulier sur le site de CHAM où le rendement simulé est presque le triple du rendement observé), peut-être en relation avec des fortes attaques d'insectes ravageurs (qui ne sont pas représentés dans le modèle). Le maïs est plutôt bien simulé, mais nous n'avons pas pu simuler la récolte du maïs ensilage. Pour l'orge, le pois et le soja, le modèle sous-estime ou surestime le rendement selon les sites. Il est nécessaire de garder en tête cette marge d'erreur dans les simulations, qui sont dues aux incertitudes sur la description du sol de certains sites (qui n'était connu que dans l'horizon de surface), au fait que les variétés réellement utilisées dans les expérimentations diffèrent des variétés paramétrées dans le modèle, que le modèle ne prend pas en compte les pertes de rendement dues aux bioagresseurs, et plus généralement aux incertitudes concernant les paramètres et les formalismes du modèle (mais peut-être aussi aux incertitudes dans les données observées).

Tableau 6: rendements observés et simulés sur chacun des sites et chacune de cultures, en témoin culture pure. Les données sans années sont issues d'estimations à dire d'expert ou d'expérimentations menées précédemment par le partenaire.

Site	Culture	Année observat°	Rendement observé (t/ha)	Rendement simulé (t/ha)	Erreur (%)
CHAM	Blé tendre	2017/2018	5	4.1	-17
CHAM	Colza	2019/2020	1.1	3.2	194
CHAM	Orge Hiver	2018/2019	6.5	8.3	28
CHAR	Blé tendre	2017/2018	7	4.2	-40
CHAR	Colza	2016/2017	3.75	3.9	4
CHAR	Colza	2018/2019	3.3	3.4	4
CHAT	Blé Tendre	XXX	7	7.0	-1
CHAT	Maïs	XXX	9	9.9	10
CHAT	Soja	XXX	2.2	2.8	26
DIE	Blé tendre	2020/2021	6	4.2	-30
DIE	Colza	XXX	4.7	3.4	-27
DIE	Orge Hiver	XXX	6	5.3	-11
DIE	Pois	XXX	3	3.2	6
PESM	Blé Tendre	2017/2018	6.7	5.8	-13
PESM	Colza	2016/2017	4.7	5.3	13
PESM	Maïs Ensilage	2018/2019	15	NA	NA
TAB	Blé tendre	XXX	7.5	5.0	-33
TAB	Maïs	XXX	11	10.9	-1
TAB	Soja	XXX	5.2	4.2	-18

3.2.5.2 BILAN HYDRIQUE ET AZOTE (ET PRODUCTION) DES AUTRES PARCELLES

Des rapports détaillés par site ont été produits (cf. exemple de TAB en annexe), nous synthétisons ici les résultats de l'analyse globale de tous les sites.

3.2.5.2.1 CULTURE PURE

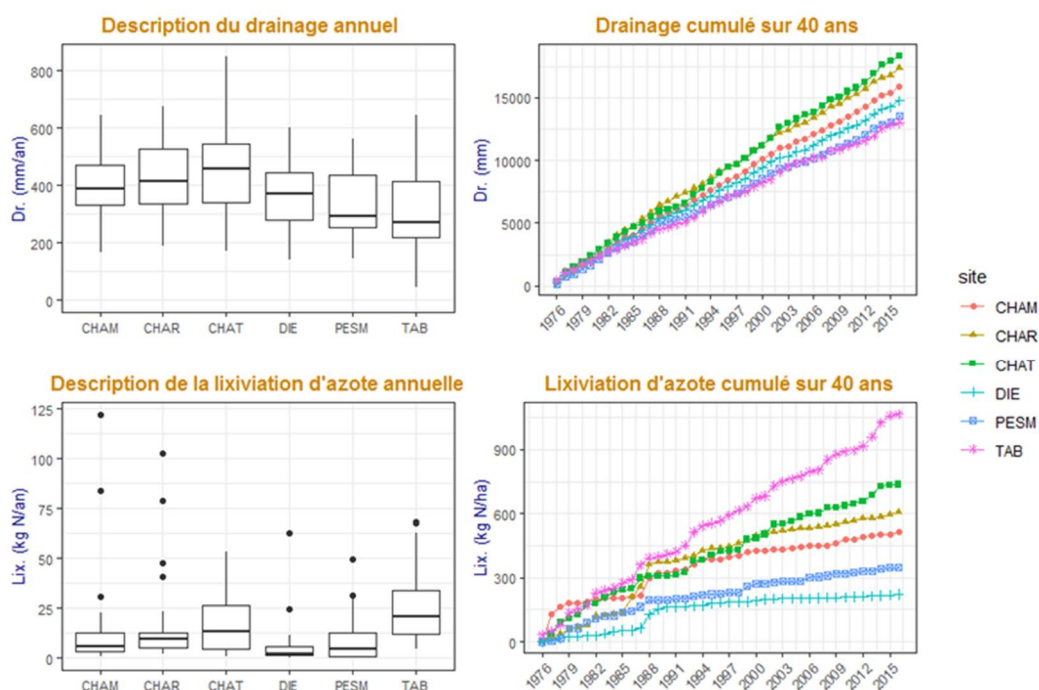


Figure 14 : Drainage et lixiviation d'azote en condition de culture pure sur les 6 sites satellites : variabilité interannuelle et cumul sur toute la période 1975-2015

La comparaison du drainage annuel entre les 6 sites (Figure 14) montre une très forte variabilité interannuelle du drainage (Figure 14a), avec néanmoins des différences notables entre sites. La lixiviation est un peu moins variable, sauf certaines années où l'on observe des pics de lixiviation. Le modèle reproduit bien l'effet de la texture du sol, ainsi la lixiviation très faible (< 10 kg N / ha) du site de DIE est à mettre en lien avec son sol argileux. On peut noter que le drainage ne suffit pas à expliquer la lixiviation, qui résulte d'interactions complexes entre les pratiques culturales, l'état de la culture, et les conditions météorologiques de l'année donnée. On observe généralement une lixiviation plus forte dans les sites ayant des cultures d'été dans leur rotation (TAB, CHAT) par rapport aux sites n'ayant que des cultures d'hiver (DIE, CHAR, CHAM).

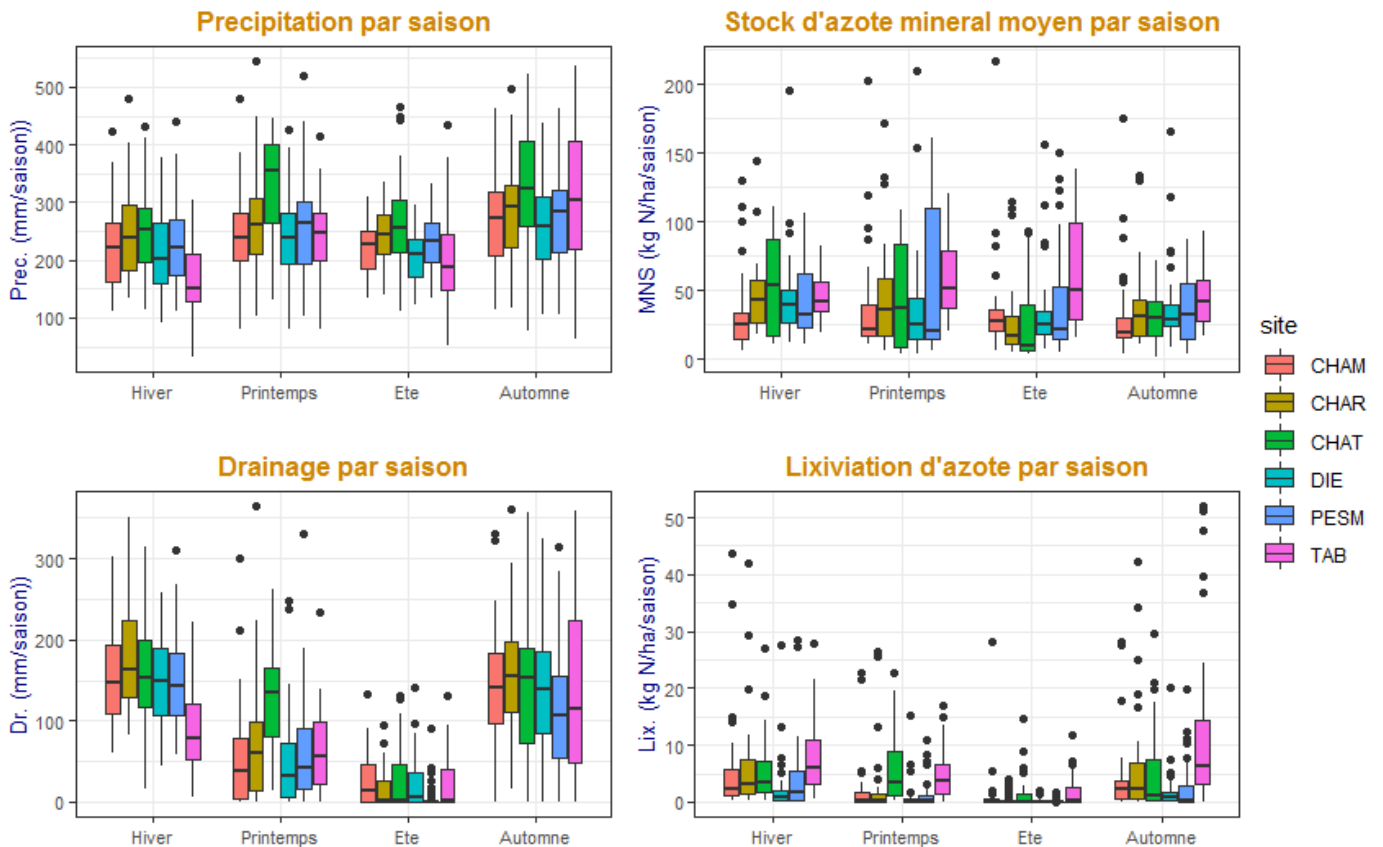


Figure 15: Variables explicatives de la lixiviation d'azote par saison, dans chacun des 6 sites satellites.

L'un des avantages du modèle Hi-sAFe, c'est qu'il simule le fonctionnement de la parcelle au pas de temps journalier, on peut donc décomposer l'année de façon à mieux discerner les effets climatiques des effets liés à la culture. On voit ainsi dans la Figure 15, que selon les sites la lixiviation s'explique plutôt par une forte pluviométrie et fort drainage (par exemple le site de CHAT au printemps), ou par des stocks d'azote minéral importants (par exemple TAB en automne, hiver, printemps).

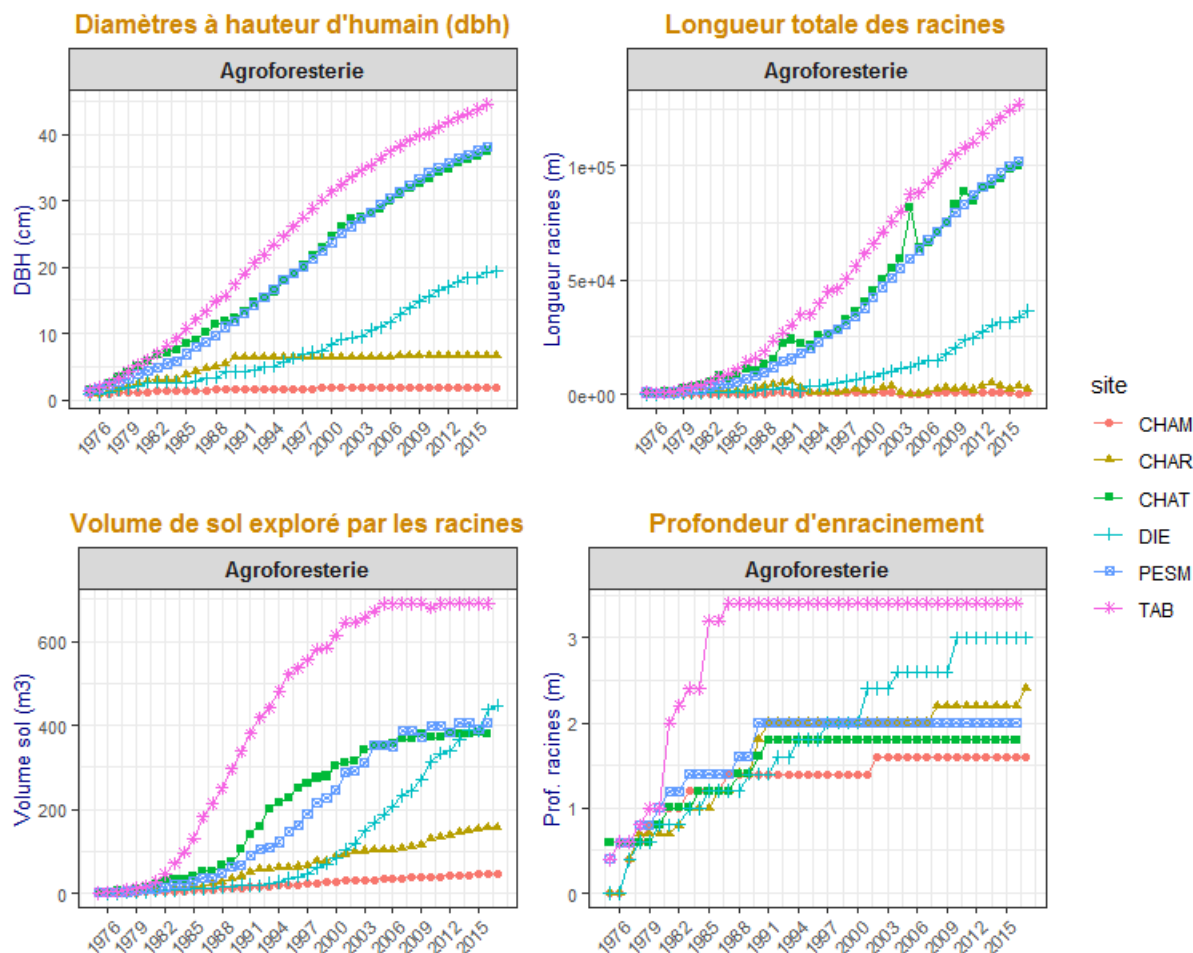


Figure 16: a) Dynamique du diamètre du tronc des arbres simulés sur les 40 ans de simulation dans chacun des 6 sites satellites. b) longueur cumulée de racines fines par arbre, c) volume de sol exploré et d) profondeur racinaire.

Avant d'analyser en détail l'impact de l'agroforesterie sur le bilan hydrique et azoté des parcelles, il convient de vérifier que les simulations conduisent à un développement raisonnable des arbres. La Figure 16 montre que c'est le cas pour les sites CHAT, DIE, PESM et TAB, mais pas pour les sites CHAM et CHAR : pour ces deux derniers sites, les arbres ont un développement très limité avec un diamètre à hauteur de poitrine (DBH) inférieur à 10 cm. La croissance de l'arbre est fortement contrainte par les caractéristiques du sol du site CHAM : bien que la profondeur totale du sol soit de 3m, la présence d'une couche caillouteuse limite la profondeur racinaire à 1m60 de profondeur. Pour le site de CHAR, nous n'avons pas réussi à déterminer ce qui cause l'arrêt de la croissance des arbres, mais c'est lié à la présence des cultures ; en effet les simulations en témoin forestier (arbres sans culture) montrent une croissance des arbres normale. Quoi qu'il en soit, les arbres simulés sont trop petits sur ces deux sites pour avoir un effet sur le bilan hydrique, et nous ne présenterons dans la suite que les résultats sur les quatre autres sites.

Pour les quatre sites ayant une bonne croissance des arbres, la présence d'arbres matures modifie notablement le bilan hydrique et azoté. Le Tableau 5 indique les différences agroforesterie-culture pure (en % de la culture pure) avec des arbres de 40 ans.

Site	Rdt.	Biom.	Tr.	N.up	Evap.	Ruis.	Dr.	Lix.	Stress N.	Stress H.	Rayt.
CHAT	-24.7	-25.8	-32.8	-18.4	-11.6	-18.4	11.5	-32.2	-15.2	-45.2	-42.2
DIE	-23.3	-16	-11.6	-15.1	0.1	-3.9	-1.5	-2.7	2	25.3	-16.1
PESM	-18.4	-21.3	-23.9	-20.4	-13.2	-22.9	4	-21.4	-4.7	-35.2	-34.7
TAB	-21.9	-25.4	-35.3	-11.4	-13.9	-16.8	1.5	-60.1	-21.7	-23.8	-43.5

Tableau 7: Drainage (Dr.), lixiviation (Lix.), ruissellement (Ruis.), évaporation (Evap.), rendement (Rdt.), biomasse (Biom.), transpiration (Tr.), consommation d'azote (N.up), stress azoté (Stress N.), stress hydrique (Stress H.), rayonnement intercepté par la culture (Rayt.) en pourcentage de réduction en agroforesterie par rapport à la culture pure. Les valeurs correspondent à la moyenne annuelle sur les six dernières années de simulation (afin d'avoir deux (trois pour CHAR) itérations de la rotation et ainsi gommer la variabilité climatique et la variabilité entre cultures).

On observe qu'à CHAT, PESM et TAB, la présence d'arbres réduit l'évaporation, la transpiration, le ruissellement et la lixiviation. Il n'y a pas de grosse modification du drainage. A DIE, il y a peu d'effet des arbres sur le bilan hydrique/azoté (l'arbre y est 2 fois plus petit). Le rendement des cultures est toujours diminué (de -18 à -25 %), mais la diminution du rendement est moins importante que la diminution du rayonnement sur les sites de CHAT, PESM et TAB, grâce à la réduction du stress des cultures, en particulier le stress hydrique. Il n'y a que sur le site de DIE que le stress hydrique est augmenté, et dans ce cas la perte de rendement est supérieure à la diminution du rayonnement, ce qui indique que, pour ce site, le facteur limitant n'est pas la lumière, mais l'eau.

Mais ces effets se mettent en place progressivement au cours de la croissance des arbres. La Figure 17 présente un diagramme temporel montrant la mise en place progressive des différences entre l'agroforesterie et la culture pure pour le drainage, la lixiviation, les stocks d'eau et d'azote dans le sol, en prenant comme exemple le site de PESM.

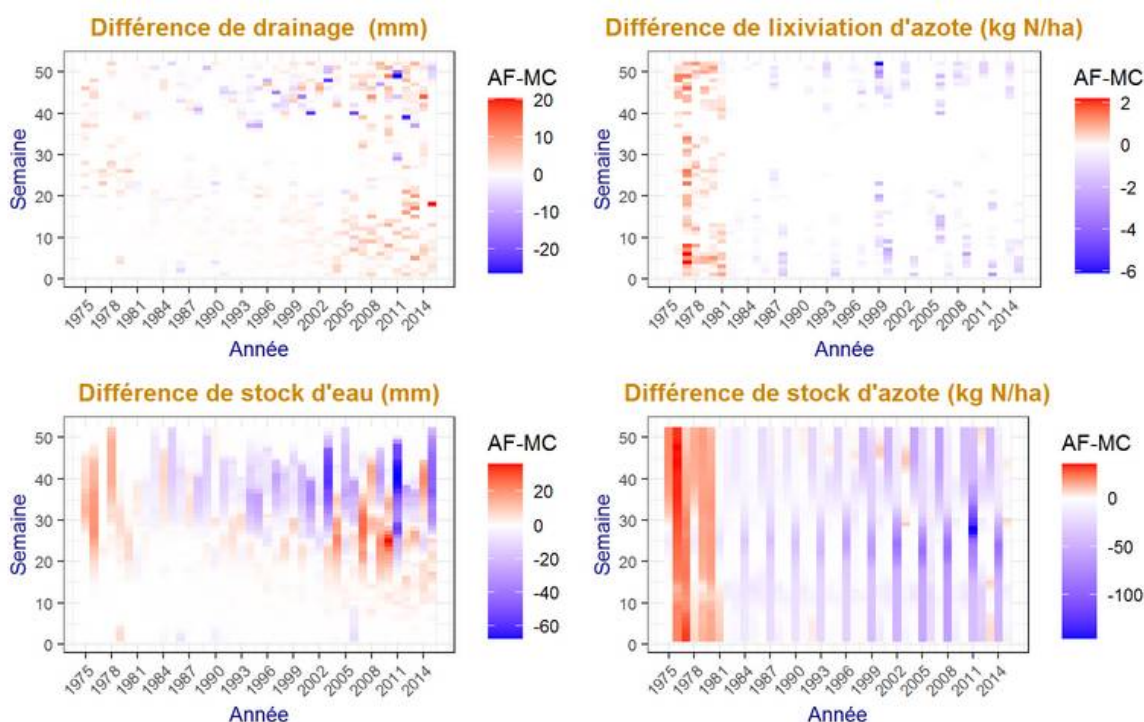


Figure 17: Diagramme temporel (en abscisse, les années, en ordonnée, les semaines dans l'année) des différences entre agroforesterie et culture pure (en rouge : AF>CP, en bleu AF<CP) pour a) le drainage, b) la lixiviation d'azote, c) le stock d'eau dans le sol et d) le stock d'azote minéral dans le sol, pour le site de PESM (rotation : Maïs ensilage – Blé tendre – Colza).

On voit que lorsque l'arbre est petit (<6 ans) les effets sont dus uniquement à la présence d'une bande non semée (le linéaire sous-arboré), sur laquelle, dans nos simulations le sol est nu pendant les 3 premières années, et donc très sensible à la lixiviation, puis un enherbement permanent est mis en place. Ce diagramme illustre bien l'impact de la rotation des cultures, et en particulier l'importance de la complémentarité temporelle entre les arbres et les cultures : les années où la culture est du maïs (barres bleues dans la Figure 17d), le stock d'azote est très inférieur en agroforesterie par rapport au maïs pur, car les arbres et le maïs sont en forte compétition pour l'azote. La présence des arbres réduit la lixiviation principalement les années où il y a du blé tendre (Figure 17b). L'agroforesterie décale la saison de drainage de l'automne à la fin de l'hiver.

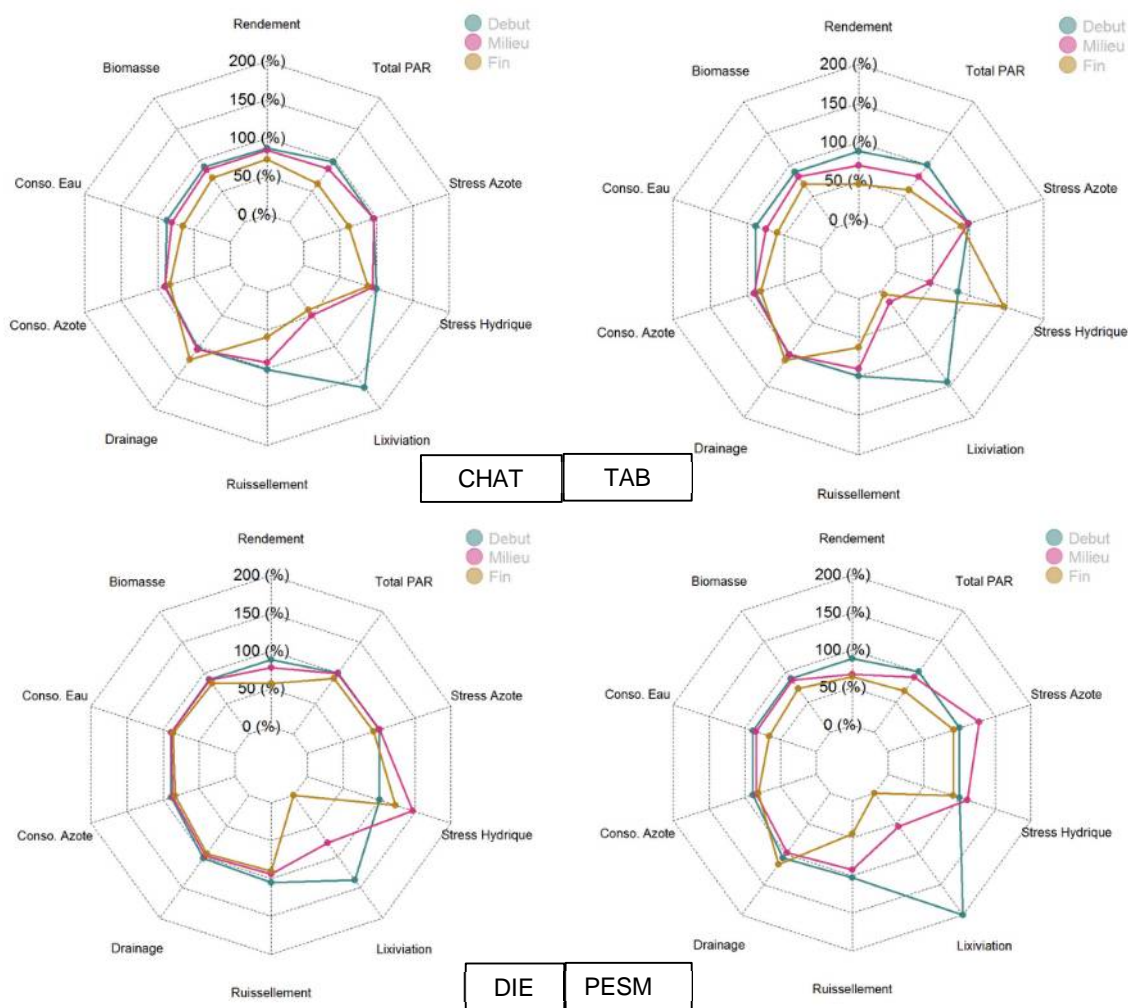


Figure 18 : indicateurs de performance du système agroforestier (en pourcentage par rapport au témoin agriculture pure) pour quatre sites du bassin RMC au début (années 8 à 13), au milieu (années 18 à 23) et à la fin (années 36 à 41) du cycle de croissance des arbres.

Les indicateurs de performance calculés pour chaque site à trois périodes dans le cycle de croissance des arbres (Figure 18) montrent une diminution de la lixiviation et du ruissellement, en moyenne sur l'ensemble du cycle, mais une augmentation transitoire de la lixiviation au début (effet de la bande non cultivée). Le drainage est augmenté dans deux des quatre sites simulés. Malgré la réduction des stress azotés (sauf à PESM) et hydriques (sauf à DIE, et TAB en fin de cycle), on observe une forte réduction de la biomasse et du rendement des cultures.

Les effets positifs de l'agroforesterie en termes de lixiviation et de ruissellement s'accompagnent donc d'un coût en termes agronomiques. Mais on voit qu'il n'y a pas de relation linéaire entre la taille des arbres, la réduction du rayonnement, la réduction du rendement et la réduction de la lixiviation et du ruissellement. Il est donc peut-être possible de trouver des optimums en termes de densité de plantation et/ou de design de la parcelle (largeur des allées, densité d'arbres le long des lignes d'arbres) qui permettraient de maximiser les bénéfices environnementaux de l'agroforesterie tout en maintenant un rendement acceptable.

3.2.5.2.3 EXPERIMENTATION VIRTUELLE : DESIGN DES PARCELLES

Nous avons donc réalisé une expérimentation virtuelle pour tester, dans chaque site, quatre modalités de plantation d'arbres, correspondant à trois densités d'arbres (30, 50 et 70 arbres par hectare) et deux distances intra-ligne entre les arbres (5m et 7m), ce qui aboutit à des distances entre lignes d'arbres de 29, 47 ou 65 m :

- 7x47 ~ 30 arbres / ha
- 7x29 ~ 50 arbres / ha
- 5x65 ~ 30 arbres / ha
- 5x29 ~ 70 arbres / ha

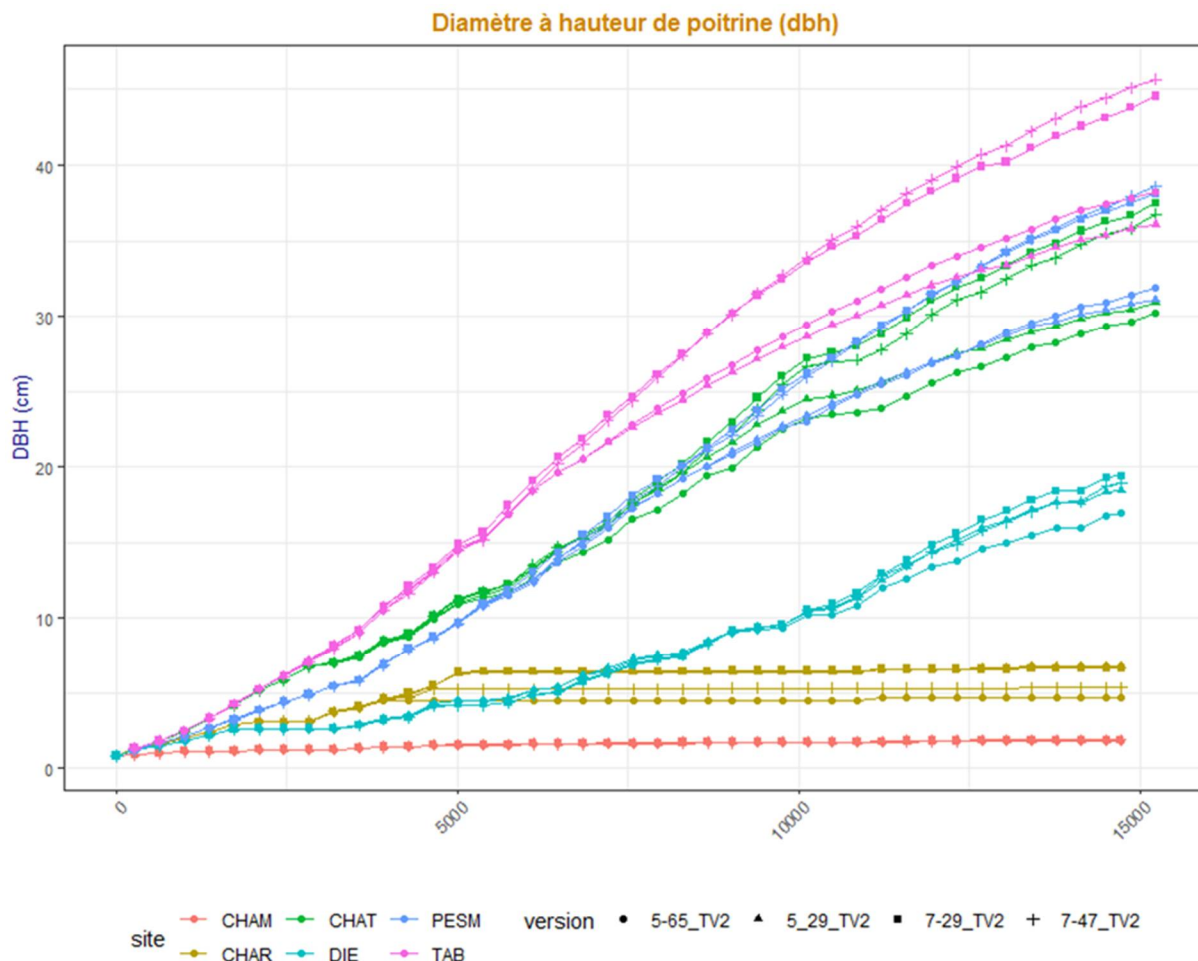


Figure 19 : effet du design spatial de la parcelle sur la croissance des arbres dans les six sites du projet ARBRISSEAU (6 couleurs). Ronds : plantation en 5m entre arbres le long de la ligne x 65m entre lignes (environ 30 arbres/ha), triangles : 5x29 (environ 70 arbres/ha), carrés : 7x29 (env. 50 arbres/ha), croix : 7x47 (env. 30 arbres/ha).

La croissance en diamètre des arbres en fonction du design de plantation (Figure 20) montre un fort effet de la proximité entre arbres d'une même ligne sur la croissance de l'arbre : comparez croix et carrés d'une part (7 m de distance le long de la ligne) et triangles et ronds d'autre part (5 m de distance le long de la ligne). On n'observe par contre pas d'effet systématique de la densité d'arbres : à distance intra-ligne égale, le passage de 30 à 70 arbres/ha (rond à triangle) a un effet négatif sur le site de TAB, aucun effet sur le site de PESM, et même un effet positif sur les sites de DIE et CHAT). Ces résultats montrent que la croissance de l'arbre est fortement limitée par la compétition inter-arbres lorsqu'ils sont trop serrés sur la ligne.

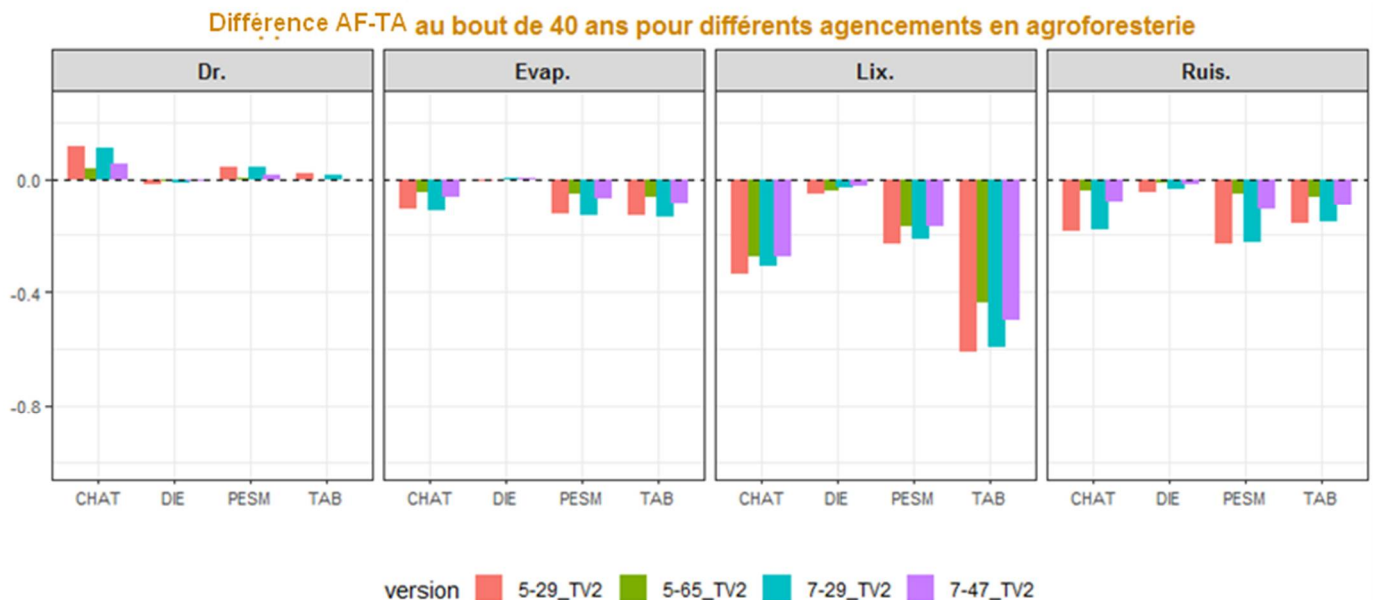


Figure 20: Différence en termes de variables des bilans hydrique et azoté entre agroforesterie (arbres de 40 ans environ) et témoin agriculture pure pour quatre agencements spatiaux des arbres (distance entre arbres le long de la ligne _ distance entre lignes), dans quatre sites du bassin RMC.

A l'inverse, les résultats concernant les termes du bilan hydrique (drainage, évaporation, ruissellement) montrent en général un effet plus important de la largeur de l'allée cultivée. On observe ainsi dans la Figure 20 un effet plus faible de l'agroforesterie en 5x65 (vert) qu'en 7x47 (violet), à densité d'arbres égales, alors que les effets sont similaires entre 7x29 (bleu) et 5x29 (rouge) alors que la densité passe de 50 à 70 arbres/hectares. Cette tendance n'est pas systématiquement présente dans tous les sites ni pour toutes les variables, mais on l'observe pour le ruissellement et l'évaporation à CHAT, PESM et TAB, le drainage à CHAT.

Pour la lixiviation, il n'y a pas de tendance claire qui se dégage : la largeur de l'allée a plus d'effet que la densité sur le site de TAB, mais c'est l'inverse qui se produit pour le site de CHAT et PESM.

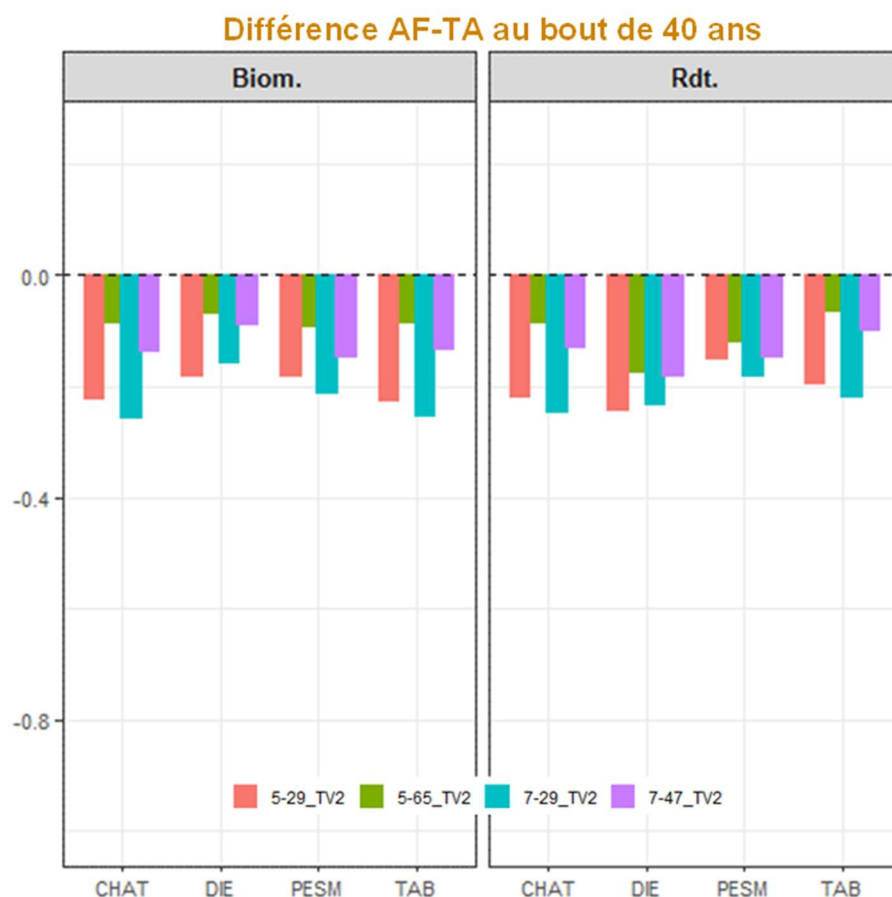


Figure 21 : Différence en termes de performances agronomiques entre agroforesterie (arbres de 40 ans environ) et témoin agriculture pure pour quatre agencements spatiaux des arbres (distance entre arbres le long de la ligne _ distance entre lignes), dans quatre sites du bassin RMC. Vert : plantation en 5mx65 m (30 arbres/ha), violet : 7x47 (30 arbres/ha), rouge :5x29 (70 arbres/ha), bleu : 7x29 (50 arbres/ha).

L'effet du design de plantation sur les performances des cultures passe à la fois par un effet de la largeur de l'allée cultivée et de la densité d'arbres : pour tous les sites, le classement des agencements est le même, 5x65>7x47>5x29>7x29 (Figure 21).

Ces résultats montrent que l'agencement 5x65 semble un bon compromis car il permet d'avoir une réduction notable de la lixiviation (en tout cas à CHAT, TAB et PESM) tout en ayant un impact faible sur la culture. Mais le choix de l'agencement dépendra des priorités de l'agriculteur (rendement des cultures vs croissance des arbres vs diminution de la lixiviation).

3.2.5.3 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, l'effet bénéfiques des arbres sur les termes des bilans hydrique et azoté se met en place progressivement au cours des décennies (après, dans certains cas, une période transitoire où l'impact, par exemple sur la lixiviation, est néfaste). De plus, la valorisation des arbres ne peut se faire, dans le cas d'arbres à bois, qu'après une certaine durée de croissance de l'arbre. De ce fait, on ne plante pas un système agroforestier pour quelques années, mais plutôt pour quelques décennies. Se pose alors le problème du changement climatique : les effets bénéfiques observés sous climat actuel perdureront-ils dans le cadre du changement climatique ? Les compétitions arbres-cultures risquent-elles d'être exacerbées au point de mettre en question la productivité du système ? Pour répondre à ce type de questions, le modèle Hi-sAFé est

encore une fois un allié précieux : en représentant les mécanismes par lesquels le climat impacte un système agroforestier, il permet de simuler le comportement futur du système en changeant simplement les variables climatiques d'entrée.

Nous avons réalisé des simulations du site de Restinclières en climat passé (1951–1990), actuel (1991–2030) et futur (2031–2070), en agroforesterie et en témoin agriculture pure, pour décrire le comportement du système en réponse au changement climatique. Les données climatiques ont été obtenues à partir des simulations du GIECC, sous l'hypothèse du scénario 8.5 du 5^{ème} rapport du GIECC (scénario business-as-usual, sans modification drastique de drivers du changement climatique, qui conduit à un forçage radiatif de 8.5 W/m² en 2100). Le climat à Restinclières devrait sous ce scénario devenir plus chaud, légèrement plus sec et avec plus de rayonnement incident (du fait de la diminution de la nébulosité) ; ainsi, la température devrait augmenter d'environ 3°C entre 1951 et 2070, l'humidité relative devrait diminuer de 2%, et le rayonnement augmenter de 5%. La somme annuelle des précipitations devrait également augmenter, pour passer de 1017 à 1059 mm, mais avec une répartition plus irrégulière des pluies et plus de pluies intenses (>16 mm par jour).

L'impact de ces changements sur les cultures a été caractérisé par différents indices de stress : stress hydrique conduisant à la fermeture des stomates, stress hydrique conduisant à la sénescence accélérée des feuilles, stress thermique (chaud) conduisant à une diminution de l'efficacité de conversion de la lumière et stress thermique conduisant à un ralentissement du remplissage des grains. L'impact sur le rendement des cultures a également été examiné. Enfin, les bilans hydriques et azotés ont été comparés en climat actuel et futur.

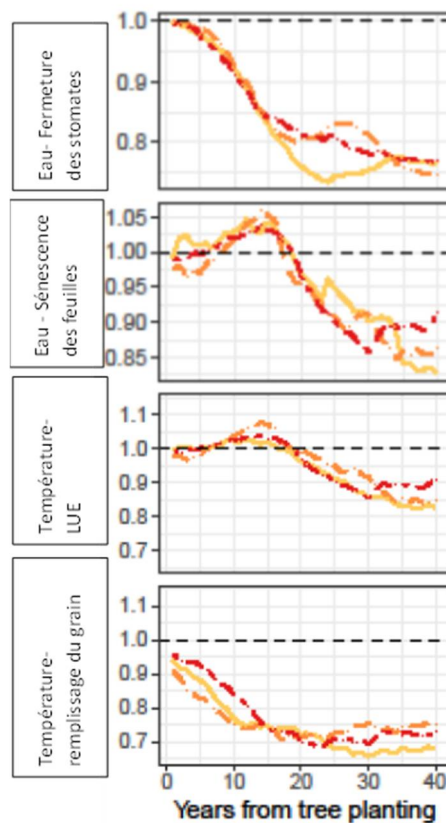


Figure 22 : Effet de l'agroforesterie sur les stress hydriques et thermiques de la culture (rapport du stress en agroforesterie/stress en témoin agriculture pure) pour le stress hydrique déclenchant la fermeture des stomates (A), déclenchant la sénescence des feuilles (B), stress thermique impactant l'efficacité de conversion de la lumière (C) et stress thermique impactant le remplissage du grain (D), en climat passé (orange clair), présent (orange foncé) et futur (rouge)

Les résultats montrent effectivement une réduction des stress hydrique et thermique (après une augmentation transitoire) en agroforesterie par rapport au témoin agriculture pure, quelle que soit la période considérée (Figure 22).

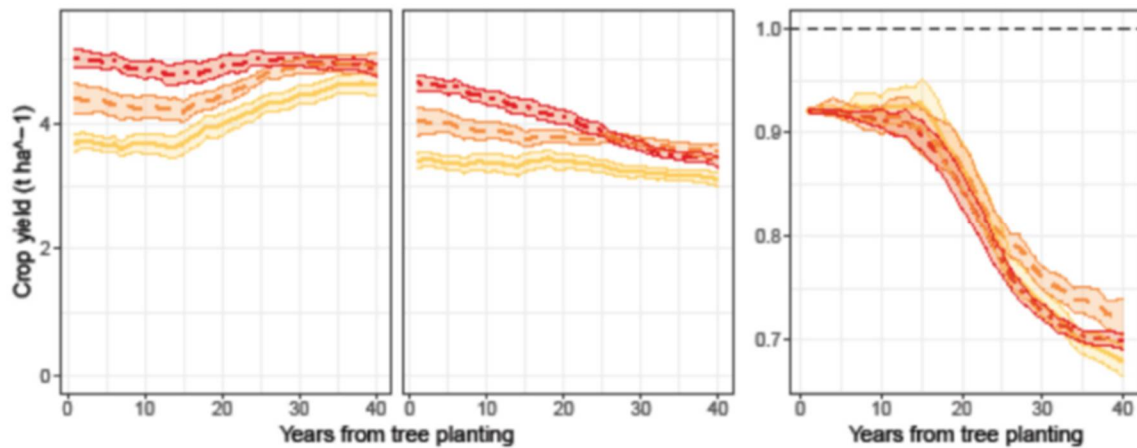


Figure 23 : Rendement du blé dur en fonction de l'année de simulation en témoin Agricole (A), en Agroforesterie (B), et rendement relatif (AF/AG), en climat passé (orange clair), présent (orange foncé) et futur (rouge)

De façon inattendue, la modèle prévoit une augmentation du rendement du blé au cours du temps entre 1951 et 2070 (Figure 23A), qui s'explique par l'augmentation du rayonnement arrivant à la culture. On observe la même chose en agroforesterie au début du cycle de croissance des arbres (lorsque les arbres eux-mêmes n'ont pas d'effet sur la culture, et que la perte de rendement à l'hectare est uniquement due à la surface non semée sur la ligne d'arbres). Le rendement de la culture diminue ensuite drastiquement au fur et à mesure de la croissance des arbres et donc à l'augmentation de la compétition qu'ils exercent sur les cultures (Figure 23B). Le rendement relatif (Figure 23C) indique que les pertes de rendement due à l'agroforesterie seront plus importantes dans le futur que dans la période actuelle.

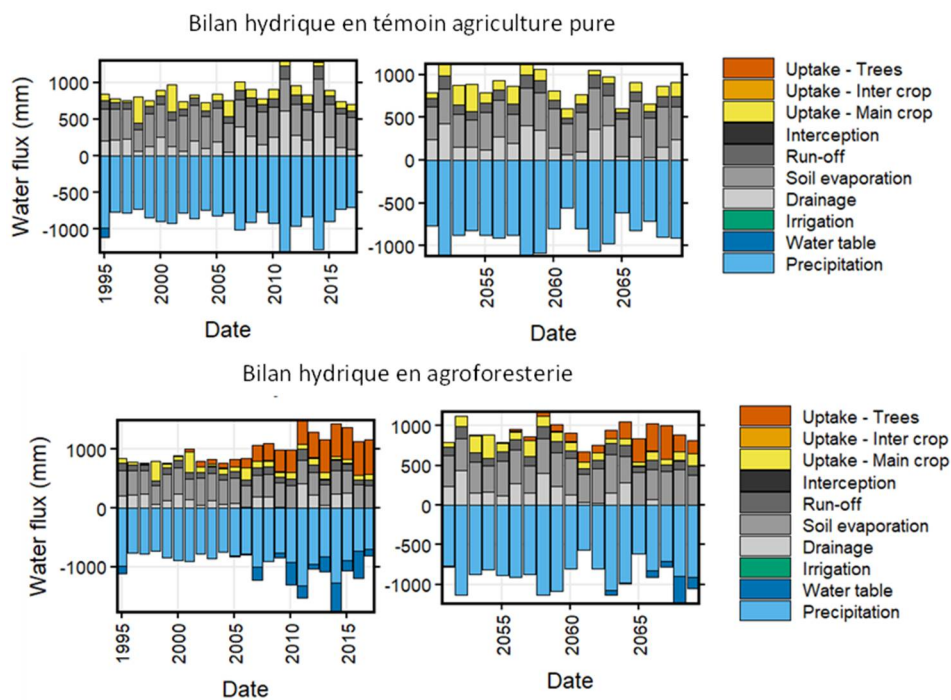


Figure 24 : Evolution du bilan hydrique annuel en témoin agriculture pure (haut) et en agroforesterie (bas), en climat actuel (gauche) et futur (droite)

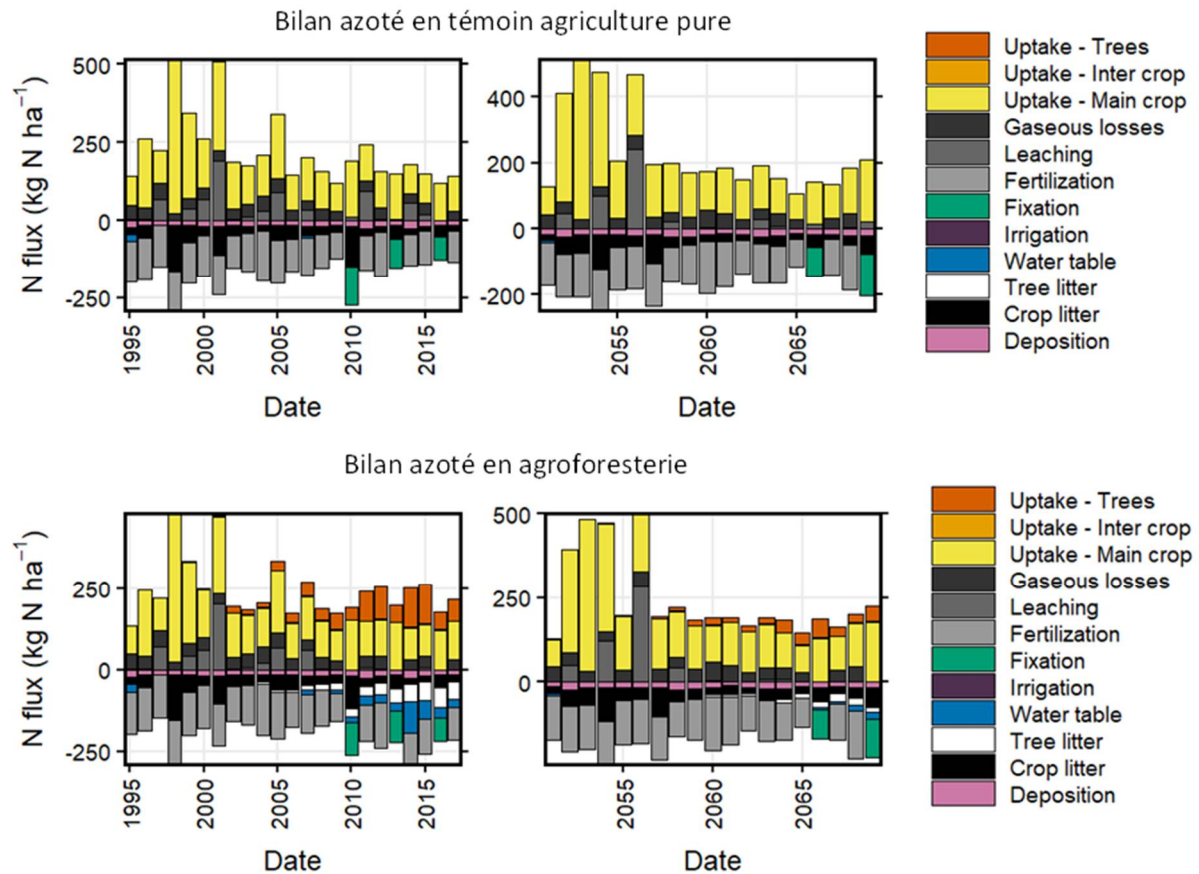


Figure 25 : Evolution du bilan azoté annuel en témoin agriculture pure (haut) et en agroforesterie (bas), en climat actuel (gauche) et futur (droite)

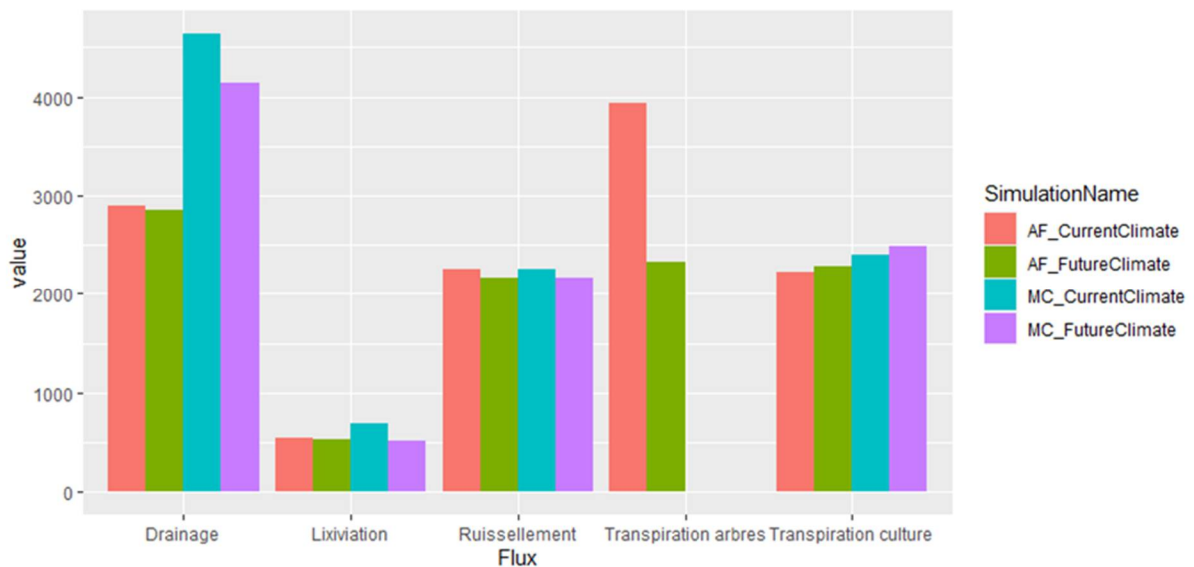


Figure 26: Drainage, lixiviation, ruissellement, transpiration des arbres et transpiration des cultures en agroforesterie (AF) et en témoin culture pure (MC), en climat actuel et futur, en valeur cumulées sur 20 ans.

Le changement climatique a un impact limité sur le bilan hydrique (Figure 24) comme sur le bilan azoté (Figure 25). En culture pure, on observe une diminution du drainage, alors qu'en agroforesterie, l'effet le plus notable est une forte diminution de la transpiration des arbres (Figure

26). La lixiviation et le drainage diminuent plus en témoin culture pure qu'en agroforesterie. Le ruissellement diminue très légèrement en climat futur, quel que soit le système. Enfin, la transpiration des cultures augmente légèrement avec le changement climatique, quel que soit le système.

3.2.6 DISCUSSION

Les résultats des simulations doivent être pris avec toutes les précautions d'usage inhérentes à un exercice de simulation, d'autant que les simulations prévues dans le cadre du projet Arbrisseau ont été particulièrement ardues à réaliser du fait des cultures non paramétrées dans STICS, des rotations complexes, des informations limitées sur les caractéristiques du sol en profondeur et sur la dynamique des nappes dans les sites du réseau, des informations fragmentaires sur les itinéraires techniques réalisés les cultures. La vérification du modèle sur le site de Restinclières a montré une bonne capacité prédictive du modèle sur les cultures d'hiver, mais une mauvaise capacité prédictive du modèle sur une culture de maïs réalisée en condition de compétition extrême (maïs quasi « forestier »). La vérification du modèle dans d'autres conditions est en cours et permettra d'identifier s'il est nécessaire d'améliorer certains formalismes pour représenter des situations de compétition extrêmes (cultures excessivement ombragées). Mais ces situations très ombragées ne sont pas envisagées dans les scénarios étudiés, qui utilisent des densités d'arbres plus faibles. Nous pouvons donc avoir une confiance suffisante dans les prédictions du modèle appliqué aux sites modélisés sur le bassin RMC.

Une autre limite importante de ce travail est qu'une seule espèce d'arbre (le noyer hybride) a été testée. La simulation de noyers hybrides sur tous les sites ne signifie pas qu'il s'agit de l'essence adaptée localement. Le noyer hybride est en effet un arbre exigeant, qui a besoin de sols profonds, frais, et sans hydromorphie. Notre objectif était de simuler l'impact d'arbres introduits dans les systèmes de culture, et l'important est que ces arbres poussent, quelle que soit leur espèce. Leur impact sur les bilans hydriques dépend surtout de leur surface foliaire et de leur phénologie, et leur impact sur les bilans azotés dépend surtout de leur biomasse, et de la décomposition de leurs litières. De ce point de vue, le noyer hybride est un arbre intéressant, avec une phénologie tardive bien décalée par rapport au cycle des cultures d'hiver, et pleinement synchronisée avec celui des cultures d'été. Il faut souligner que des arbres fixateurs d'azote auraient des impacts différents sur les bilans d'azote. Nous n'avons pas traité ce cas dans ce rapport, car il existe très peu d'arbres fixateurs d'azote cultivés dans les systèmes agroforestiers en France. On peut citer le robinier, qui est par exemple utilisé dans les parcelles agroforestières du projet Diams de l'UMR Eco&Sols à Montpellier, mais cet arbre exotique est envahissant et n'est pas recommandé dans les systèmes de culture. Les arbres fixateurs d'azote indigènes (aulnes, arbre de Judée, etc..) sont très peu utilisés en agroforesterie pour l'instant.

Pour la prédiction de la lixiviation d'azote, nous avons mis en évidence une forte sensibilité du modèle aux conditions d'initialisation des sols en matière organique. Il est donc important de bien caractériser l'état initial des sols, pour que les valeurs de lixiviation prédites les premières années ne soient pas le résultat d'une erreur d'initialisation. Or cette information était mal caractérisée dans les données terrain. Cet effet s'atténue par la suite, et devient négligeable lorsque les arbres deviennent grands. Cela ne remet donc pas en cause les prédictions de l'impact des arbres adultes sur les lixiviations.

Nous mettons dans ce travail en évidence un double résultat qui peut paraître paradoxal : les systèmes agroforestiers contrôlent la lixiviation sans réduire la recharge en eau des aquifères

souterrains. D'autres travaux ont déjà évoqué cette réduction de la lixiviation d'azote grâce aux arbres (Bergeron et al. 2011 ; Dupraz et al. 2012 ; Andrianarisoa et al. 2016 ; Lawson et al. 2020), mais aucune publication n'avait pu démontrer que cela était possible sans réduction de la lame d'eau drainée. L'utilisation d'un modèle mécaniste qui décrit le couplage eau-azote à la fois dans les processus d'extraction par les plantes, et dans les processus de mouvement de masse dans le sol est une nouveauté.

3.2.7 CONCLUSION

L'impact des formations boisées sur le cycle de l'eau est complexe, et a fait l'objet de nombreuses controverses. Il n'est par exemple pas facile de prouver que les massifs boisés favorisent les précipitations, mais ce thème est récurrent dans les hypothèses souvent émises. Par contre, les formations boisées modifient profondément le cycle de l'eau, en favorisant l'infiltration, en ayant une évapotranspiration élevée (surtout pour les espèces à feuilles persistantes), en réduisant les variations de température du sol, en favorisant une accumulation de carbone dans le sol qui permet une meilleure rétention d'eau. Mais globalement, il est admis que les forêts réduisent les écoulements vers les nappes et les rivières par suite de leur évapotranspiration plus élevée que celle des cultures (Saugier 2002). Cette conclusion est-elle transposable aux systèmes agroforestiers ? Nous apportons des éléments de réponse à cette question dans ce travail, grâce à une approche originale de modélisation sur des sites cultivés représentatifs d'une partie du bassin versant du Rhône.

Nous avons tenté de caractériser l'impact d'une généralisation de pratiques agroforestières sur les cycles de l'eau dans un bassin versant tel que celui du Rhône. Nos travaux mettent en évidence une conclusion majeure : la généralisation des systèmes agroforestiers ne met pas en danger l'alimentation des aquifères souterrains. Le drainage sous les parcelles agroforestières est maintenu, même s'il est parfois décalé dans le temps par rapport au drainage sous des parcelles non arborées. De ce point de vue, nos conclusions sont prudentes, car notre modèle ne permet pas de prendre en compte un mécanisme majeur qui pourrait encore améliorer ces prédictions : l'infiltration du ruissellement généré par les surfaces cultivées lorsque ce ruissellement traverse ou longe les linéaires arborés des parcelles agroforestières. Cet impact pourrait être introduit sous une forme assez simple dans le modèle de simulation HisAFé, en tenant compte de l'angle de la pente du terrain et des alignements d'arbres. La prédiction du ruissellement par le modèle Stics est certes assez simpliste : il est difficile de prédire le ruissellement sur la base de données journalières de pluviométrie qui ne renseignent pas sur les intensités des pluies, et donc sur leur capacité à générer du ruissellement hortonien. Mais cette prédiction est probablement suffisante pour une évaluation globale sur de longues durées de la lame d'eau infiltrée qui alimente les plantes et les hydrosystèmes. Nos résultats sont donc utiles sur ce point.

Nos simulations mettent aussi en évidence une forte réduction de la lixiviation des nitrates par les systèmes agroforestiers adultes, avec des arbres suffisamment développés. Cet impact semble général, et s'explique surtout par l'assèchement des horizons profonds du sol par les arbres en été. Cet assèchement ralentit les flux verticaux d'eau en automne et hiver, et laisse donc du temps aux arbres pour capturer avec leurs racines profondes les nitrates qui échappent à la zone racinaire des cultures. On peut espérer que ce ralentissement peut aussi s'appliquer à d'autres composés toxiques qui sont entraînés par les eaux de drainage (et notamment certains composés phosphorés

ou certains résidus de pesticides). Des expérimentations spécifiques sur l'impact des systèmes agroforestiers sur ces mouvements seraient très intéressantes.

L'impact des systèmes agroforestiers est évidemment limité tant que les arbres sont petits. L'impact des arbres sur les écoulements est directement corrélé à leur ampleur. Durant les premières années, cet impact est négligeable. Il devient significatif quand les arbres dépassent 5 m de hauteur, et s'amplifie très fortement ensuite. Cela est vrai aussi bien sur le cycle de l'eau que sur celui du carbone.

Nos résultats soulignent également le rôle important joué par la bande enherbée au pied des arbres. Si cette zone est maintenue en sol nu par des pratiques de désherbage ou de travail du sol, ce qui est souvent le cas dans les jeunes plantations, elle peut générer des pertes d'azote par lixiviation assez importantes, surtout si l'épandage d'engrais pour la culture déborde sur cette zone (épandeurs rotatifs). Un autre aspect important est le rôle des végétations spontanées intercalaires entre les cultures dans les rotations. Dans nos simulations sur le site de Restinclières, la prise en compte de ces végétations spontanées modifie légèrement le bilan hydrique et azoté calculé par le modèle. Il est donc préférable de toujours inclure les végétations spontanées intercultures dans les simulations, ce qui les rend plus complexes, mais plus fiables.

Une des spécificités de notre travail est de montrer la compatibilité entre ces externalités positives de l'agroforesterie et la production agricole (qui est néanmoins diminuée). Dans toutes les synthèses sur l'impact des arbres agroforestiers sur la réduction de la pollution diffuse d'origine agricole (Pavlidis and Tsihrintzis 2018), la dimension productive est ignorée, faute d'outils de modélisation adaptés. Nous avons réussi à évaluer cette interaction grâce au modèle Hi-sAFe, qui est capable de prévoir à la fois les productions attendues et les cycles de l'eau et de l'azote. Nos résultats montrent qu'on peut maintenir une production agricole tout en bénéficiant d'une certaine protection contre les pollutions diffuses grâce aux arbres. Nous montrons que même avec des espacements très larges entre les lignes d'arbres (65 m), un effet de réduction significatif est obtenu, ce qui est encourageant. Ce résultat dépend fortement de la capacité des systèmes racinaires des arbres à s'étaler sous la culture dans l'allée cultivée, et il est probable que toutes les espèces d'arbres ne sont pas équivalentes de ce point de vue. Le modèle Hi-sAFe prédit que les racines des arbres isolés vont beaucoup plus loin que la projection verticale des houppiers des arbres, ce qui a pu être confirmé par plusieurs expériences de terrain (Moreno et al. 2005 ; Mulia and Dupraz 2006 ; Cardinael et al. 2015). Le modèle Hi-sAFe permet d'ailleurs plus : il quantifie les compromis entre production et certains services écosystémiques (alimentation des nappes souterraine, réduction de la lixiviation), ce qui pourrait, si on le souhaite, permettre de donner un coût (ou un prix) à ces services écosystémiques. Peut-être un jour ces services seront-ils rémunérés pour les producteurs agricoles ? Grâce à ces simulations, nous pourrions alors proposer des bases objectives pour fixer cette rémunération.

La décision de généraliser les pratiques agroforestières dépend bien entendu d'autres critères de faisabilité, et d'autres règles de décision qui prennent en compte d'autres services écosystémiques (biodiversité, paysage, protection contre le vent, contre le bruit, contre les odeurs, etc...) mais il était important d'évaluer si production et protection des hydrosystèmes étaient compatibles. C'est ce que démontre cette étude pour la première fois.

3.2.7.1 RÉFÉRENCES

- ANDRIANARISOA KS, DUFOUR L, BIENAIMÉ S, ET AL (2016) THE INTRODUCTION OF HYBRID WALNUT TREES (JUGLANS NIGRA × REGIA CV. NG23) INTO CROPLAND REDUCES SOIL MINERAL N CONTENT IN AUTUMN IN SOUTHERN FRANCE. *AGROFOREST SYST* 90:193–205. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-015-9845-3](https://doi.org/10.1007/s10457-015-9845-3)
- BAI W, SUN Z, ZHENG J, ET AL (2016) MIXING TREES AND CROPS INCREASES LAND AND WATER USE EFFICIENCIES IN A SEMI-ARID AREA. *AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT* 178:281–290. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGWAT.2016.10.007](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.10.007)
- BEILLOUIN D, BEN-ARI T, MAKOWSKI D (2019) EVIDENCE MAP OF CROP DIVERSIFICATION STRATEGIES AT THE GLOBAL SCALE. *ENVIRON RES LETT* 14:123001. [HTTPS://DOI.ORG/10.1088/1748-9326/AB4449](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4449)
- BERGERON M, LACOMBE S, BRADLEY RL, ET AL (2011) REDUCED SOIL NUTRIENT LEACHING FOLLOWING THE ESTABLISHMENT OF TREE-BASED INTERCROPPING SYSTEMS IN EASTERN CANADA. *AGROFOREST SYST* 83:321–330. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-011-9402-7](https://doi.org/10.1007/s10457-011-9402-7)
- BOINOT S, POULMARC'H J, MÉZIÈRE D, ET AL (2019) DISTRIBUTION OF OVERWINTERING INVERTEBRATES IN TEMPERATE AGROFORESTRY SYSTEMS: IMPLICATIONS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION AND BIOLOGICAL CONTROL OF CROP PESTS. *AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* 285:106630. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGEE.2019.106630](https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106630)
- BRISSEON N, MARY B, RIPOCHE D, ET AL (1998) STICS: A GENERIC MODEL FOR THE SIMULATION OF CROPS AND THEIR WATER AND NITROGEN BALANCES. I. THEORY AND PARAMETERIZATION APPLIED TO WHEAT AND CORN. *AGRONOMIE* 18:311–346. [HTTPS://DOI.ORG/10.1051/AGRO:19980501](https://doi.org/10.1051/agro:19980501)
- CARDINAEL R, MAO Z, PRIETO I, ET AL (2015) COMPETITION WITH WINTER CROPS INDUCES DEEPER ROOTING OF WALNUT TREES IN A MEDITERRANEAN ALLEY CROPPING AGROFORESTRY SYSTEM. *PLANT AND SOIL* 391:219–235. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11104-015-2422-8](https://doi.org/10.1007/s11104-015-2422-8)
- COUCHENEY E, BUIS S, LAUNAY M, ET AL (2015) ACCURACY, ROBUSTNESS AND BEHAVIOR OF THE STICS SOIL–CROP MODEL FOR PLANT, WATER AND NITROGEN OUTPUTS: EVALUATION OVER A WIDE RANGE OF AGRO-ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN FRANCE. *ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE* 64:177–190. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ENVSOFT.2014.11.024](https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.11.024)
- DAYIOGLU A, HEPAKSOY S (2016) EFFECTS OF SHADING NETS ON SUNBURN AND QUALITY OF “GRANNY SMITH” APPLE FRUITS. IN: MILATOVIĆ D, MILIVOJEVIĆ J, NIKOLIĆ D (EDS) III BALKAN SYMPOSIUM ON FRUIT GROWING. *INT SOC HORTICULTURAL SCIENCE, LEUVEN* 1, PP 523–528
- DE WILLIGEN P (1987) UPTAKE POTENTIAL OF NON-REGULARLY DISTRIBUTED ROOTS. *J OF PLANT NUTRITION* 10:1273–1280. [HTTPS://DOI.ORG/10.1080/01904168709363656](https://doi.org/10.1080/01904168709363656)
- DE WILLIGEN P, NIELSEN NE, CLAASSEN N, CASTRIGNANÒ AM (2000) MODELLING WATER AND NUTRIENT UPTAKE. IN: SMIT AL, BENGOUGH AG, ENGELS C, ET AL. (EDS) *ROOT METHODS*. SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PP 509–543
- DUFOUR L, METAY A, TALBOT G, DUPRAZ C (2013) ASSESSING LIGHT COMPETITION FOR CEREAL PRODUCTION IN TEMPERATE AGROFORESTRY SYSTEMS USING EXPERIMENTATION AND CROP MODELLING. *J AGRON CROP SCI* 199:217–227. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/JAC.12008](https://doi.org/10.1111/jac.12008)
- DUFOUR-KOWALSKI S, COURBAUD B, DREYFUS P, ET AL (2011) CAPSIS: AN OPEN SOFTWARE FRAMEWORK AND COMMUNITY FOR FOREST GROWTH MODELLING. *ANNALS OF FOREST SCIENCE* 69:221–233. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S13595-011-0140-9](https://doi.org/10.1007/s13595-011-0140-9)
- DUPRAZ C, BLITZ-FRAYRET C, LECOMTE I, ET AL (2018) INFLUENCE OF LATITUDE ON THE LIGHT AVAILABILITY FOR INTERCROPS IN AN AGROFORESTRY ALLEY-CROPPING SYSTEM. *AGROFORESTRY SYSTEMS* 92:1019–1033. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-018-0214-X](https://doi.org/10.1007/s10457-018-0214-x)
- DUPRAZ C, LIAGRE F (2011) *AGROFORESTERIE 2E, ÉDITION : 2E EDITION*. FRANCE AGRICOLE, PARIS
- DUPRAZ C, LIAGRE F, QUERNE A, ET AL (2012) L'AGROFORESTERIE PEUT-ELLE PERMETTRE DE REDUIRE LES POLLUTIONS DIFFUSES AZOTEES D'ORIGINE AGRICOLE ?

DUPRAZ C, WOLZ KJ, LECOMTE I, ET AL (2019) HI-SAFE: A 3D AGROFORESTRY MODEL FOR INTEGRATING DYNAMIC TREE-CROP INTERACTIONS. SUSTAINABILITY 11:2293. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/SU11082293](https://doi.org/10.3390/su11082293)

GOMES LC, BIANCHI FJJA, CARDOSO IM, ET AL (2020) AGROFORESTRY SYSTEMS CAN MITIGATE THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON COFFEE PRODUCTION: A SPATIALLY EXPLICIT ASSESSMENT IN BRAZIL. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT 294:106858. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGEE.2020.106858](https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106858)

GRAVES AR, BURGESS PJ, PALMA JHN, ET AL (2007) DEVELOPMENT AND APPLICATION OF BIO-ECONOMIC MODELLING TO COMPARE SILVOARABLE, ARABLE, AND FORESTRY SYSTEMS IN THREE EUROPEAN COUNTRIES. ECOLOGICAL ENGINEERING 29:434–449. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ECOLENG.2006.09.018](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.09.018)

JOSE S (2009) AGROFORESTRY FOR ECOSYSTEM SERVICES AND ENVIRONMENTAL BENEFITS: AN OVERVIEW. AGROFOR SYST 76:1–10. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-009-9229-7](https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7)

KAY S, REGA C, MORENO G, ET AL (2019) AGROFORESTRY CREATES CARBON SINKS WHILST ENHANCING THE ENVIRONMENT IN AGRICULTURAL LANDSCAPES IN EUROPE. LAND USE POLICY 83:581–593. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.LANDUSEPOL.2019.02.025](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.025)

KHO R (2007) APPROACHES TO TREE-ENVIRONMENT-CROP INTERACTIONS. IN: RANI BATISH D, KUMAR KOHLI R, JOSE S, PAL SINGH H (EDS) ECOLOGICAL BASIS OF AGROFORESTRY. CRC PRESS, PP 51–72

LAWSON G, BEALEY WJ, DUPRAZ C, SKIBA UM (2020) AGROFORESTRY AND OPPORTUNITIES FOR IMPROVED NITROGEN MANAGEMENT. IN: SUTTON MA, MASON KE, BLEEKER A, ET AL. (EDS) JUST ENOUGH NITROGEN. SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING, CHAM, PP 393–417

LIN BB (2007) AGROFORESTRY MANAGEMENT AS AN ADAPTIVE STRATEGY AGAINST POTENTIAL MICROCLIMATE EXTREMES IN COFFEE AGRICULTURE. AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY 144:85–94. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGRFORMET.2006.12.009](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.009)

MEAD R, WILLEY RW (1980) THE CONCEPT OF A 'LAND EQUIVALENT RATIO' AND ADVANTAGES IN YIELDS FROM INTERCROPPING. EX AGRIC 16:217–228. [HTTPS://DOI.ORG/10.1017/S0014479700010978](https://doi.org/10.1017/S0014479700010978)

MORENO G, OBRADOR JJ, CUBERA E, DUPRAZ C (2005) FINE ROOT DISTRIBUTION IN DEHESAS OF CENTRAL-WESTERN SPAIN. PLANT SOIL 277:153–162. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11104-005-6805-0](https://doi.org/10.1007/s11104-005-6805-0)

MULIA R, DUPRAZ C (2006) UNUSUAL FINE ROOT DISTRIBUTIONS OF TWO DECIDUOUS TREE SPECIES IN SOUTHERN FRANCE: WHAT CONSEQUENCES FOR MODELLING OF TREE ROOT DYNAMICS? PLANT SOIL 281:71–85. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11104-005-3770-6](https://doi.org/10.1007/s11104-005-3770-6)

NUBERG IK (1998) EFFECT OF SHELTER ON TEMPERATE CROPS: A REVIEW TO DEFINE RESEARCH FOR AUSTRALIAN CONDITIONS. AGROFORESTRY SYSTEMS 41:3–34. [HTTPS://DOI.ORG/10.1023/A:1006071821948](https://doi.org/10.1023/A:1006071821948)

PAUT R, SABATIER R, TCHAMITCHIAN M (2018) HORTICULTURE AGROFORESTRY SYSTEMS: A MODELLING FRAMEWORK TO COMBINE DIVERSIFICATION AND ASSOCIATION EFFECTS. EUROPEAN AGROFORESTRY FEDERATION

PAVLIDIS G, TSIHRINTZIS VA (2018) ENVIRONMENTAL BENEFITS AND CONTROL OF POLLUTION TO SURFACE WATER AND GROUNDWATER BY AGROFORESTRY SYSTEMS: A REVIEW. WATER RESOURCES MANAGEMENT 32:1–29. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11269-017-1805-4](https://doi.org/10.1007/s11269-017-1805-4)

PENG X, THEVATHASAN NV, GORDON AM, ET AL (2015) PHOTOSYNTHETIC RESPONSE OF SOYBEAN TO MICROCLIMATE IN 26-YEAR-OLD TREE-BASED INTERCROPPING SYSTEMS IN SOUTHERN ONTARIO, CANADA. PLOS ONE 10:e0129467. [HTTPS://DOI.ORG/10.1371/JOURNAL.PONE.0129467](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129467)

PLAZA-BONILLA D, ÁLVARO-FUENTES J, BARECHE J, ET AL (2018) NO-TILLAGE REDUCES LONG-TERM YIELD-SCALED SOIL NITROUS OXIDE EMISSIONS IN RAINFED MEDITERRANEAN AGROECOSYSTEMS: A FIELD AND MODELLING APPROACH. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT 262:36–47. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGEE.2018.04.007](https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.007)

PLAZA-BONILLA D, LÉONARD J, PEYRARD C, ET AL (2017) PRECIPITATION GRADIENT AND CROP MANAGEMENT AFFECT N₂O EMISSIONS: SIMULATION OF MITIGATION STRATEGIES IN RAINFED MEDITERRANEAN CONDITIONS. *AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* 238:89–103. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGEE.2016.06.003](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.003)

QUINKENSTEIN A, WÖLLECKE J, BÖHM C, ET AL (2009) ECOLOGICAL BENEFITS OF THE ALLEY CROPPING AGROFORESTRY SYSTEM IN SENSITIVE REGIONS OF EUROPE. *ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY* 12:1112–1121. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ENVSCI.2009.08.008](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.08.008)

RACSKO J, SCHRADER LE (2012) SUNBURN OF APPLE FRUIT: HISTORICAL BACKGROUND, RECENT ADVANCES AND FUTURE PERSPECTIVES. *CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES* 31:455–504. [HTTPS://DOI.ORG/10.1080/07352689.2012.696453](https://doi.org/10.1080/07352689.2012.696453)

REYES F, GOSME M, WOLZ KJ, ET AL (2021) ALLEY CROPPING MITIGATES THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON A WHEAT CROP IN A MEDITERRANEAN ENVIRONMENT: A BIOPHYSICAL MODEL-BASED ASSESSMENT. *AGRICULTURE* 11:356. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/AGRICULTURE11040356](https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11040356)

SÁNCHEZ IA, LASSALETTA L, MCCOLLIN D, BUNCE RGH (2010) THE EFFECT OF HEDGEROW LOSS ON MICROCLIMATE IN THE MEDITERRANEAN REGION: AN INVESTIGATION IN CENTRAL SPAIN. *AGROFORESTRY SYSTEMS* 78:13–25. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-009-9224-Z](https://doi.org/10.1007/s10457-009-9224-z)

SAUGIER B (2002) COMMENT LES FORETS CONTROLENT-ELLES LE CYCLE DE L'EAU? *LA HOUILLE BLANCHE* 88:13–17. [HTTPS://DOI.ORG/10.1051/LHB/2002036](https://doi.org/10.1051/LHB/2002036)

SCOWCROFT PG, MEINZER FC, GOLDSTEIN G, ET AL (2000) MODERATING NIGHT RADIATIVE COOLING REDUCES FROST DAMAGE TO METROSIDEROS POLYMORPHA SEEDLINGS USED FOR FOREST RESTORATION IN HAWAII. *RESTORATION ECOLOGY* 8:161–169. [HTTPS://DOI.ORG/10.1046/J.1526-100X.2000.80023.X](https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80023.x)

SIRIRI D, WILSON J, COE R, ET AL (2013) TREES IMPROVE WATER STORAGE AND REDUCE SOIL EVAPORATION IN AGROFORESTRY SYSTEMS ON BENCH TERRACES IN SW UGANDA. *AGROFORESTRY SYSTEMS* 87:45–58. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10457-012-9520-X](https://doi.org/10.1007/s10457-012-9520-x)

STAMPS WT, LINIT MJ (1998) THE PROBLEM OF EXPERIMENTAL DESIGN IN TEMPERATE AGROFORESTRY. *AGROFORESTRY SYSTEMS* 44:187–196. [HTTPS://DOI.ORG/10.1023/A:1006215130892](https://doi.org/10.1023/A:1006215130892)

TORRALBA M, FAGERHOLM N, BURGESS PJ, ET AL (2016) DO EUROPEAN AGROFORESTRY SYSTEMS ENHANCE BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES? A META-ANALYSIS. *AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* 230:150–161. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AGEE.2016.06.002](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002)

TREDER W, MIKA A, BULER Z, KLAMKOWSKI K (2016) EFFECTS OF HAIL NETS ON ORCHARD LIGHT MICROCLIMATE, APPLE TREE GROWTH, FRUITING AND FRUIT QUALITY. *ACTA SCI POL-HORTORUM CULTUS* 15:17–27

VAN NOORDWIJK M, BAYALA J, HAIRIAH K, ET AL (2014) AGROFORESTRY SOLUTIONS FOR BUFFERING CLIMATE VARIABILITY AND ADAPTING TO CHANGE. *CLIMATE CHANGE IMPACT AND ADAPTATION IN AGRICULTURAL SYSTEMS* 5:216–232

WEBBER H, ZHAO G, WOLF J, ET AL (2015) CLIMATE CHANGE IMPACTS ON EUROPEAN CROP YIELDS: DO WE NEED TO CONSIDER NITROGEN LIMITATION? *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY* 71:123–134. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.EJA.2015.09.002](https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.002)

WIDMER A (2001) LIGHT INTENSITY AND FRUIT QUALITY UNDER HAIL PROTECTION NETS. IN: PALMER JW, WUNSCH JN (EDS) *PROCEEDINGS OF THE SEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORCHARD AND PLANTATION SYSTEMS*. INTERNATIONAL SOCIETY HORTICULTURAL SCIENCE, LEUVEN 1, PP 421–426

ZHENG B, CHENU K, CHAPMAN SC (2016) VELOCITY OF TEMPERATURE AND FLOWERING TIME IN WHEAT - ASSISTING BREEDERS TO KEEP PACE WITH CLIMATE CHANGE. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 22:921–933. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/GCB.13118](https://doi.org/10.1111/gcb.13118)

3.3 ACTION 3 – STRUCTURATION DU RESEAU

L'objectif de cette action est double : favoriser l'accompagnement des projets agroforestiers et en améliorer leur gestion grâce à un meilleur partage des connaissances entre les acteurs, qu'ils soient agriculteurs ou chercheurs.

Responsable : Fabien Liagre - Agroof

3.3.1 CO-CONCEPTION DES SYSTEMES AGROFORESTIERS

Responsables : Florian BOULISSET & Aline BUFFAT (CA26), Camille Béral & Ambroise Martin Chave (Agroof)

3.3.1.1 LA DEMARCHE DE COCONCEPTION (AGROOF)

Dès qu'un projet d'un agriculteur ou d'un centre technique est susceptible d'être l'objet d'une réflexion pour la mise en place de modalités soit de démonstration ou soit expérimentales, la démarche de coconception prend tout son sens.

Chaque système représente une occasion potentielle d'acquérir des références et de répondre à certaines questions techniques ou scientifiques. Si ces parcelles ne feront pas forcément l'objet d'un suivi immédiat (souvent dépendant ensuite de financement lors de projets ponctuels), il n'en reste pas moins que cette étape est essentielle pour l'avenir de la recherche développement. Un projet mal conçu dès la conception ne pourra pas ou très peu prétendre à servir de support pour de futurs projets, voire même de visites ou de formations.

Les intérêts de la coconception sont nombreux. Il s'agit de :

- Mêler les expertises et partager les connaissances et questionnements sur des aspects techniques et scientifiques
- Argumenter et confronter des possibilités techniques de conception et de gestion
- Consolider les partenariats et les réseaux territoriaux
- Mettre en place des sites pilotes

6 étapes ont été définies par le travail réalisé ici et qui a fait l'objet d'une brochure spécifique :

1 – Identification du porteur et des potentialités du projet

2 - Diagnostic et définition des contours du projet

- Description de la parcelle
- Identification des objectifs
- Définition du cadre des contraintes et des potentialités
- Bilan en petit comité du diagnostic

3 – Identification des partenaires potentiels pour la co-conception

4 – Préparation de la phase de co-conception

5 – Réalisation des ateliers de co-conception

6 – Finalisation du projet



Photo 2. Exemple d'atelier de co-conception sur un projet viticole à l'Abbaye de Maguelone.

Au total, ce sont 14 projets de coconception qui ont été réalisés pendant la durée d'Arbriss'eau :

- Projet d'Arcadie. Atelier de co-conception porté par AGROOF et réalisé en 2021 avec : Arcadie, Agroof, Distillerie BelAir, 2 agriculteurs, Chambre d'Agriculture de la Drôme, COG ARD, CFPP A de Nyons, ITE IPM AI. Elle a ainsi permis la création de plusieurs scénarios et idées de projets, solutions techniques et design expérimental.
- Co-conception de plusieurs parcelles agroforestières pour l'élevage équin de Biar en 24 mars 2022. Mise en place d'aménagement intraparcellaire pour le bien-être et la production fourragère, ainsi que des zones témoin.
- Co-conception de la parcelle d'agroforesterie en élevage de ruminant de Matthieu Lacan (Gard, 2021)
- Co-conception de la parcelle d'agroforesterie du LAP Meynes (juin 2022) avec implantation de haies intraparcellaires sur prairie et mise en place d'un témoin. Plantation prévue l'hiver à 2023/2024
- Co-conception de la parcelle des compagnons de Maguelone en 2022 en vigne avec les compagnons, AGROOF et la CA 34.

- Co-conception de la parcelle des compagnons de Maguelone en 2022 en vigne avec les compagnons, AGROOF et la CA 34.
- Co-conception de la parcelle d'agroforesterie en céréales de Suzanne Desmaret en juin 2022 dans le Gard. Mise en place d'alignements intraparcellaires et d'un témoin
- Projet de Matéo Jésus en février 2023 dans le Gard avec IFV, INRAE, Syndicat des Côtes du Rhône, CA 34, CA84, viticulteurs.
- Projet de l'EPL de Carpentras en mars 2023 dans le Vaucluse avec les mêmes partenaires, et le GIEE du Ventoux.
- Projet de chez Stéphane Saurel en mars 2023 dans le Vaucluse avec le GIEE DU Ventoux et les partenaires de VITAM
- Plan de Gestion de Bocage et arbres fourragers de la ferme du Jointout (71)
- Projet fourrager de la Ferme expérimentale du Pradel (07)
- Arboriculture bas intrant, PAM et maraichage à la ferme des buis (26)
- Arboriculture bio au Lycée de Romans (26)

3.3.1.2 LE PROJET TAB (CA26)

Le projet Arbriss'eau prévoyait la mise en place d'un essai système en agroforesterie sur la plateforme TAB, la conception de ce système devant faire appel à un processus de conception participatif via des ateliers de co-conception.

La chambre d'agriculture de la Drôme par l'intermédiaire de Florian Boulisset (responsable de la plateforme TAB) mais également Aline Buffat (Conseillère Biodiversité) et autres conseillers cités ci-après a organisé et animé cinq ateliers de co-conception. Les ateliers de co-conception ont eu lieu au sein de la ferme expérimentale d'Etoile-sur-Rhône.

Conformément à cet objectif, cette démarche a été mise en place d'avril 2019 à février 2020, sous la conduite de l'équipe d'animation de la plateforme TAB (Aline BUFFAT et Florian BOULISSET), assistée d'un stagiaire de M2, recruté pour le projet (Ewen MENGUY, ISARA Lyon). A cette fin, un groupe de travail a été formé, associant des participants choisis pour leurs expertises sur des domaines précis ou transversaux (arboriculture, viticulture, PPAM, grandes cultures, compétences naturalistes...) et issus de milieux professionnels différents (instituts techniques, agriculteurs, conseillers indépendants, chercheurs, naturalistes). L'objectif de cette constitution multiple et de la diversité du groupe de travail, est de croiser une grande diversité d'expériences, de connaissances et de compétences au cours de phases participatives impliquant des interactions importantes entre les participants.

Au total 7 ateliers de co-conception, ont été réalisés, dont 5 ateliers principaux :

- Atelier 1 le 12/04/2019 : Définition des enjeux et objectifs.
- Atelier 2 le 29/05/2019 : Définition des leviers d'action et proposition de cultures candidates.
- Atelier 3 le 04/07/2019 et le 18/07/2019 : Validation des prototypes « optimisation » et « restriction ».
- Atelier 4 le 28/01/2020 : Réévaluation des systèmes.
- Atelier 5 le 28/02/2020 : Réévaluation des systèmes.



Photo 3 : Les participants du groupe de travail réunis autour d'une maquette durant un atelier de co-conception

La liste des personnes ayant participées aux ateliers de co-conception est récapitulée dans le tableau ci-dessous (Tableau 8).

Organisme	Fonction	Nom Prénom
INRA	Ingénieur de recherche	Simon Sylvaine
SEFRA	Directrice SEFRA	Stevenin Sophie
	Technicien d'expérimentation	Chamet Christophe
	Technicien d'expérimentation	Montrognon Yannick
	Technicien d'expérimentation	Gorski Claire
SEFRA/CTIFL	Ingénieur de recherche	Labeyrie Baptiste
GRAB	Ingénieur de recherche	Jacquot Maxime
	Agronome	Warlop François
CA26-TAB	Ingénieur agronome	Boullisset Florian
CA26	Biodiversité Ingénieur agronome	Buffat Aline
	Viticulture Conseillère	Mejean Isabelle
	Viticulture Conseillère	Blanc Marie-Véronique
ARVALIS	Ingénieur agronome	Ray Thibault
	Ingénieur agronome	Tosser Veronique
AGFEE	Ingénieur agronome	Court Anne
	Chef de culture	Cadet Damien
CA26 PPAM	Ingénieur agronome	Yvin Cédric
ITAB	Ingénieur agronome	Fourrié Laetitia
AGROOF	Ingénieur agronome	Marin Antoine
	Ingénieur agronome	Daniele Ori
	Ingénieur agronome	Martin-Chave Ambroise
LPO	Naturaliste	Debregeas Kévin
	Naturaliste	Arlaud Cindie
LEGTA Le Valentin	Enseignant lycée agricole	Fichepoil Guillaume
Agriculteur	Elu CA26	Darnaud Bruno
Agriculteur		Blache Sébastien
CA07	Châtaigniers Ingénieur agronome	Desplaudé Hélina

Tableau 8 : Liste des participants aux ateliers de co-conception sur la Drôme.

Ce groupe de travail a été mobilisé à plusieurs reprises au cours du processus de co-conception, qui s'est matérialisé au travers d'une séquence de 7 ateliers de co-conception successifs. Le déroulement et les dates de ce processus sont présentées dans le schéma ci-dessous.

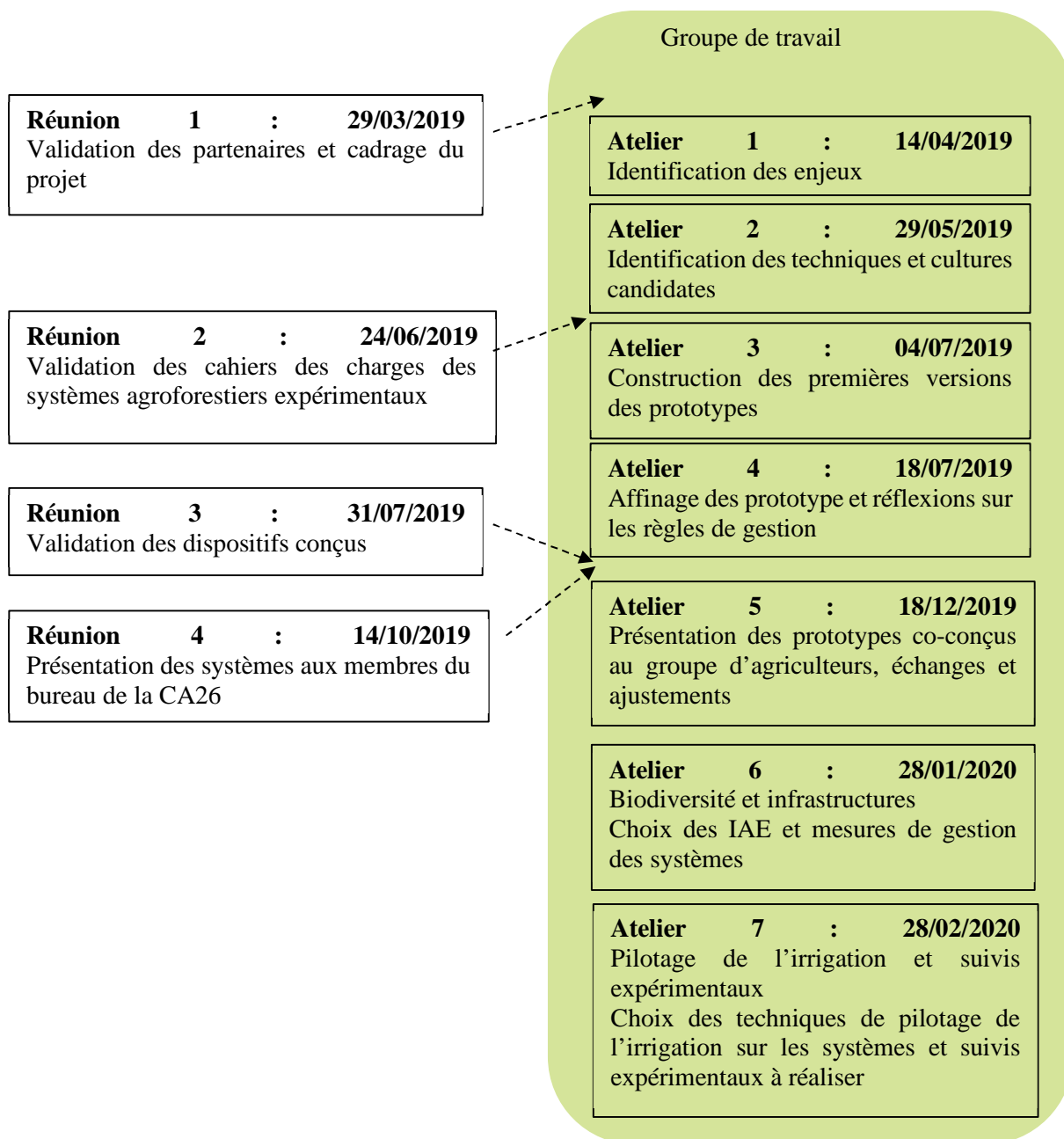


Figure 27. Schéma du déroulement chronologique du processus de co-conception réalisé par la CA26

La volonté de l'équipe d'animation était de fonctionner selon un processus de travail progressif, par étapes successives, allant du choix des objectifs jusqu'à la construction des prototypes. Chacun des ateliers a ainsi permis de répondre à une ou plusieurs questions précises, allant de la définition des objectifs de l'essai, jusqu'à la conception des prototypes de dispositifs expérimentaux et des grandes lignes de la conduite de chacune des cultures.

Chaque atelier a ainsi repris les avancées, choix et propositions de l'atelier précédent, repris entre temps par l'équipe d'animation TAB, qui a assuré une synthèse des échanges, une reformulation des choix exprimés, et parfois « éliminés » certaines propositions, non compatibles avec le « cadre de contraintes » du site expérimental, à savoir : conduite en AB, objectifs de la plateforme TAB, moyens techniques ou moyens humains disponible pour la conduite des cultures. Il est important de noter que l'équipe d'animation de la plateforme a appuyé cette sélection, par la réalisation d'un important travail de recherche d'information, tout au long du processus de conception, et par la consultation régulière des différents partenaires de la plateforme TAB, afin de connaître précisément leurs exigences, contraintes et attentes vis-à-vis des dispositifs expérimentaux créés. Ce travail s'est appuyé sur les enquêtes exploratoires réalisées dans le cadre d'Arbriss'eau, ainsi que sur des recherches bibliographiques et des synthèses techniques, conduites notamment par le stagiaire en charge de la démarche de co-conception, Ewen Menguy (Menguy, 2019).

Enfin, afin que les orientations et choix réalisés lors des ateliers successifs ne soient pas remis en question à la fin du processus de co-conception, l'équipe d'animation a fait valider par la Direction de la Chambre d'agriculture, en charge de la validation du projet, les orientations et choix réalisés au cours de ces ateliers, et ce à plusieurs reprises au cours du processus de conception.

3.3.1.3 DEROULE DU PROCESSUS

Deux parcelles adjacentes présentes sur la plateforme TAB étaient disponibles pour l'implantation de l'expérimentation issue des ateliers de co-conception du projet Arbriss'eau, pour une surface totale de 4,5ha environ. A ces parcelles viennent s'ajouter la parcelle de « référence » grandes cultures du système agroforestier déjà en place, qui permet de fournir un point de comparaison pour la conduite des grandes cultures impliquées dans les systèmes créés.

Le système expérimental conçu au cours des ateliers devait impérativement respecter les exigences de la plateforme TAB (conduite en AB, prise en compte de la biodiversité, intégration des filières locales...), tenir compte des moyens techniques et humains disponibles sur le site, et présenter des thématiques expérimentales d'intérêt pour les différents acteurs de la plateforme TAB devant être impliqués dans la conduite des essais.

Le premier atelier de co-conception, a visé l'identification des enjeux et objectifs auxquels devraient répondre l'expérimentation (Tableau 9). Deux enjeux sont ressortis comme étant particulièrement importants au cours de cet atelier : l'adaptation face aux conséquences du réchauffement climatique, et la gestion, quantitative et qualitative, de la ressource en eau. Deux enjeux sont également apparus, de manière secondaire et transversale, comme devant impérativement être pris en compte dans la conception de l'expérimentation, afin de garantir la durabilité du système conçu : le développement de la biodiversité et de ses services aux cultures, et la nécessité de se placer dans l'optique d'un système viable économiquement, et cohérent avec les moyens à la disposition des agriculteurs.

	Enjeux	Objectifs
1	Adaptation et atténuation du changement climatique	Permettre une production durable et transposable dans un contexte de changement climatique Limiter les impacts de mon système sur le changement climatique
2	Gestion qualitative et quantitative de l'eau	Maximiser l'efficacité de l'eau Limiter l'impact du système sur la qualité de l'eau
3	Conservation et augmentation de la biodiversité	Augmenter la tolérance du système face aux pressions des maladies/ravageurs Favoriser l'activité de la biodiversité fonctionnelle pour limiter le recours aux produits phytosanitaires
4	Assurer la pérennité économique des exploitations	Maintenir la productivité Optimiser la viabilité économique Assurer l'appropriation et l'acceptabilité par les agriculteurs

Tableau 9. Tableau récapitulatif des « enjeux et objectifs » issus du premier atelier de co-conception

Le second atelier a permis d'évoquer, pour chacun des objectifs identifiés, les leviers agronomiques à mettre en place pour répondre à ces objectifs. Plusieurs leviers d'importance ont ainsi été mis en avant : diversification des cultures, et intégration de cultures plus « méridionales » que celles déjà présentes sur site, création d'un microclimat limitant l'ETP, via un effet brise-vent et/ou un ombrage déporté, choix de systèmes d'irrigation et de dispositifs de pilotage, amélioration de la rétention en eau du sol via le recours aux couverts végétaux et/ou à l'apport de matière organique.

Dès la fin de cet atelier 2, il est apparu souhaitable de tirer parti des enseignements issus du système agroforestier actuellement en place sur la plateforme TAB, mais que cela était difficilement compatible avec des niveaux de rupture importants, notamment vis-à-vis des cultures intégrées dans l'expérimentation.

Etant donné la présence de deux parcelles disponibles sur le site de la plateforme TAB, l'équipe d'animation a alors fait le choix d'orienter le groupe de travail vers deux systèmes indépendants, répondant tous deux aux enjeux et objectifs identifiés au cours de l'atelier 1, en mobilisant les leviers agronomiques identifiés lors de l'atelier 2, mais avec des niveaux de rupture différents.

Les ateliers 3 et 4 ont permis de travailler à la création des prototypes, et à la disposition des cultures dans chacun des systèmes réalisés.

L'atelier 5 réalisé avec le groupe d'agriculteurs a permis aux animateurs de présenter les deux systèmes agroforestiers aux agriculteurs locaux et d'échanger avec eux sur les pratiques retenues mais aussi sur la viabilité économique des systèmes proposés. Cet atelier a notamment permis de mesurer la transposabilité et la cohérence des propositions selon le contexte agricole local. Suite à cet atelier, des ajustements ont pu être proposés.

Enfin, c'est au cours des ateliers 6 et 7 que la conservation et l'augmentation de la biodiversité au sein des systèmes ont été abordées. Les choix d'implantation et de création d'aménagements et d'infrastructures agroécologiques (haies intra-parcellaire, mares, arbres de haut jet, nichoirs) ont été définis ainsi que les mesures de gestion. Le groupe de travail a également été sollicité sur les techniques de fertilisation, d'irrigation et de de pilotage d'irrigation en lien avec les objectifs des systèmes.

La description des systèmes expérimentaux conçus au cours des ateliers est présentée ci-dessous.

3.3.1.4 SYSTEME EXPERIMENTAL « OPTIMISATION »

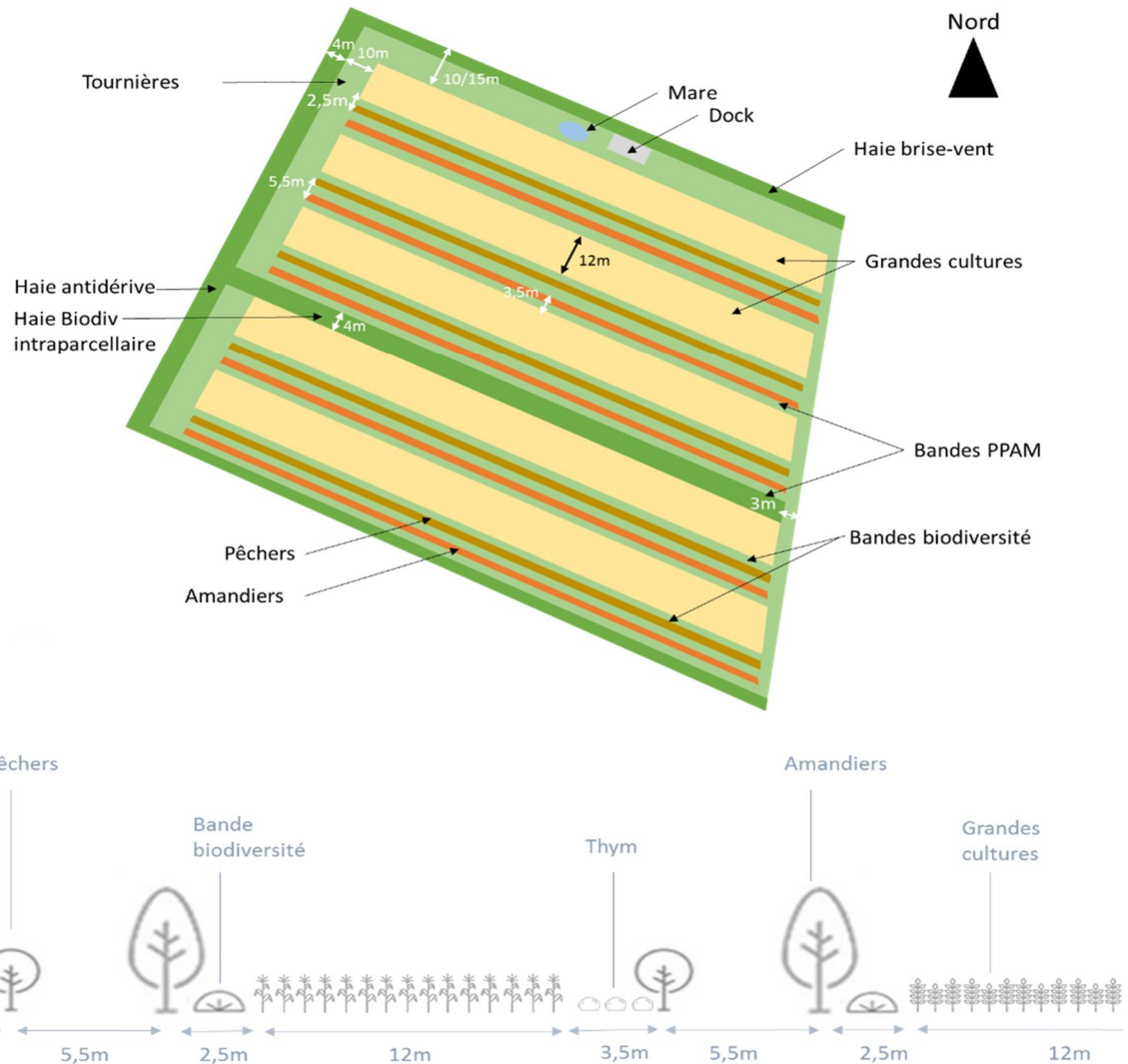


Figure 28. Schéma du dispositif expérimental « optimisation » et coupe transversale

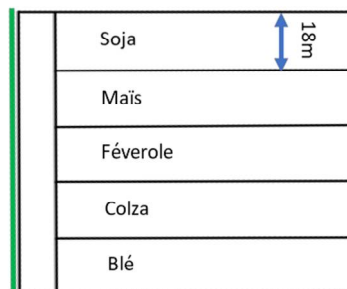


Figure 29. Plan et rotation de la parcelle témoin grandes cultures du dispositif « Optimisation »

Le premier système, dénommé « optimisation », est basé sur les cultures implantées sur le système agroforestier actuellement en place sur la plateforme TAB. Il est donc conçu pour tirer parti des enseignements issus du système en place, tout en intégrant davantage les enjeux d'adaptation au réchauffement climatique et d'optimisation de la quantité d'eau utilisée. Les objectifs de ce système sont de réduire de 30% l'irrigation par rapport au système agroforestier actuellement en place sur la TAB, tout en maintenant un rendement équivalent, une rentabilité comparable, en diminuant encore

l'usage des produits phytosanitaires, pour atteindre -75% par rapport aux références conventionnelles régionales, et en améliorant l'efficacité des aménagements agroécologiques implantés.

Ce nouveau système reprend la culture arboricole dominante (pêcher), et la rotation de grandes cultures à 5 termes (soja, maïs, féverole, colza, blé) déjà en place sur la plateforme Figure 29. Une seconde culture arboricole est introduite (amandier), afin de créer des planches arboricoles de largeur 12m, comportant chacune un rang d'amandier au Nord et un rang de pêcher, conduit en axe, au Sud. Ces planches, orientées Est-Ouest, sont perpendiculaires aux vents dominants, ce qui doit permettre d'améliorer l'effet brise vent procuré par les haies situées au Nord et au Sud de la parcelle, et d'apporter un ombrage déporté sur les planches de grandes cultures situées au Nord des planches d'arboriculture. L'objectif est ainsi de diminuer l'évapotranspiration, et d'améliorer la qualité de l'irrigation.

Le choix des variétés de pêchers et d'amandiers, ainsi que les porte-greffes, est orienté pour permettre une conduite satisfaisante en AB, et limiter fortement le recours aux produits phytosanitaires via une tolérance aux maladies fongiques. Cinq variétés de pêcher seront implantées, et quatre variétés d'amandier. Un dispositif d'irrigation novateur devrait être implanté sur un des rangs d'amandiers, afin d'évaluer son efficacité et ses conséquences sur la consommation en eau. Par ailleurs, des travaux sont envisagés sur les interrangs, devant permettre d'utiliser cet espace pour améliorer le comportement agronomique du système. Du thym sera implanté dans les bandes de roulement au Sud des planches arboricoles, afin d'évaluer la possibilité de réaliser une culture sur cet espace limité. L'interrang entre les pêchers et amandiers devrait être utilisé pour réaliser des couverts biomasse, qui seront mulchés sur les rangs. La bande de roulement au Nord des rangs d'amandier sera utilisée pour l'implantation d'un couvert destiné à favoriser la présence et l'activité des auxiliaires, à l'interface entre arboriculture et grandes cultures.

Implantation des arbres

De manière générale, les pépiniéristes ont besoin d'une année pour fournir les arbres fruitiers demandés. Les plants ont été commandés à l'avance. Ainsi, le début de l'implantation des systèmes agroforestiers a pu commencer à l'hiver 2020. A l'aide de mesures en plein champ et de la réalisation de plans à l'échelle, les dimensions de chaque rangée d'arbres fruitiers ont pu être déterminées.

Pêchers : Il a été décidé de conduire les pêchers en axe, avec une distance de 1m entre chaque plant sur le rang. Le nombre de pêchers est par conséquent égal à la somme des longueurs de chaque rangée (Tableau 10).

Rangées	Longueur (m)	Nb d'arbres	TOTAL
P1	151	151	829
P2	158	158	
P3	165	165	
P4	174	174	
P5	181	181	

Tableau 10 : Calcul du nombre de pêchers

Amandiers : Dans le dispositif, les amandiers sont séparés entre eux par une distance de 5,5m sur le rang. Sur chacun de ces rangs, il a été décidé que deux amandiers seront remplacés par des

arbres de hauts jets pour servir de perchoir aux rapaces. Ces éléments ont permis de comptabiliser le nombre total d'amandiers à commander (Tableau 11).

Rangées	Longueur (m)	Nb d'arbres	Arrondi min	Avec arbres de haut jets	TOTAL min
A1	149	27,1	27	25	137
A2	157	28,5	28	26	
A3	164	29,8	29	27	
A4	172	31,3	31	29	
A5	180	32,7	32	30	

Tableau 11 : Calcul du nombre d'amandiers

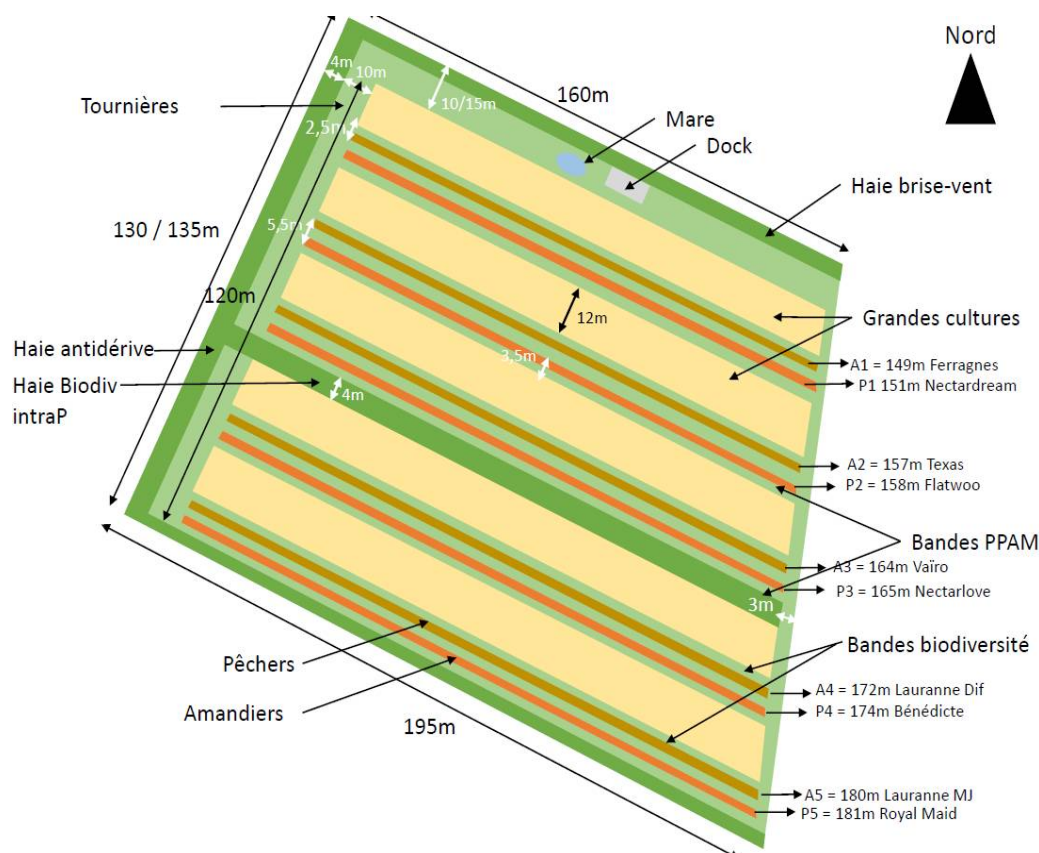


Figure 30: Dimension des rangées d'arboriculture fruitière sur le système "optimisation"

Choix des variétés

Pêchers : La SEFRA conduit, depuis quelques années déjà, plusieurs expérimentations variétales en AB sur la pêche. Une nouvelle expérimentation de pêchers conduits en axe a également vu le jour sur la TAB. Au regard de ces expérimentations, la SEFRA possède le recul nécessaire pour guider le choix de la variété. Pour rappel, un porte greffe, nécessitant peu d'irrigation et une variété résistante à la cloque doivent être favorisés. Dans le cadre du dispositif optimisation les variétés de pêchers sélectionnées sont compte-tenu de ces critères : Nectar dream, Flatwoo, Nectarlove, Bénédicte, Royal Maid. (figure 1).

Amandiers : La majorité des amandiers sont auto-incompatibles, c'est à dire que les fleurs ne peuvent pas être fécondées par leur propre pollen (Alcover et *al.*, 2017). Dans le premier cas, les variétés pollinisatrices doivent être placées en fonction des vents dominants pour favoriser la pollinisation. Dans les deux cas, l'ajout de ruches dans le verger est fortement recommandé comme il en ait sur la plateforme TAB. En agriculture biologique, pour minimiser les pertes dues à Eurytoma, il est fortement conseillé de choisir des variétés à coque dure (Alcover et *al.*, 2017). Le tableau 3 ci-dessous récapitule les avantages et les inconvénients des quatre variétés les plus présentes en France, selon les conseils d'un arboriculteur (en rouge) et la bibliographie (Thevier et *al.*, 2017). Dans le cadre du dispositif optimisation les variétés d'amandiers sélectionnées sont : Ferragnes, Texas, Vaïro, Lauranne Dif, Lauranne MJ (Tableau 12).

	Ferragnès	Ferraduel	Ferrastar	Laurane
Avantages	Arbres les plus grands (+de 6m) Pas d'alternance pendant 15 ans Grosse demande Adapté pour la vente au détail	Auto-fertile Coque dur (mais aussi à casser) Résistante au Fusicoccum	Coque dur Résistante Fusicoccum, tavelure	Auto-fertile Pas d'alternance Adapté pour la transformation
Inconvénients	Auto- incompatible Coque tendre Sensible au Fusicoccum	Pas de gros rendements Petits arbres Alternance marquée Sensible à la tavelure et à Eurytoma	Amertume prononcée Forte alternance	Arbres qui ont tendance à s'ouvrir Amande pas très grosse, mal aimé Sensible au fusicoccum

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des 4 variétés d'amandiers les plus répandues

La biodiversité fonctionnelle sera également favorisée par l'implantation d'une haie intraparcellaire, d'une haie sur la bordure Ouest de la parcelle, et de bandes à auxiliaires à l'interface entre grandes cultures et amandiers. Les questions de recherche et critères d'évaluation de ce système sont présentés dans le Tableau 13.

Enjeux	Le SAF permet-il :	Evaluation
Adaptation changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> - De créer un microclimat favorable aux cultures et de diminuer la demande en eau - De limiter les à-coups climatiques : sécheresse / fortes chaleurs / gel 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi du climat / ETP à la parcelle - Etat du système vs REF (Rdt / Etat des cultures)
Gestion quantitative de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer de 30% l'irrigation* 	<ul style="list-style-type: none"> - Quantité d'eau utilisée - Rétention hydrique du sol - Facilité/praticité de nouveaux système d'irrigation et de pilotage
Gestion qualitative de l'eau (Réduction des PPS)	<ul style="list-style-type: none"> - De réduire de 75% l'utilisation des PPS** - De gérer les bioagresseurs de manière satisfaisante 	<ul style="list-style-type: none"> - IFT - Niveau de pression en bioagresseur vs référence
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> - De préserver/augmenter la biodiversité - D'augmenter ses services aux cultures 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi faune / flore - Etat biologique /fertilité du sol - Caractérisation/quantifications des régulations
Transposabilité	<ul style="list-style-type: none"> - Une faisabilité technique - Limiter la concurrence - Maintenir la qualité des production - Un haut niveau de viabilité économique - Une acceptabilité sociale - Résilience cf climat 	<ul style="list-style-type: none"> - Avis des techniciens /ITA - Rdt & qlté = cultures pures - Marges nettes et brutes = ou > aux cultures pures - Tps de travail/satisfaction - Stabilité des marges

*: Pour l'ensemble du système & pour chaque culture, sans perte de rdt

** : par rapport aux références conventionnelles régionales, sans perte de rdt /qualité

Tableau 13. Enjeux et critères d'évaluation du système agroforestier.

Points de vigilance soulevés pour la mise en place

Le passage d'un système théorique à un dispositif pratique n'est pas toujours évident. Malgré les ateliers, certains points ont nécessité d'être approfondis avant la mise en place de l'expérimentation et portés à validation par les experts sollicités dont l'AGFEE et les membres de la SEFRA directement impliqués dans la conduite des cultures.

Canaux d'irrigation : Après avoir présenté la maquette aux membres de l'AGFEE, ils ont fait remarquer que des canaux d'irrigation enterrés traversent la parcelle à l'ouest, à l'endroit où devait être implanté la haie antidérive. Une mesure en plein champ a été nécessaire pour situer ces canaux et ajuster le dispositif. Pour ne pas impacter les composantes productives du système, il aurait pu être envisageable de réduire l'espace destiné à la manœuvre des engins agricoles. Du côté Ouest, le groupe de travail s'est entendu sur une tournière d'une dizaine de mètre nécessaire à la manœuvre des engins agricoles. Cette distance aurait pu être réduite à 7 m. Coté Est, une distance de 3m sépare la route des cultures. La manœuvre des engins étant réalisable sur la route, il aurait pu être envisageable de réduire cette distance et de rapprocher les cultures au plus près de la route.

Distance haie sud – pêchers : Sur le terrain, la distance séparant la mare de la haie sud-est de 120m. Cet espacement a permis d'intégrer, dans le dispositif, 5 bandes de grandes cultures de 12m, 5 bandes pérennes de 11m et une « coulée verte » de 5m. Compte tenu de la proximité des cultures avec la haie sud, il a été décidé de supprimer le thym sur la dernière bande pérenne adjacente à la haie.

3.3.1.5 SYSTEME EXPERIMENTAL « RESTRICTION »

Le second système, dénommé « restriction », table sur un niveau de rupture plus important, avec un objectif restrictif concernant le volume d'irrigation : utilisation d'un volume maximale de 1000m³/ha/an, pour chacune des cultures présente et pour l'ensemble du système de culture (en moyenne sur plusieurs années). Ce système devra également permettre une réduction importante de l'usage des produits phytosanitaires, et intégrer la biodiversité fonctionnelle via des pratiques adaptées, et l'implantation d'infrastructures agroécologiques (haies, mare) en bordure de parcelle.

Ce dispositif se compose d'une alternance entre 6 bandes destinées à la culture de céréales ou PPAM et 7 bandes d'arboriculture, orientées Nord / Sud. Chaque « planche » d'arboriculture regroupe deux rangées d'abricotiers au centre, séparées par un interrang de 4m et deux rangées de bordures diversifiées disposées à 6m des rangs d'abricotiers. L'originalité de ce système figure dans sa capacité à évoluer dans le temps : les premières années, des PPAM seront cultivées dans l'interrang de 6m, puis, après l'entrée en production de la totalité des arbres fruitiers, les PPAM seront déplacées dans les bandes originellement dédiées aux grandes cultures (Figure 31).

L'objectif, affiché par le système est une consommation en eau de 1000 m³/ ha /an. Des cultures peu gourmandes en eau comme des PPAM, l'olivier, le grenadier et le pistachier devraient permettre de réduire la consommation. Les haies brise vent limiteront l'évapotranspiration comme pour le système « optimisation ». Enfin des arbres de haut-jet comme des châtaigniers assureront un ombrage sur les cultures.

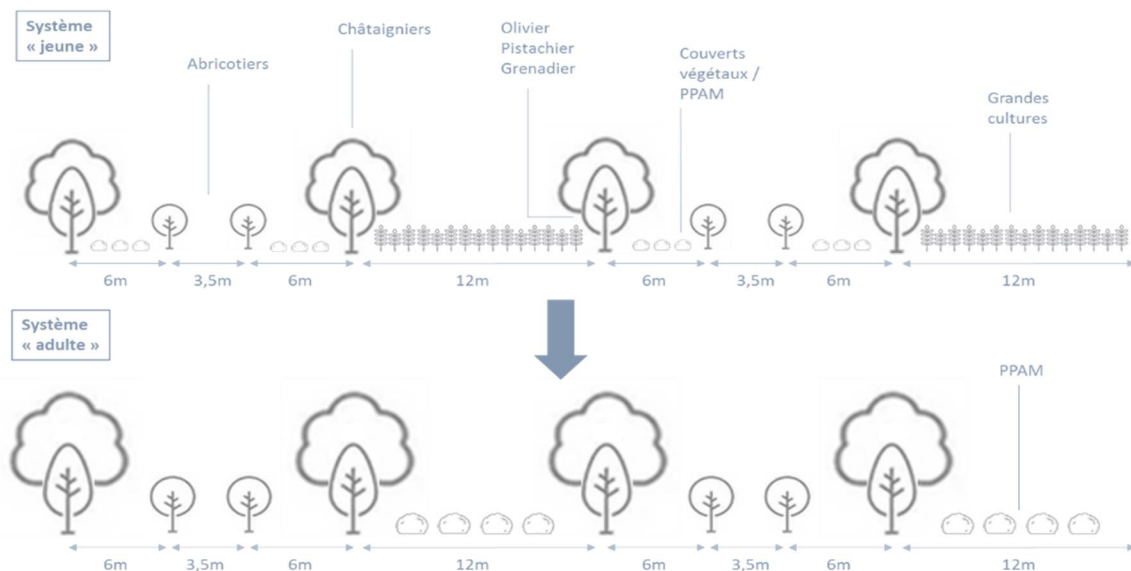
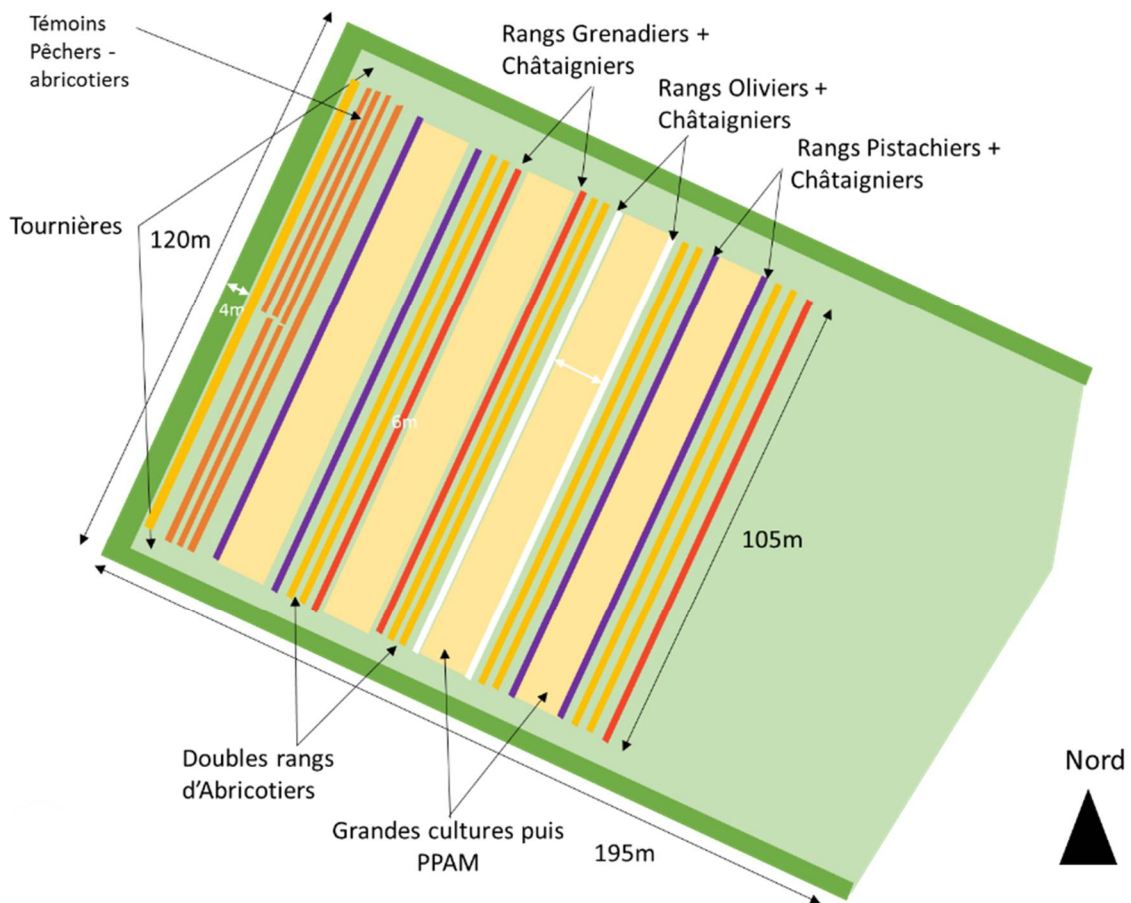


Figure 31. Schéma du système « restriction », coupe transversale et son évolution dans le temps

Ce système intègre l'abricotier comme culture principale, positionné en double rangs au centre de planches arbo, et conduit en axe. L'adaptation face au réchauffement climatique et la gestion de la ressource en eau s'appuieront notamment sur le recours à une diversification culturelle, en intégrant

plusieurs cultures arboricoles « méridionales », adaptée aux conditions chaudes et sèches, et peu présentes au Nord de la Drôme : grenadier, pistachier, olivier.

Tout comme le système « optimisation », le système restriction évaluera la possibilité de créer un microclimat sur les cultures, via un dispositif différent. C'est l'implantation d'un réseau d'arbres de haut jet, des châtaigniers, implantés régulièrement, avec un espacement de 24m, qui devrait apporter un effet brise-vent et un ombrage déporté sur les cultures situées à proximité. Le suivi de ce système visera à caractériser ces effets, à évaluer leur conséquence sur le comportement des cultures, notamment des abricotiers, et sur la demande en eau. La dimension « pilotage » de l'irrigation sera également au cœur des travaux : face aux restrictions importantes de volume d'eau apportées, le pilotage de l'irrigation devra être adapté, pour définir la meilleure « stratégie » d'apport en conditions limitées, le meilleur rapport productivité/volume d'irrigation, et à favoriser l'adaptation des arbres aux conditions d'irrigation limitées. Le pilotage de l'irrigation basé sur l'état hydrique des arbres sera évalué via des suivis spécifiques, et comparé à un pilotage « classique ».

Le système est conçu pour être évolutif, de manière à optimiser la gestion de l'espace productif : il intégrera, durant les premières années suivant la plantation, des cultures assolées peu consommatrices en irrigation sur les interrangs larges, qui laisseront place à des PPAM (lavande, lavandins) une fois les cultures arboricoles rentrées en pleine production. Les interrangs devenus plus « étroits » avec le développement de la frondaison des arbres fruitiers devraient être utilisés pour l'implantation de couvert biodiversité, biomasse, ou de cultures de plantes aromatiques.

Points de vigilance soulevés pour la mise en place

Conformément au système précédent, des canaux d'irrigation traversent la parcelle à l'ouest. Pour ajuster le dispositif et ne pas planter la haie sur les canaux, la géométrie de la parcelle a permis de « décaler » les cultures vers l'est, quitte à perdre quelques arbres sur la rangée terminale.

Implantation des arbres

De la même manière que pour le dispositif « optimisation », les plants ont été commandés à l'avance compte-tenu des délais d'approvisionnement. Ainsi, le début de l'implantation des systèmes agroforestiers a pu commencer à l'hiver 2020. Les densités de plantation des arbres fruitiers sur le rang ont été définies en se basant sur les personnes enquêtées et sur de la bibliographie.

Pour rappel, il a été implanté des châtaigniers, à distance régulière (24m) et en quinconce, avec les espèces fruitières de diversification sur les rangs de bordure. Cette disposition en quinconce implique deux configurations de rang différentes que l'on nommera rang A ou rang B comme expliqué dans la figure 7 ci-dessous. Pour limiter les effets de compétition avec les châtaigniers, il a été décidé d'implanter les autres arbres fruitiers à une distance minimum de 6m de ces derniers. La Figure 32 ci-dessous résume les densités de plantation, l'organisation et, *in fine*, le nombre de plants de chaque espèce fruitière du système selon le type de rang (A ou B).

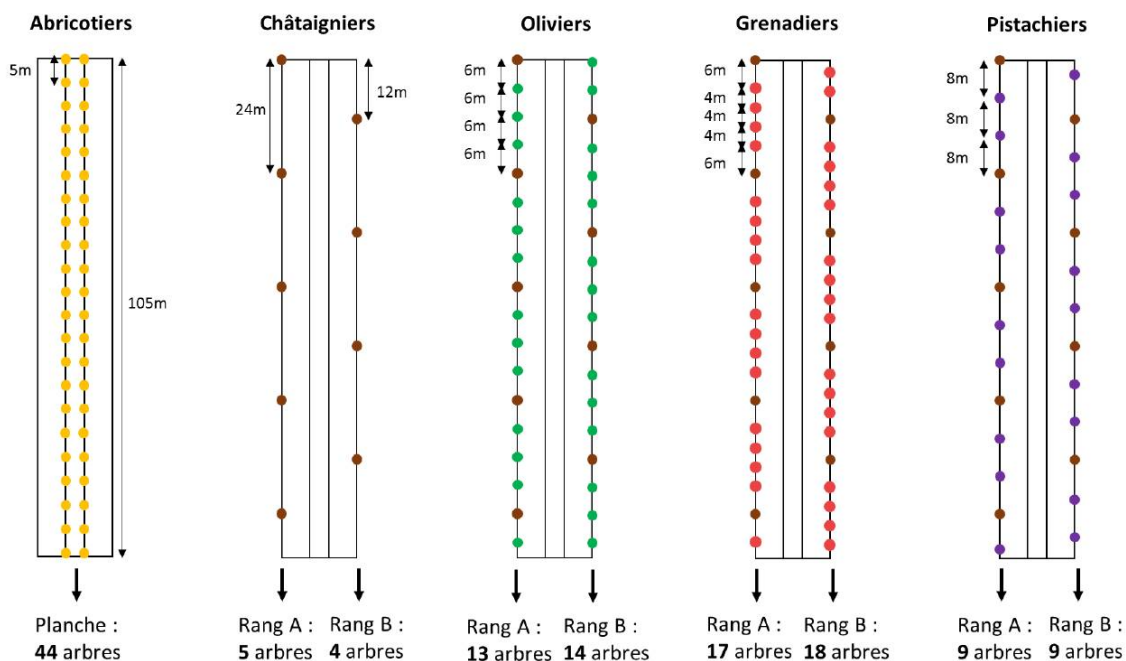


Figure 32: Disposition et nombre d'arbres fruitiers dans le système "restriction"

Pour une question d'homogénéisation, il a été décidé d'entourer les bandes de cultures par la même espèce fruitière. La Figure 31 permet de dénombrer le nombre de rangées A et B pour chaque espèce fruitière, et de remplir le tableau 4 ci-dessous.

	Châtaignier	Olivier	Grenadier	Pistachier
Nombre d'arbres sur Rang A	5	13	17	9
Nombre d'arbres sur Rang B	4	14	18	9
Nombre de rangées A avec cette culture	7	3	2	2
Nombre de rangées B avec cette culture	7	2	2	3
Nombre total d'arbres dans le système	63	67	70	45

Tableau 14: Calcul du nombre d'arbres de chaque espèce fruitière dans le système "restriction"

Le calcul du nombre d'abricotiers se présente plus simplement. On remarque qu'il y a 44 arbres par « planche » ou « bande » d'arboriculture (Figure 32) et que le système contient 7 de ces bandes. On dénombre alors un total de $44 \times 7 = 308$ abricotiers dans le système. Lors des ateliers, il a été évoqué la possibilité d'implanter les abricotiers en quinconce sur les rangs. Cette organisation permet de traiter de part et d'autre des deux rangées sans « rouler » sur l'interrang de 4m entre les deux rangées. (Figure 33). Dès lors, cet interrang peut être dédié à la biodiversité. Seul point de vigilance : cette organisation réduit le nombre d'abricotiers à 301 arbres sur l'ensemble du système.

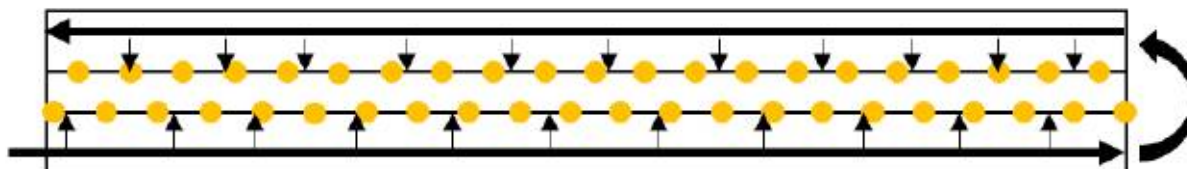


Figure 33: Modélisation du passage du tracteur de part et d'autre des rangs d'abricotiers disposés en quinconce.

Choix des variétés

Abricotier : Au même titre que le pêcher, l'abricotier est une culture maîtrisée par la SEFRA qui, maintenant, commence à avoir des références en agriculture biologique. Un rendez-vous avec le technicien en charge des expérimentations variétales à la SEFRA peut donc être nécessaire pour définir les choix d'une variété tolérante aux conditions de sécheresse. Les variétés d'abricotiers les moins gourmandes en eau, choisies pour le système « restriction » sont : Sefora, Bolero, Lido et Noogat.

Olivier : La variété d'Olive se choisit selon quatre critères (Chauvin Buthaud, Comm. Pers.) :

- PH sol : facteur le plus limitant car les oliviers se développent sur sols calcaires. Rechercher dans les variétés type Rougette d'Ardèche (huile)
- Utilisation (table/huile/mixte) : il faudrait peut-être favoriser les variétés à huile pour limiter la concurrence avec l'Olive de Nyons
- Sensibilité mouche de l'olive : facteur essentiel surtout en AB car, par exemple, la variété principale autour de Nyons (La Tanche) est très sensible à la mouche de l'olive et beaucoup d'arboriculteurs en AB repassent en conventionnel aujourd'hui.
- La résistance au froid : il faudrait favoriser une variété résistante au froid (comme la tanche) pour cultiver des oliviers avec le climat de la TAB.

La variété d'oliviers choisie pour le système « restriction » en tenant compte de ces critères est l'Aglandeau.

Grenadier : Le choix de la variété de grenade est avant tout lié à son utilisation. Il est possible de transformer les grenades en jus pour les commercialiser en circuits courts dans le département. Si toutefois d'autres circuits de commercialisation sont favorisés, la station SUDEXPE mène des expérimentations sur cette culture dans l'Hérault (Crete, 2019). Les variétés de grenadiers choisies pour le système « restriction » sont : Fleshman, Wonderful et Fina tendral.

Pistachier : Les variétés de pistachiers les plus répandues sont la Kerman (plante femelle) et la Peters (pollinisateur mâle), toutes deux sont des hybrides américains.

Un seul pépiniériste en France possède d'autres variétés plus adaptées, plus rustiques et plus résistantes (Ori, Comm.Pers). Les variétés de pistachiers choisies pour le système « restriction » sont : Kerman et Engine pour leur rusticité et leur résistance.

Châtaigniers : La variété de châtaigniers choisie pour le système « restriction » est Marsol car connue pour être peu exigeante en eau.

3.3.1.6 EVOLUTION PAR RAPPORT AU DEPOT DU PROJET

Il est important de noter que l'orientation de l'expérimentation agroforestière devant être implantées sur la plateforme TAB, initialement axée sur un système agroforestier viticole lors du dépôt du projet, a été réorienté suite au premier atelier de co-conception et à plusieurs échanges avec l'équipe viticulture de la chambre d'agriculture de la Drôme. Il a ainsi été choisi de ne pas inclure de la vigne dans les systèmes conçus, pour des raisons multiples, liées à la cohérence technique du projet, et détaillées ci-dessous :

Si l'agroforesterie est une thématique d'expérimentation pour l'équipe viticulture de la CA26, celle-ci souhaitait également construire une expérimentation explorant plusieurs autres questions de recherche, liées à l'évaluation d'autres modes de conduite, et ne s'appuyant pas forcément sur l'intégration d'autres cultures : évaluation d'un cépage résistant aux maladies cryptogamiques, évaluation de plusieurs dispositifs d'ombrage visant à ralentir la maturation et à diminuer l'évapotranspiration, évaluation de plusieurs méthodes de protection anti grêle, évaluation de couvert végétaux... L'agroforesterie ne constituait donc qu'une partie limitée des questions de recherches que souhaitais aborder l'équipe viticulture de la chambre d'agriculture de la Drôme. En effet, cet essai orienté majoritairement sur la vigne, répondant à plusieurs questions de recherche spécifiques à cette culture, ne laisse qu'une place secondaire et limitée aux autres cultures présentes dans les essais systèmes de la TAB (Arboriculture, grande cultures, PPAM, légumes de plein champ, cultures semences). Dans ce contexte, il aurait été très difficile de concevoir une expérimentation système cohérente, basée sur la viticulture et répondant aux attentes de l'équipe viticulture CA26, mais également aux thématiques et questions de recherches des autres partenaires techniques de la TAB, Arvalis, Sefra... De ce fait, ces instituts auraient envisagé de ne pas participer à la conduite des essais, en cas de système expérimental trop éloigné de leurs attentes.

Par ailleurs, les attentes de l'équipe viticulture de la CA26 étant assez précises et déjà travaillées en amont du projet, il est apparu nettement que ces attentes auraient rendu le processus de co-conception, prévu dans le projet, beaucoup moins nécessaire et riches en échanges, que pour une expérimentation plus « ouverte » à l'imbrications de cultures.

Enfin, le type de dispositif envisagé pour répondre aux questions de l'équipe viticulture correspond davantage à un essai « mode de conduite » avec plusieurs modalités, correspondant aux différents types de conduites testées, qu'à une approche « système », comme envisagé dans le projet Arbriss'eau. La surface nécessaire au type d'essai envisagé par la CA26, paraissait par ailleurs largement inférieure à la surface des parcelles prévues pour accueillir le projet de co-conception.

L'ensemble de ces arguments, ont conduit l'équipe d'animation de la TAB, en accord avec l'équipe viticulture et la direction de la CA26, à « séparer » l'expérimentation viticole, du système conçu dans le cadre du projet Arbriss'eau. L'expérimentation viticole fera donc l'objet d'un projet expérimental spécifique, plus analytique, et centré sur la vigne.

3.3.2 ACTIONS REALISEES PAR LA LPO

3.3.2.1 PARTICIPATION AUX ATELIERS DE CO-CONCEPTION

La LPO a participé aux différents ateliers de co-conception qui ont eu lieu en 2019 et 2020 (7 ateliers en tout, voir rapport intermédiaire 2020). Lors des 7 ateliers de co-conception, la biodiversité a été prise en compte afin de maximiser son accueil au sein des nouvelles parcelles d'Etoile sur Rhône :

- Multiplication des espèces végétales cultivées,
- Intégration d'arbres de haut jet au cœur des parcelles afin de servir de corridors et perchoirs naturels (en plus de différents rôles agronomiques),
- Travail sur les couverts,
- Corridors et habitats amenés par les nouvelles haies plantées ou renouvelées
- Proposition de creusement d'un réseau de mares artificielles

- Pose de nichoirs ou gites artificiels.

Au regard des différents ateliers de co-conception, des résultats des suivis mis en place sur Arbriss'eau et Empusa et de la bibliographie, il est proposé la mise en place de nouveaux aménagements sur la plateforme Arbriss'eau d'Etoile sur Rhône.

Gites à chiroptères

Les gites plats ont pu montrer leur efficacité pour accueillir les chiroptères sur la plateforme Empusa. C'est pourquoi, 12 ilots de 2 gites plats sont proposés pour être installés sur la plateforme. Ces gites ont permis d'accueillir principalement des pipistrelles au régime alimentaire en cours d'étude. Néanmoins, afin d'accueillir et sédentariser des espèces plus cavernicoles, de nouveaux types d'aménagements sont proposés.

Une densité de 10 gites à chiroptère par ha sera visée.



Figure 34: Exemple de gite artificiel pour chiroptère cavernicole

Nichoirs à oiseaux

Compte tenu de la présence de nombreux nichoirs à mésanges et à crécerelles sur la plateforme «Empusa», il est proposé sur cette plateforme Arbrisseau de se concentrer sur la mise en place de nichoirs à rapaces nocturnes (effraie, petits ducs et chevêche d'Athéna). La mise en place de ces aménagements vise la sédentarisation des rapaces avec comme objectif final le maintien des populations de rongeurs en dessous des seuils d'intervention. La mise en place de tels nichoirs vise également à favoriser la reproduction dans un milieu sûr, d'espèces en déclin.

Mise en place d'un réseau de mares

Une mare existe déjà sur la plateforme et a pu montrer une capacité d'accueil de la biodiversité incontestable. Afin de permettre la venue d'une plus grande diversité et quantité de faune dans ces

espaces, la mise en place d'un réseau de mares artificielles est proposée. Ces mares pourront être de faible dimension, néanmoins afin de limiter l'évaporation et la montée en température, il est proposé que ces mares aient une profondeur au minimum d'un mètre.

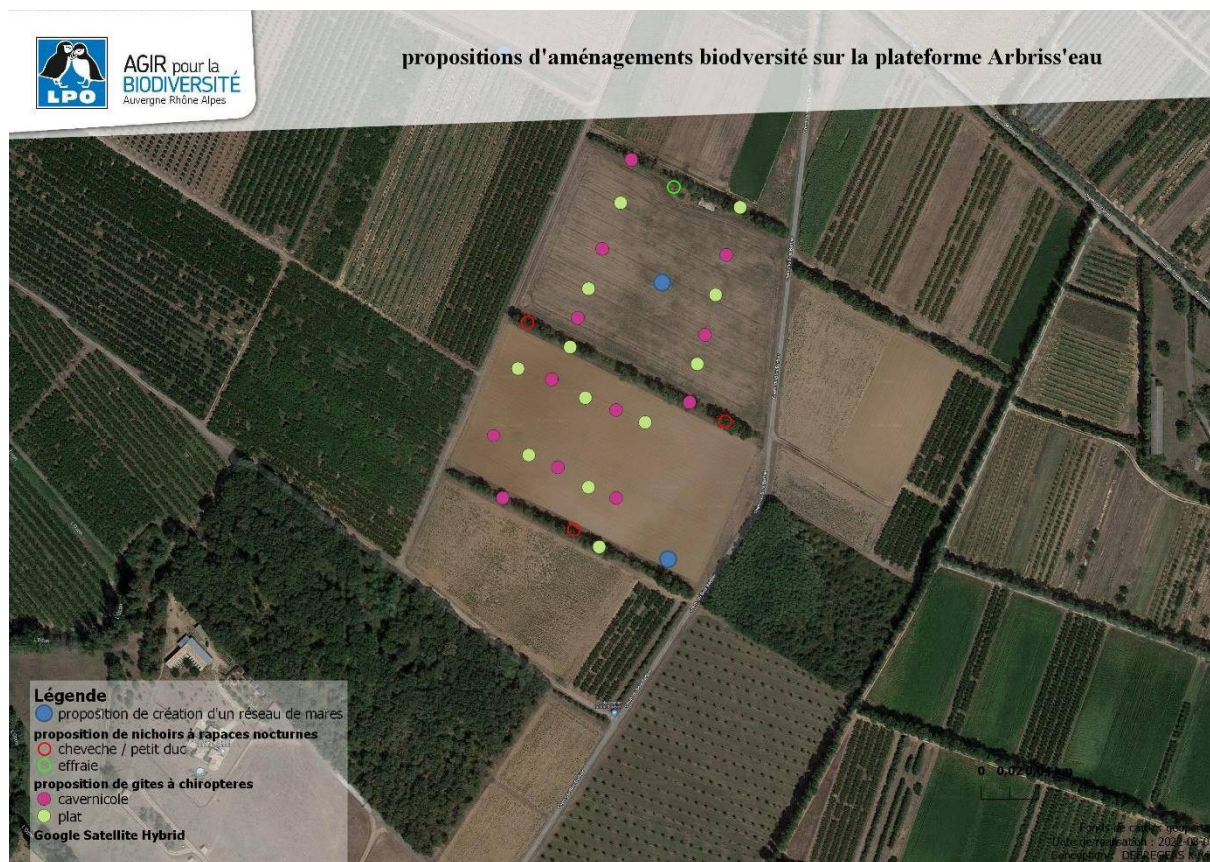


Figure 35 : cartographie des aménagements proposés sur la plateforme arbriss'eau suite aux ateliers de co-conception

3.3.2.2 ACTIONS DE SUIVIS

La présence de chiroptères est une piste étudiée pour permettre de diminuer l'utilisation d'insecticides. En effet ces mammifères protégés et pour bon nombre menacés ont un régime alimentaire strictement insectivore et peuvent consommer des insectes susceptibles d'occasionner des dégâts aux cultures.

Afin de caractériser l'effet sur la colonisation des chiroptères de la mise en place de cette plateforme, un suivi est proposé. Un suivi similaire avait été mis en place sur la plateforme Empusa et avait permis d'avoir des résultats intéressants.

Matériel et méthodes

Les relevés ont consisté à poser des enregistreurs SM4 (de Wildlife Acoustic™) sur 2 points d'écoute. Les enregistreurs ont été posés à environ 1m de hauteur au sein de :

- Z 18 : Planche de culture agroforestiers (couvert herbacé) : point situé le plus au centre de la parcelle pour éviter « l'effet bordure »
- Z 19 : Haie nouvellement plantée

- Parcelle de maïs non agroforestière : point Z17 : hauteur du sommet de la végétation : prévoir 1 perche ou installer directement au sommet des plans de maïs



Figure 36: Localisation des points d'écoute chiroptères par enregistreur

Les poses d'enregistreurs ont été réalisées sur des nuits bénéficiant de conditions météo optimales (température douce, absence de vent –ou vent faible- et de précipitation), sur des sessions d'une nuit d'enregistrement (Tableau 1).

Le protocole est basé sur le protocole « point fixe » Vigichiro (Kerbiriou et al. 2015) avec une pose en début de saison (juin) et une pose après l'émancipation des jeunes (fin aout/septembre).

Enregistrement et traitement des données

Le protocole de traitement des données est le protocole Vigichiro. Les appareils enregistrent les contacts de Chiroptères tout le long de la nuit du coucher au lever du soleil. Les données sont ensuite traitées par séquences de 5 minutes (traitement à l'aide du logiciel Kaleidoscope) et identifiés grâce au programme en ligne Tadarida.

Protocole d'archivage des données :

- Enregistrement des données sur un dossier au nom : nom de l'enregistreur_nom du point_date début d'enregistrement
- Renommage de chaque fichier au format Vigichiro avec Lupas Rename
- Traitement Kaleidoscope
- Compression en dossier de 700MB

- Envoi Vigichiro
- Archivage du fichier CSV issu de Vigichiro

Résultats

Un problème technique n'a pas permis d'obtenir des résultats pour la première session d'enregistrements. Ce problème issu d'une erreur humaine, nous a permis d'améliorer notre protocole afin d'éviter les erreurs de manipulation.

La seconde session nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

Tableau 15 : nombre de contacts par espèces sur chaque point lors du suivi du 25 au 26 aout 2021. Contacts retenus lorsque l'algorithme donne une détermination >95% (non vérifiés manuellement)

Espèce	z17	z18	z19
Barbastelle d'Europe	1	5	1
Sérotine commune		5	1
Vesper de Savi		1	5
Minioptère de Schreiber	1	2	2
Murin de Daubenton		1	
Murins de grande taille			5
Murin de Naterer		1	
Noctule de leisler		20	
Noctule commune		3	
Pipistrelle de kuhl	338	263	39
Pipistrelle de kuhl	12	85	29
Pipistrelle pygmée	12	14	10
Oreillard roux		1	
Oreillard gris		8	
Total	364	409	92

Appréciation des résultats et pistes

Ces résultats seront analysés avec des données pluriannuelles. Des suivis similaires avaient été mis en place sur la plateforme Empusa et avait permis de montrer qu'avec le développement des parcelles agroforestières, le cortège de chiroptères observés, évoluait avec une augmentation du nombre d'espèces et de contacts. On a pu noter en particulier la fréquentation de la plateforme par des espèces à la faible détectabilité et normalement catégorisées comme « forestières ». Ces espèces et en particulier les Oreillards roux sont susceptibles de glaner des proies sur le feuillage ce qui peut permettre d'espérer une consommation d'insectes susceptible d'occasionner des dégâts différents des espèces rencontrées en milieu plus ouvert sans agroforesterie qui chassent quant à elles plutôt en vol.

Un suivi suivant le même protocole sera à réaliser en 2023, lorsque les haies et les enherbements se seront développés et diversifiés pour permettre de valider cette hypothèse.

Sur d'autres plateformes, ce protocole peut être mis en place sans problème particulier à part la stricte application du protocole et notamment d'archivage. Concernant le matériel, du matériel moins onéreux peut être utilisé notamment les Audiomoth

<https://www.openacousticdevices.info/audiomoth>

Ou les Passivrecorder

<https://framagit.org/PiBatRecorderProjects/TeensyRecorders/tree/master/PassiveRecorder>

3.3.2.3 SUIVI DE LA COLONISATION PAR LES RHOPALOCERES D'UNE NOUVELLE PLATEFORME AGROFORESTIERE

Rappel de l'objectif du suivi et son intérêt

A l'hiver 2020-2021, une nouvelle plateforme agroforestière a vu le jour sur la ferme expérimentale d'Etoile. Afin de mettre en place des indicateurs sur l'entomofaune et de caractériser l'effet sur la colonisation des rhopalocères de la mise en place de cette plateforme (mise en place de ligneux et bandes enherbées), un suivi est proposé.

Matériel et méthodes

Le protocole s'est basé sur le protocole « STERF » qui consiste à parcourir au moins une fois par mois un transect dimensionné pour être parcouru en 10 minutes et à identifier tous les individus observés dans une « boîte virtuelle » de 5m autour de l'observateur.



Figure 37: localisation des transects suivis selon le protocole STERF sur la plateforme TAB

Enregistrement et traitement des données

Les données ont été localisées et enregistrées sur la base de données faune-drome.org à l'aide de l'application naturalist.

Résultats

- Transect 1 (couvert spontané très peu diversifié le long d'une haie centrale juste plantée)

Tableau 16 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 1 en 2021

	25/04	12/05	19/05	12/06	29/06	27/07	13/08
Belle Dame			1				
Mégère					1		
Piérade de la Rave	1				2		1
Piérade sp		2			1	1	
Hespérie de l'alcée							1
Procris (fadet commun)						1	2
Nombre d'individus total	1	2	1	0	4	2	4
Diversité spécifique	5						

- Transect 2 (bande enherbée diversifiée et ancienne au pied d'une haie buissonnante diversifiée)

Tableau 17 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 2 en 2021

	25/04	12/05	19/05	12/06	29/06	27/07	13/08
Azuré commun				1	1	1	1
Belle dame		1			2		
Collier de corail	1			1			
Cuivré commun							1
Demi-deuil					2		
Fadet commun	1	4	1	3	2	1	
Flambé	1			1			
Hespérie de la Mauve	2	1		1			
Hespérie de l'Alcée			1				
Mégère		1	1	1	2		
Mélitée du Plantain	2		8	1			
Mélitée orangée			1				
Mélitée sp			1				1
Petit Nacré					1		
Petite tortue					1		
Piérade de la Rave	2	2		3	1		
Piérade de la Rave/de l'Ibérie				1			
Piérade du Chou			1	2	2		
Piérade du Navet		1					
Piérade sp		1	1		1	1	
Souci					1	2	1
Sylvaine		1					
Tircis	1		3		2	1	
Nombre d'individus total	10	12	18	15	18	6	4
Diversité spécifique	20						

- Transect 3 (couvert spontané peu diversifié (quelques plantes à fleur malgré tout) entre rangs d'arboriculture

Tableau 18 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 3 en 2021

	25/04	12/05	19/05	12/06	29/06	27/07	13/08
Azuré commun	1		2	2		1	
Azuré sp.	1						
Belle Dame			2	1			
Fadet commun		1			5		3
Fluoré			1		1		1
Machaon				2	1		
Mégère						1	
Piérade de la Rave	2	1		1	2		
Piérade de la Rave/de l'Ibérie		1	2	1	1		
Piérade du navet						1	
Piérade du Chou			1	4	3		
Piérade sp		2		1			
Souci	2		1	1		1	
Tircis						1	
Vulcain							1
Nombre d'individus total	6	5	9	13	13	5	5
Diversité spécifique	12						

- Transect 4 (bordure de chemin enherbé naturellement depuis plusieurs années)

Tableau 19 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 4 en 2021

	25/04	12/05	19/05	12/06	29/06	27/07	13/08
Azuré commun	1			2			1
Belle Dame	4	5	6	1			
Cuivré commun				1			
Fadet commun		1	2	1	4	2	1
Flambé				1			
Hespérie sp.							1
Mégère		1			2	2	
Mélitée orangée						1	
Petite tortue				1			
Piérade de la Rave	1	2		3	1	1	
Piérade de l'Ibérie					1		
Piérade du Chou					3		
Piérade du Navet			1				
Piérade sp	1			1	1		
Souci					2	1	1
Vulcain			1				
Total nombre d'individus	7	9	10	11	14	7	4
Diversité spécifique	15						

- Transect 5 (bordure de chemin enherbé naturellement depuis plusieurs années)

Tableau 20 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 5 en 2021

	25/04	12/05	19/05	12/06	29/06	27/07	13/08
Azuré commun		1	1	1			
Belle Dame				1			
Demi-deuil					1		
Fadet commun			2		1	3	3
Hespéride sp.							1
Mégère		1			4		
Mélitée du Plantain					1		
Mélite sp.						1	1
Piéride de la Rave			1	1	3	1	
Piéride de la Rave/de l'Ibérider	2			1			
Piéride sp.				1		2	
Souci				1			
Nombre d'individus total	2	2	4	6	10	7	4
Diversité spécifique	9						

Appréciation des résultats

Ces résultats seront analysés avec des données pluriannuelles. Néanmoins, nous pouvons déjà observer que la bande enherbée ancienne, associée à une haie de plusieurs années (transect 2) montre la diversité spécifique la plus importante. Le transect 4 montre une diversité intermédiaire probablement due à la proximité du chemin enherbé naturellement. Les inter rangs d'arboriculture (T1 et 3) montre quant à eux une diversité très faible pouvant être mis en lien avec la très faible diversité floristique de ces inter-rangs

L'entretien de l'enherbement semble aussi avoir eu un fort effet sur le nombre d'individus (entretien entre le 29/06 et le 27/07). En effet la sécheresse qui a pu être observé à cette période sur d'autres années n'a pas été rencontré cette année-là.

Un suivi suivant le même protocole sera à réaliser en 2023, lorsque les haies et les enherbements se seront développés et diversifiés.

L'indicateur « rhopalocère » peut être un indicateur intéressant à mettre en place afin de suivre les effets des changements de pratiques mais peut également être un taxon à mettre en avant afin de faire découvrir la diversité du vivant au sein des parcelles et de permettre de sensibiliser sur l'impact de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques.

Un protocole simplifié est également proposé dans le cadre de l'observatoire agricole de la biodiversité qui permet l'identification des espèces ou groupes les plus simples et permet là aussi une certaine sensibilisation des opérateurs.

3.3.2.4 SUIVI DE LA MARE

Rappel de l'objectif du suivi et son intérêt

Les mares sont connues pour jouer un rôle important dans la qualité de l'eau notamment en freinant l'écoulement des eaux de ruissellement et en les épurant. Les mares sont également connues pour favoriser certains auxiliaires des cultures, notamment les chauves-souris et les odonates réputés pour consommer de très nombreuses espèces différentes d'insectes (Kaunisto et al. 2020)

L'objectif de ce protocole appliqué sur une mare déjà creusée précédemment sur la parcelle «Arbriss'eau» est de caractériser la fonctionnalité pour la faune de ces aménagements artificiels et de pouvoir l'appliquer sur les différentes mares qui seront creusées à l'avenir sur la parcelle «Arbrisseau».

Matériel et méthodes

Prospections tous les mois à proximité de la mare pendant 10 minutes permettant de déterminer à vue toute les espèces vues mais aussi de collecter et d'analyser à posteriori les exuvies

Enregistrement et traitement des données

Les résultats ont été consignés sur la base de données faune-drome.org à l'aide de l'application naturalist.

Résultats

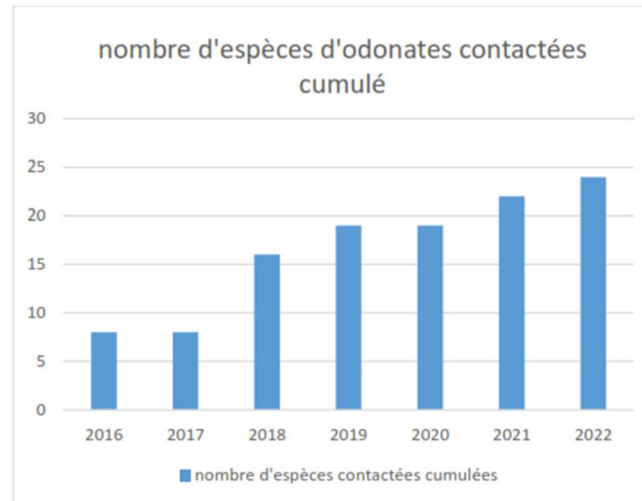


Figure 38 : représentation graphique de l'évolution du nombre d'espèces d'odonates cumulées au cours du temps

Appréciation des résultats

Les résultats montrent une diversité spécifique intéressante avec des espèces protégées présentes (agrion de mercure) et des espèces peu communes dans le département comme le leste verdoyant. On note également que le nombre d'espèces contactées continue d'augmenter avec certaines espèces moins pionnières qui s'installent 7 ans après la création de la mare. Cette diversité peut s'expliquer par la maturité de la mare. La mise en place d'un réseau de mare et son suivi est à prévoir afin de caractériser l'effet d'un réseau par rapport à la création de mares solitaires. On peut s'attendre ici à des différences notamment d'espèces présentes et de vitesse de colonisation. Des suivis en parallèle des amphibiens selon le protocole pop amphibiens (Barrioz et Miaud, 2016) seraient intéressants à mener, tout comme un suivi de l'utilisation par les chiroptères par le protocole Vigichiro.

3.3.2.5 SUIVI DE L'AVIFAUNE

Rappel de l'objectif du suivi et son intérêt

Suivi du cortège avifaunistique suite à la mise en place de 2 nouvelles parcelles agroforestières

Matériel et méthodes

Réalisation de points d'écoute active de 5 minutes selon le protocole EPOC les 27 avril, 12 et 19 mai 2021 afin de cerner les différents oiseaux nicheurs sur site.

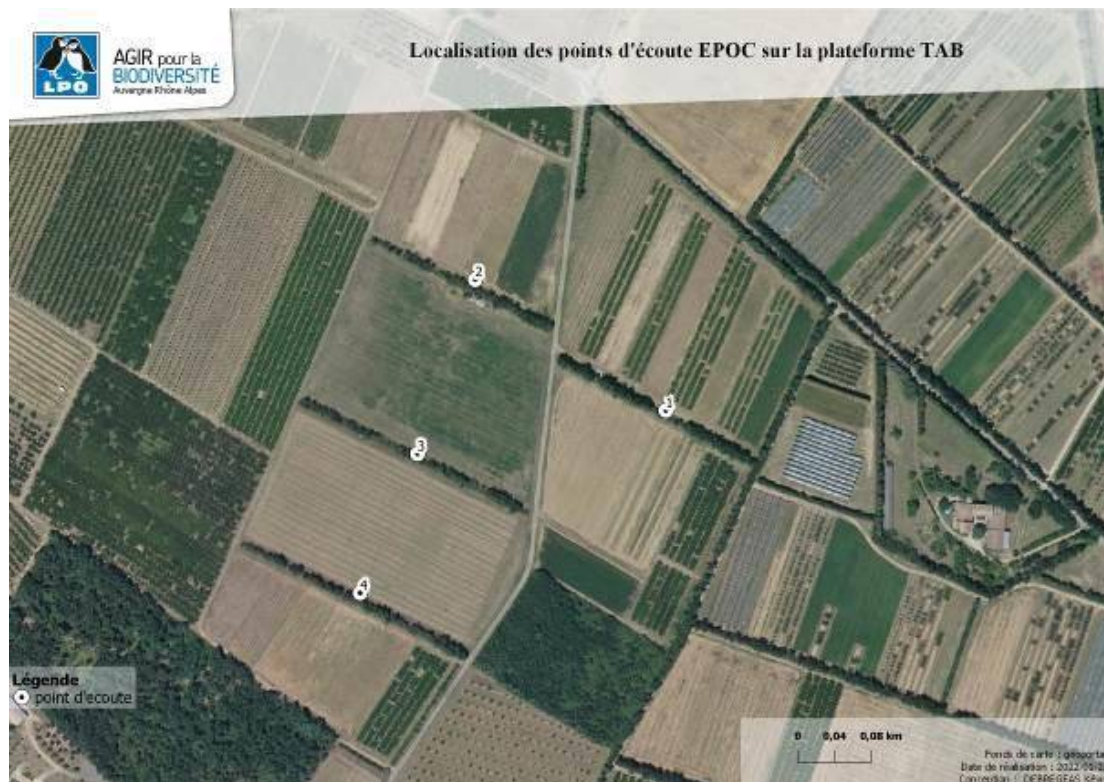


Figure 39 : localisation des 4 point d'écoute réalisés en 2021 sur la plateforme (protocole EPOC)

Enregistrement et traitement des données

Les résultats ont été consignés sur la base de données faune-drome.org à l'aide de l'application naturalist.

Résultats

Tableau 21 : résultats des prospections par points d'écoutes réalisés sur la TAB

Espèce	Espèces indicatrices du cortège forestier	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
Bergeronnette grise		Transit	0	Transit	0
Bruant zizi		reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible	0
Chardonneret élégant		Transit	reproducteur possible	0	0
Corbeau freux		0		0	Transit
Cornille noire		Transit	Transit	Transit	Transit
Faisan de Colchide		reproducteur possible		reproducteur possible	reproducteur possible
Faucon crécerelle		0	reproducteur possible	0	Transit
Fauvette à tête noire		0	reproducteur possible	0	reproducteur possible
Geai des chênes		0	0	Transit	Transit
Gobemouche noir		0	0	Migrateur	0
Grive musicienne	x	reproducteur possible	0	reproducteur possible	reproducteur possible
Hirondelle rustique		0	0	0	Transit
Hypolaïs polyglotte		reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible	0
Merle noir		reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible
Mésange bleue		reproducteur possible	reproducteur possible	0	reproducteur possible
Mésange charbonnière		reproducteur possible	reproducteur possible	0	reproducteur possible
Pic épeiche	x	reproducteur possible	0	0	0
Pic vert		reproducteur possible	reproducteur possible	0	reproducteur possible
Pie-grièche écorcheur		Migrateur	Migrateur	0	0
Pigeon ramier		reproducteur possible	Transit	0	reproducteur possible
Pinson des arbres		reproducteur possible	0	0	0
Pouillot véloce	x	0	0	0	reproducteur possible
Rossignol Philomèle		reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible	reproducteur possible
Rougegorge familier	x	reproducteur possible	0	reproducteur possible	reproducteur possible
Rougequeue noir		reproducteur possible	0	0	0
Serin cini		reproducteur possible	reproducteur possible	0	0
Tourterelle des bois		reproducteur possible	0	reproducteur possible	reproducteur possible
Troglodyte mignon		0	0	0	reproducteur possible
Verdier d'Europe		0	reproducteur possible	0	0

Les résultats ne pourront montrer l'impact de la mise en place de la parcelle agroforestière qu'après plusieurs années néanmoins on peut déjà voir que le point 1 situé à proximité de la parcelle agroforestière historique et que le point 4 situé à proximité du boisement présentent le plus d'oiseaux du cortège forestier. Ce protocole est intéressant à reproduire pour mettre en évidence la colonisation par d'éventuelles espèces forestières mais également pour mettre en évidence les espèces des cortèges de milieux ouverts et semi-ouverts.

3.3.2.6 SUIVI DU REGIME ALIMENTAIRE DES CHIROPTERES EN CHASSE SUR LA PLATEFORME TAB

Objectif du suivi et intérêts

Les suivis d'activité des chiroptères sur la plateforme TAB a permis de mettre en évidence une activité importante d'espèces non retrouvées dans les gîtes « plats » tels que ceux installés sur la plateforme. L'objectif de cette étude vise à mesurer la consommation de ravageurs des cultures au sein de la plateforme par des espèces de chiroptères ne pouvant être présents dans les gîtes plats tout au long de l'année.

Matériel et méthodes

Capture au filet des chiroptères les 17, 23 et 25 juillet ainsi que le 3 septembre 2020. Prélèvement éventuel du guano excrété lors de la capture.

Equiperment avec des capsules lumineuses des individus dont la masse le permet le 17 juillet et suivi visuel de l'activité avec 5 équipes d'observateurs.



Photo 4 : test d'installation de capsule lumineuse sur le dos d'une pipistrelle de kuhl - photographie S. Desrousseau

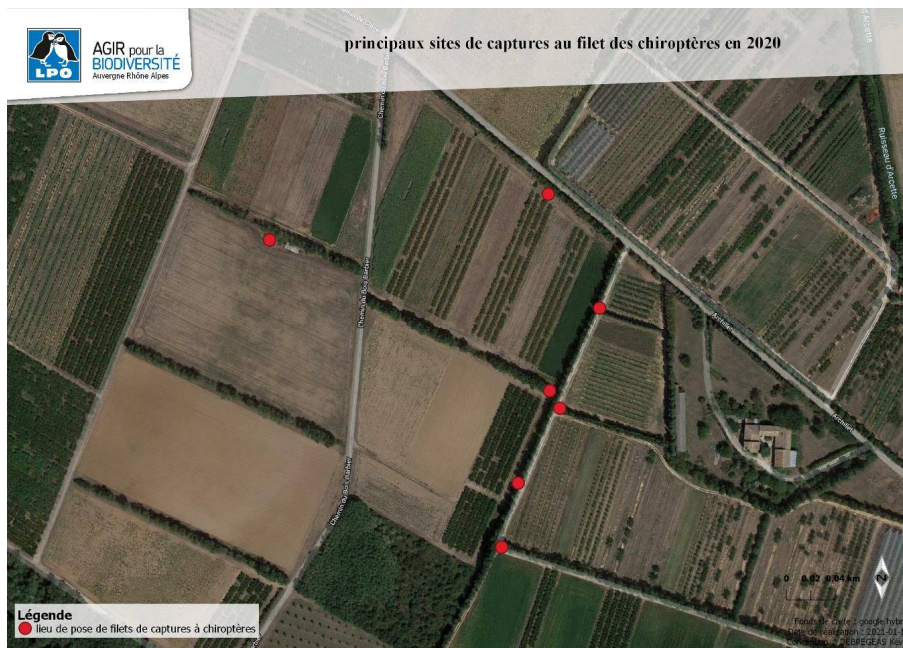


Figure 40 : Localisation des sites de captures principaux

L'enregistrement et les données ont été consignés dans des fichiers Excel, sur la base de données dB chiro et les mesures réalisées lors des captures (mensurations, masse etc.) seront transmises aux MNHN.

Résultats

Tableau 22 : synthèse des captures de chiroptères réalisées en 2020 sur la TAB

Dates capture	durée (h)	espèce	sexe	nombre	Commentaires
17/07/2020	2.5	pipistrelle de kuhl	femelle allaitante	2	test capsule lumineuse sur une, quitte la parcelle au bout de quelques secondes et ne sera pas revue de la soirée
		pipistrelle de kuhl	mâle	1	test capsule lumineuse, quitte la parcelle au bout de quelques secondes et ne sera pas revue de la soirée
		pipistrelle commune	mâle	1	
		Oreillard roux	femelle allaitante	2	test capsule lumineuse sur 1. retrouvée 30 min après en chasse dans parcelle d'abricotier sous filet paragrêle, parcelle voisine au nord de la plateforme
		pipistrelle pygmée	femelle post allaitante	1	
		pipistrelle commune	femelles	2	

Le suivi réalisé en 2020 a permis de confirmer les données acoustiques et de montrer la chasse d'oreillards roux au sein des parcelles de verger même s'ils sont protégés par des filets paragrêles. Cette observation est à mettre en relation avec le vent présent ce soir-là et l'effet brise vent amené par ces filets (données info-climat sur l'aérodrome d'Ancône : vent moyen > 20km/h et rafale à 50km/h).

Le suivi par capsule lumineuse ne semble pas être le moyen le plus approprié pour suivre l'activité des chiroptères à l'échelle d'une plateforme agroforestière. En effet la grande mobilité des chiroptères semble les amener à changer de parcelle de chasse assez régulièrement ne permettant pas un suivi spécifique sur une seule parcelle.

Un suivi par radiotracking mené dans le cadre de l'expérimentation TAB/Empusa les années suivantes a permis de montrer des résultats plus probants et notamment la chasse d'oreillards roux au sein même de parcelles de maïs présentant des corridors de déplacement pour les chauves-souris importants (haies et boisements). **Ces résultats de potentiels auxiliaires ne sont qu'un encouragement de plus à réimplanter des haies et arbres alignés dans les plaines céréalières.**

3.3.3 CREATION D'UN CAHIER DES CHARGES POUR UNE BASE DE DONNEES INTERACTIVE

Avec la mise en place de ce réseau de sites pilotes anciens et nouveaux, nous proposons de réfléchir à un cahier des charges pour la création d'une base de données interactives.

3.3.3.1 COLLABORATION DANS LE CADRE DE LA THESE DE RAFAEL CONDE SALAZAR

Initialement, ce travail devait faire l'objet d'une collaboration avec le CIRAD, dans le co-encadrement de la thèse de Raphael Conde Salazar (UMR AMAP), avec la réalisation d'une base de données réutilisable pour notre projet. Cette action devait faire l'objet d'un livrable de sa thèse, comme exemple pratique du sujet abordé à savoir « Vers une démarche ontologique pour la gestion des bases de données en agroforesterie » (Salazar, 2021).

Dans la collaboration avec Rafael Conde, nous avons formalisé un tableur recensant les projets agroforestiers. La base de données a été réalisée sur tableur Excel et comporte les entrées habituelles pour la caractérisation des sites agroforestiers :

- Coordonnées des sites et responsable
- Caractérisation du dispositif à des fins de démonstration ou expérimentales
- Description du projet (année plantation, densité, linéaire, surface, système de production).

Plus d'une centaine de projets d'intérêt ont été recensés.

Ci-dessous, nous retranscrivons le résumé de la thèse qui a été soutenue le 15 décembre 2021 à Montpellier.

Dans un contexte général de développement durable, les recherches menées autour de l'agroforesterie prennent tout leur sens en rendant intelligibles les interactions plante-plante dans un environnement pouvant être dégradé. Depuis plusieurs années maintenant, des données issues d'observations sur le terrain sont acquises en partenariat avec plusieurs catégories d'acteurs (en particulier des forestiers, agriculteurs et éleveurs). Il s'agit maintenant d'ouvrir ces données et de les rendre disponibles depuis le web à d'autres communautés. De plus, les études menées en agroforesterie nécessitent des approches systémiques pour par exemple mieux comprendre les

mécanismes de résilience des plantes face aux changements climatiques ou encore face à la pollution des sols. Il s'agit également de rendre les données liables à d'autres jeux de données relatifs au climat et aux territoires. Le double enjeu de partage et d'interconnexion des données en agroforesterie nous rapproche de ce qu'il se pratique aujourd'hui au sein du web sémantique avec différents outils et méthodes à même de promouvoir la mutualisation de sources de données ouvertes et liées. Les technologies du web sémantique fournissent les mécanismes standards pour décrire et accéder aux ressources présentes sur le Web. Le travail de thèse s'inscrit dans ce cadre, nous réutilisons les formats standards du web sémantique et exploitons un éventail d'ontologies à la fois cadres, de domaines et terminologiques afin de proposer un modèle de connaissances, ouvert et flexible à même de rendre compte de la complexité des données déjà collectées en agroforesterie. Ce modèle se compose d'une ontologie de domaine nommée "Agroforestry". L'importance est donnée à la publication de données parfaitement décrites en privilégiant la mise en capacité de lier ces données à des données déjà disponibles sur le web (données climatiques, profils pédologiques, données sur le fonctionnement de communautés végétales, etc.). Nous avons aussi construit une ontologie terminologique dédiée à l'agroforesterie nommée "AgroforestryVoc". A terme, cette ontologie se consacrera à la qualification linguistique des concepts clés partagés par toute la communauté et sera rendue publique sur le portail "AgroPortal" (<http://agroportal.lirmm.fr/>). Les derniers volets du travail de thèse se concentrent sur l'interprétation des résultats dégagés sur la base de l'interconnexion des données. L'ontologie de domaine "Agroforestry", formalisée en OWL 2, est construite de manière à pouvoir raisonner sur l'ensemble des données intégrées. L'objectif est donc de faire ressortir des tendances relatives aux associations entre arbres et plantes cultivées dans l'exploitation des terres par mise en application de mécanismes inférentiels sur l'ontologie.

Si le travail entrepris a été remarquable au niveau théorique, Rafael n'a malheureusement jamais eu le temps et les moyens d'aller au bout du projet de base de données. Cela a été une déception. Son travail était particulier. Il devait pouvoir faciliter la création d'une base multiformat en terme de données. Généralement, lorsqu'on crée une base, il faut créer le formulaire de prise de données puis les classer dans un classeur type Excel. Ce mode opératoire présente l'avantage de devoir concevoir en amont la structure et l'organisation de la base de données. Mais le principal inconvénient est son manque de flexibilité et son impossibilité de la faire évoluer facilement en cas de nouvelles données à faire entrer. L'idée ici était de voir si on pouvait travailler en amont et créer une base sans formulaire établi, capable de lire les données issues de différents documents et de différents formats (PDF, Word, Excel, etc...), situés sur le web, des serveurs ou ordinateurs, ou transmis par messagerie.

Ce travail a donc été partiel, malgré un certain temps investi sur le sujet sans doute trop innovant ou ambitieux.

3.3.3.2 LES OUTILS EVOLUTIFS UTILISES EN RECHERCHE PARTICIPATIVE

En parallèle, nous avons exploré les différentes pistes des méthodes et outils autour de la recherche participative. Un rapport a été réalisé par AGROOF sur les questions de format des outils utilisables en recherche participative (Rapport « Recherche Participative » réalisé par Nicolas Girardin basé sur des interviews d'experts). Des contacts ont été pris lors de ce travail avec le projet LandFiles (landfiles.com), avec son fondateur Nicolas Minary, intéressé par ce projet de base de données.

Différents échanges ont eu lieu avec Landfiles depuis 3 ans.

Landfiles est une application à destination du monde agricole, disponible sur mobile et sur web. Elle permet notamment :

- La collecte et l'analyse de données agricoles
- L'observation de maladies et de ravageurs
- Le suivi de parcelles et d'expérimentations
- L'animation de groupes d'agriculteurs
- Le dépôt et le suivi des projets de plantation d'arbres et de haies

Landfiles est aujourd'hui développé dans plusieurs pays et collabore dans des projets de recherche avec l'INRAE ou différents instituts techniques.

Landfiles fonctionne comme un réseau social des agriculteurs (envoi de photos, textes, etc...). Mais il permet surtout d'envoyer de la donnée cadrée par des responsables de groupes.

Le principe est qu'un responsable de groupe (ou d'un réseau de parcelles) crée un groupe d'utilisateurs (agriculteurs ou techniciens, voire chercheurs). Il peut créer plusieurs thématiques pour un même groupe (suivi croissance arbres, rendement, biodiversité...). Pour le suivi, un formulaire est écrit et envoyé aux utilisateurs. Il faut un certain niveau d'animation pour assurer un bon retour de réponses... Une fois les données envoyées, des rapports, résultats ou graphiques peuvent être générés automatiquement et à intervalles réguliers.

Pour faciliter la collecte des données, Landfiles propose de configurer des formulaires sur mesure. Ces formulaires peuvent être de deux types :

- Formulaire parcelle : il permet de recueillir toutes les données liées au contexte de la parcelle (type de sol, culture précédente, pH, ...)
- Formulaire d'observations : il permet de collecter des données structurées sur la thématique de votre choix : couverts végétaux, interventions phytosanitaires, travail du sol, ...

Ces formulaires sont accessibles sur le mobile pour permettre une saisie des données depuis le champ, même hors réseau.

Les synthèses et rapports automatiques (conçu en partenariat avec les utilisateurs et Landfiles) se font à l'échelle du groupe et de la parcelle. Ces documents permettent la visualisation et l'analyse de toutes les données collectées sur le groupe. Elles sont alimentées quotidiennement par les nouvelles observations partagées sur le groupe et se mettent à jour de manière automatique. Elles sont créées sur mesure et peuvent prendre plusieurs formes (histogrammes, courbe d'évolution, tableaux, cartographies...)(Figure 41).

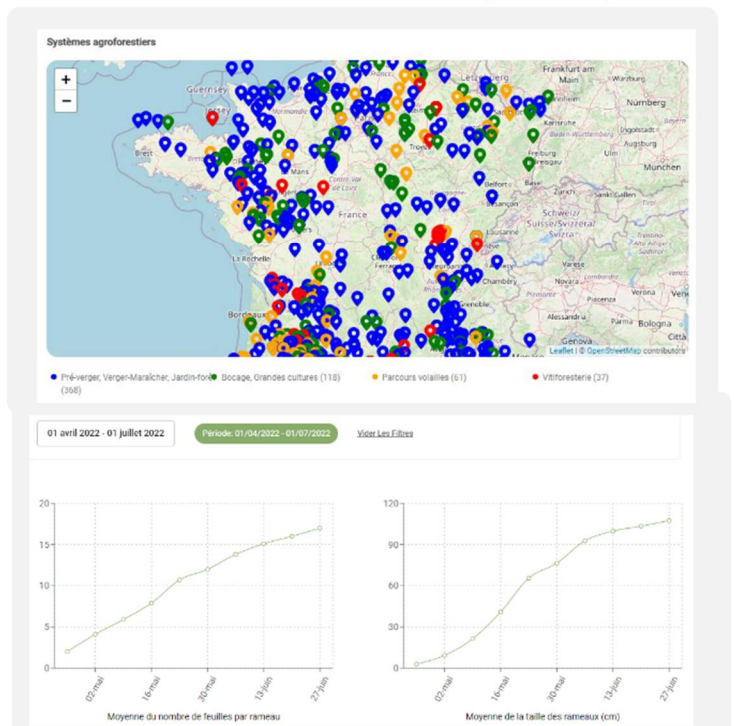
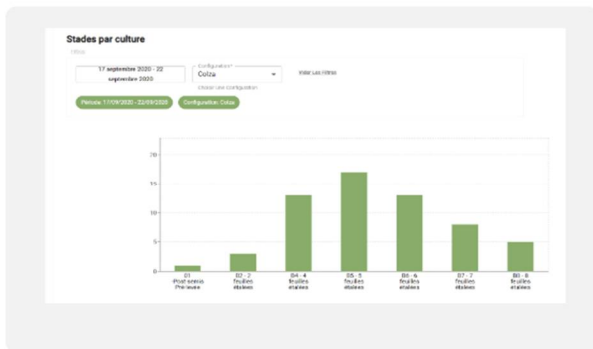


Figure 41. Exemple de sortie graphique d'un rapport de Landfiles.

Les rapports parcelle permettent de visualiser le bilan de la campagne sur une parcelle. Ils reprennent les données saisies sur la parcelle par le biais des formulaires d'observation et des formulaires parcelle et se mettent à jour tout au long de la campagne. Les données qui doivent y paraître sont définies par l'animateur du groupe. Ces bilans sont exportables au format PDF pour être facilement envoyés aux agriculteurs.

L'ensemble des données sont exportables en format tableur.

Enfin, dans le cas particulier de l'agroforesterie (ou tout autre système), il est possible d'adapter le type de données, de format de retranscription, ainsi que l'interface de l'application. Chaque membre du groupe est invité à réaliser des observations de ses parcelles et à les partager aux autres membres. Partages de résultats, d'expérimentations, de questions, autant d'éléments qui permettent aux membres de progresser sur une thématique donnée. Les échanges entre les membres peuvent se faire par le biais des commentaires, sous les observations, ou par la messagerie privée. Des notifications assurent des échanges fluides et les données sont sécurisées (impossibilité pour un utilisateur non responsable d'un groupe de récupérer les données transmises, sauf accord préalable). De même, un responsable de groupe ne peut utiliser les données à d'autres fins que pour l'animation du groupe.



- Synthèses personnalisables
- Définition de seuils

Figure 42. Exemple de synthèse diffusée en mode automatisé sur Landfiles.

3.4 ACTION 4 – COMMUNICATION ET DIFFUSION DES RESULTATS

Responsable : Hélène Le Gallic - Agroof

3.4.1 VALORISATION DU RESEAU ET COMMUNICATION SUR LES PROJETS AGROFORESTIERS

3.4.1.1 COMMUNICATION WEB

Dans la première année du projet, en 2018, Arbrisseau était affichée sur une [page dédiée](#) sur le site R&D d'Agroof. Cette page résume le projet tel qu'il a été déposé lors de l'AAP de l'Agence de l'Eau.

Le site internet du projet est en ligne depuis 2020 à cette adresse <https://arbrisseau.projet-agroforesterie.net>. Il présente :

- Le projet, avec un focus sur l'eau
- Ses partenaires
- Le réseau des sites expérimentaux historiques
- La carte des réseaux des sites agroforestiers pilotes et de démonstration et des acteurs de terrain
- Les livrables téléchargeables achevés
- La liste de ceux en cours de réalisation



Figure 43. Page d'accueil du site arbriss'eau.

Des posts ont été diffusés sur la page Facebook d'Agrooft pour faire connaître le projet, commenter les rencontres entre agriculteurs sur le terrain et relayer les enquêtes menées en 2019.

3.4.1.2 CARTE DES SITES AGROFORESTIERS DU BASSIN RMC

La carte des réseaux affichée sur le site a été créée avec l'outil open source Umap d'OpenStreetMap, projet collaboratif de cartographie en ligne qui vise à constituer une base de données géographiques libre. Cette carte est donc visible sur le site dédié mais aussi sur le site d'umap.

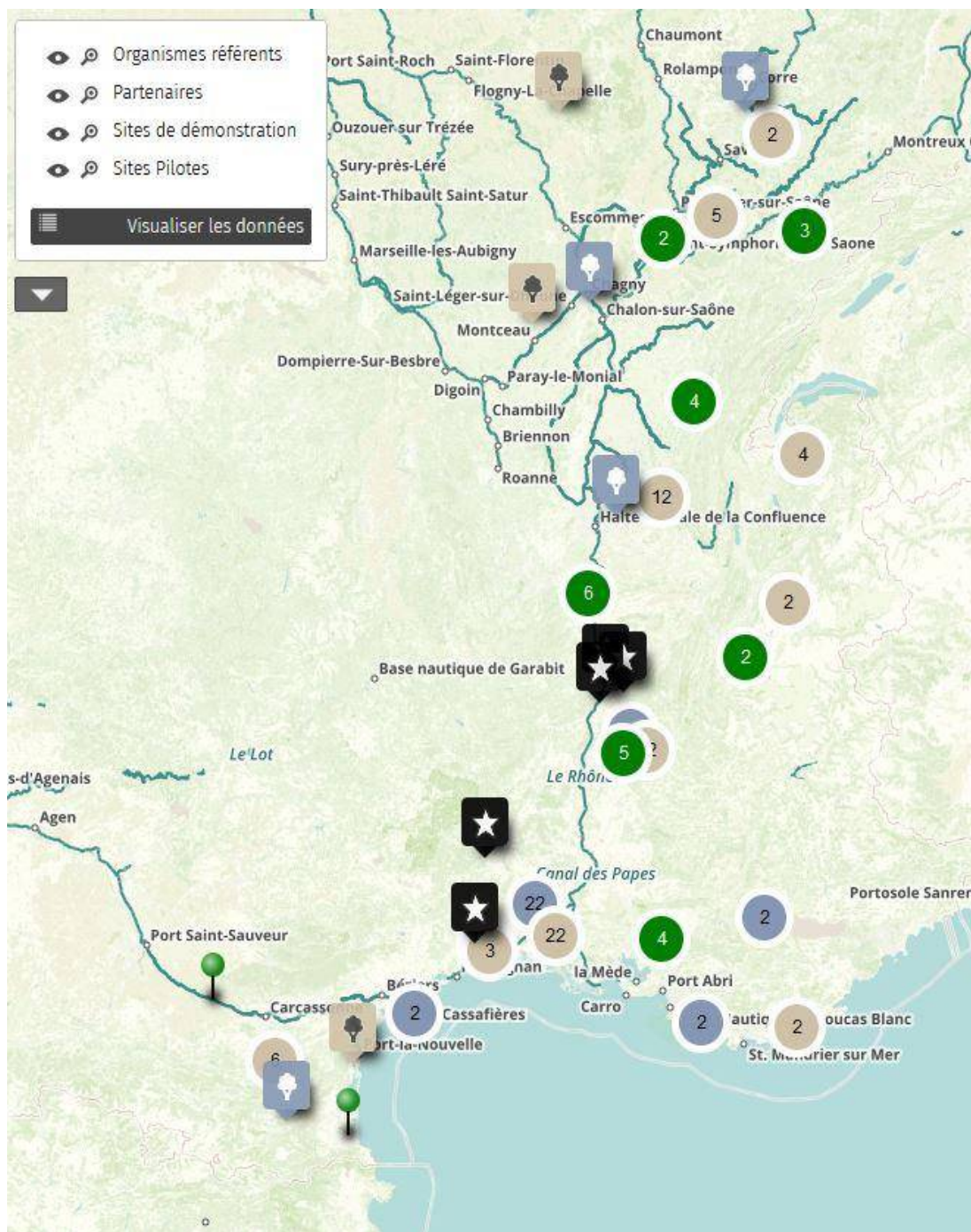


Figure 44. Situation des sites pilotes sur la carte du bassin de l'AE RMC.

Sont répertoriés **35 sites pilotes** (avec des aménagements différents), **85 sites de démonstration** (dignes d'intérêt pour de futurs suivis) et **31 organismes référents**, acteurs de la plantation sur le bassin.

Les données suivantes des sites pilote et de démonstration ont été choisies comme base d'information :

- Organisme référent
- Département

- Commune
- Cultures concernées par l'agroforesterie
- Surface de l'agroforesterie intraparcellaire
- Année de la 1ère plantation intraparcellaire
- Linéaire de haie
- Année de la 1ère plantation de haies
- Thématique de recherche, en plus pour les sites pilotes

Les coordonnées GPS de chaque épingle visent la mairie de la commune des parcelles afin de préserver les données des exploitants agricoles.

3.4.1.3 FICHES DES SITES EXPERIMENTAUX

Les **Terres de Roumassouze**, **Domaine de Restinclières**, **Melgueil**, **La Durette**, ainsi que **TAB** ont fait l'objet d'une rédaction à part. Pour chaque site, une fiche concise recto-verso est créée avec ces informations :

- Description de l'exploitation (Nom de l'exploitation, Localisation, Systèmes de production et mode de production, Superficie SAU)
- Description de la parcelle agroforestière (Plan aérien avec légende, sol, climat, surface, types de plantation, année de la 1ère plantation, densité ou mètres linéaires de haies, orientations des lignes d'arbres intraparcellaires, espèces plantées, mode de conduite, objectifs principaux du projet, partenaires financeurs, partenaires techniques)
- Présentation des initiatives de recherche (Projets de recherche passés ou en cours, partenaires, thématiques, lien internet, contact du projet.)



Figure 45. Exemple de fiche projets. Téléchargeables sur le site web du projet.

PLATE-FORME TAB
Étoile-sur-Rhône (26)

La plate-forme TAB

Plus de 15 instituts techniques, de recherche et de développement se sont réunis pour créer en 2012 le site expérimental de la plate-forme TAB à Étoile-sur-Rhône (Drôme) et pour proposer aux agriculteurs des solutions durables de production en mêlant innovations techniques, agroécologie multi-filières et bioéconomie. Le site se situe en vallée du Rhône, le climat y est d'influence méditerranéenne, avec une pluviométrie moyenne de 800mm par an, des épisodes de sécheresse liés à des accidents climatiques qui tendent à s'intensifier (gel, grêle). Le sol est sur d'alluvium limone-argileux communément appelé « terre à pêchers », pauvre et drainant avec plus de 50 % de graviers et un faible taux de matière organique (1,8%). Un contexte qui relève le défi d'une production performante !

ARRISS'EAU

Le système « Restriction » a été conçu dans le cadre du projet Arriss'eau.

Contexte

- Bassin Rhône-méditerranée-Corse.
- Réseau de parcelles d'agriculteurs et 4 sites expérimentaux.
- Un projet porté par Agrioolf intégrant des partenaires de la R&D.

Objectifs

- Initier des dynamiques d'échanges et d'expérimentations participatives en agroforesterie.
- Acquérir de nouvelles références techniques, économiques, écologiques, agronomiques sur les systèmes agroforestiers.
- Amorcer des micro-réseaux d'échanges et d'expérimentations en agroforesterie.

Actions

- Étude de systèmes agroforestiers traditionnels et récents.
- Modélisation de la performance de systèmes agroforestiers vis-à-vis de l'utilisation des ressources en eau et en azote.
- Quillage d'un réseau d'expérimentation en agroforesterie.

Résultats attendus

- Potentiel de l'agroforesterie pour le maintien de la qualité de l'eau.
- Éléments pour optimiser les itinéraires techniques.
- Carte interactive des projets de territoire.
- Sites de démonstration et d'expérimentation.
- Outils d'aide à la conception de projets.
- Outils de partage d'information en ligne.
- Journées techniques et formations.

CONTACT

Clement Bardon - clement.bardon@drôme.chambagri.fr - Tél. : 06 84 27 08 82
 Ferme expérimentale d'Étoile-sur-Rhône - 2485 route des Pécoltes - 26800 ÉTOILE-SUR-RHÔNE
 Chambre d'agriculture de la Drôme - 145 avenue Georges Brassens - 26500 BOURG-LÈS-VALENCE
 Tél. : 04 75 82 40 00 - www.drôme.chambres-agriculteurs.fr > Rubrique Cultures

PLATE-FORME TAB
TECHNIQUES ALTERNATIVES ET BIOÉCONOMIQUES

Figure 46. Brochure sur le dispositif TAB – Système Restriction

PLATE-FORME TAB

SYSTÈME AGROFORESTIER « RESTRICTION »

Conception d'un système agroforestier peu exigeant en eau 2020-2024

Le système agroforestier « restriction » de la TAB a été implanté en 2021, suite à une série d'ateliers intégrant plusieurs acteurs. Ce système biologique a été conçu dans un contexte d'accès limité à l'irrigation (1000 m³ par hectare et par an) et avec un recours réduit aux produits phytosanitaires. Les leviers privilégiés sont la combinaison d'espèces et de l'agroforesterie, en vue de tendre vers un système qui réponde aux multiples enjeux d'adaptation au changement climatique, et de la préservation de la biodiversité. Comment concilier tous ces enjeux pour produire un système performant et transposable ? Ce système est une proposition de réponse à cette question, et sera évalué à long terme.

ARRISS'EAU

EXPÉRIMENTONS ENSEMBLE DES SYSTÈMES DE CULTURES BIOLOGIQUES INNOVANTS ET DES TECHNIQUES ALTERNATIVES AUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES

PLATE-FORME TAB
Étoile-sur-Rhône (26)

La plate-forme TAB

Plus de 15 instituts techniques, de recherche et de développement se sont réunis pour créer en 2012 le site expérimental de la plate-forme TAB à Étoile-sur-Rhône (Drôme) et pour proposer aux agriculteurs des solutions durables de production en mêlant innovations techniques, agroécologie multi-filières et bioéconomie. Le site se situe en vallée du Rhône, le climat y est d'influence méditerranéenne, avec une pluviométrie moyenne de 800mm par an, des épisodes de sécheresse liés à des accidents climatiques qui tendent à s'intensifier (gel, grêle). Le sol est sur d'alluvium limone-argileux communément appelé « terre à pêchers », pauvre et drainant avec plus de 50 % de graviers et un faible taux de matière organique (1,8%). Un contexte qui relève le défi d'une production performante !

ARRISS'EAU

Le système « Optimisation » a été conçu dans le cadre du projet Arriss'eau.

Contexte

- Bassin Rhône-méditerranée-Corse.
- Réseau de parcelles d'agriculteurs et 4 sites expérimentaux.
- Un projet porté par Agrioolf intégrant des partenaires de la R&D.

Objectifs

- Initier des dynamiques d'échanges et d'expérimentations participatives en agroforesterie.
- Acquérir de nouvelles références techniques, économiques, écologiques, agronomiques sur les systèmes agroforestiers.
- Amorcer des micro-réseaux d'échanges et d'expérimentations en agroforesterie.

Actions

- Étude de systèmes agroforestiers traditionnels et récents.
- Modélisation de la performance de systèmes agroforestiers vis-à-vis de l'utilisation des ressources en eau et en azote.
- Quillage d'un réseau d'expérimentation en agroforesterie.

Résultats attendus

- Potentiel de l'agroforesterie pour le maintien de la qualité de l'eau.
- Éléments pour optimiser les itinéraires techniques.
- Carte interactive des projets de territoire.
- Sites de démonstration et d'expérimentation.
- Outils d'aide à la conception de projets.
- Outils de partage d'information en ligne.
- Journées techniques et formations.

CONTACT

Clement Bardon - clement.bardon@drôme.chambagri.fr - Tél. : 06 84 27 08 82
 Ferme expérimentale d'Étoile-sur-Rhône - 2485 route des Pécoltes - 26800 ÉTOILE-SUR-RHÔNE
 Chambre d'agriculture de la Drôme - 145 avenue Georges Brassens - 26500 BOURG-LÈS-VALENCE
 Tél. : 04 75 82 40 00 - www.drôme.chambres-agriculteurs.fr > Rubrique Cultures

PLATE-FORME TAB
TECHNIQUES ALTERNATIVES ET BIOÉCONOMIQUES

Figure 47. Brochure sur le dispositif TAB – Système Optimisation

PLATE-FORME TAB

SYSTÈME AGROFORESTIER « OPTIMISATION »

Conception d'un système agroforestier limitant les pertes en eau 2020-2024

Le système agroforestier « optimisation » de la TAB a été implanté en 2020, suite à une série d'ateliers intégrant plusieurs acteurs. Conçu pour répondre à des enjeux multiples d'adaptation au changement climatique, de restriction hydrique et de préservation de la biodiversité, ce système vise une réduction de 75 % des produits phytosanitaires. Comment concilier tous ces enjeux pour produire un système performant et transposable ? Ce système est une proposition de réponse à cette question, et sera évalué à long terme.

ARRISS'EAU

EXPÉRIMENTONS ENSEMBLE DES SYSTÈMES DE CULTURES BIOLOGIQUES INNOVANTS ET DES TECHNIQUES ALTERNATIVES AUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES

3.4.1.4 EDITION DE BROCHURES

11 brochures ont été réalisées et sont téléchargeables sur le site web.

11 systèmes

1. Trufficulture
2. PPAM
3. Nuciculture agroforestière
4. Peupleraies agroforestières
5. Vergers maraîchers
6. Élevage ruminants
7. Grandes cultures
8. Viticulture
9. Elevage porcin
10. Elevage volaille
11. Outils de gestion du bocage

Chaque brochure présente un système : son contexte et ses enjeux, une analyse technico-économique via des études de cas et des retours d'expériences, de la recherche ou du terrain. Ces brochures sont directement issues du travail de l'action 1.



Figure 48. Exemples de couvertures des brochures de présentation des systèmes agroforestiers

3.4.1.5 FORMATIONS PROFESSIONNELLES, UNIVERSITAIRES ET SCOLAIRES

132 formations ont été effectuées depuis 2018 par Agroof dont 88 formations professionnelles. Depuis 2020, Agroof organise 2 formations par an en direction des techniciens conseillers, nommée "Développer l'agroforesterie sur nos territoires". Sur les 5 formations données, nous avons valoriser les résultats de co-conception des systèmes agroforestiers et utilisé le réseau de sites pilotes pour les visites.

Formations professionnelles, universitaires et scolaires depuis 2018

Augmentation de la formation données
par Agroof

20 techniciens agroforestiers
formés sur le bassin

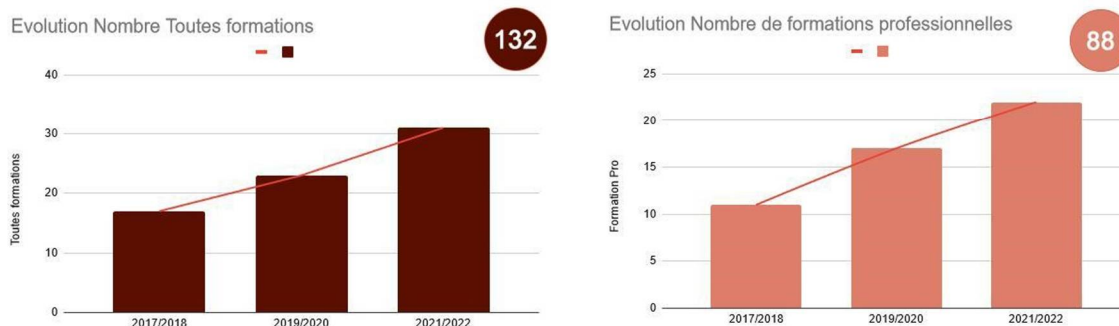


Figure 49. Nombre de formations et de techniciens formés sur la durée du projet par Agroof.

Lors du projet Arbriss'eau, Agroof a lancé en collaboration avec le réseau de la Bergerie Nationale (enseignement public agricole) et l'AFAC-AgroforesterieS, une plateforme d'enseignement à distance pour les établissements d'enseignement agricole (depuis les lycées jusqu'aux formations techniciens) ainsi que pour la formation continue (avec les organisations professionnelles agricoles).

Différents contenus pédagogiques ont été créés pour les formations mixtes digitales en direction des agriculteurs, techniciens, étudiants et enseignants. Les ressources sont variées : vidéos, diaporamas commentés, quiz, ressources externes sous différents formats, publications et études...

Cette première base permettra d'enrichir progressivement son contenu, notamment avec des outils d'aide à la conception et des exercices de mises en situation, dont certains directement inspirés des projets suivis lors d'Arbriss'eau.



Figure 50. Page d'accueil de la plateforme d'enseignement à distance Arborecole.fr

En parallèle des formations et animations, Agroof a accompagné un certain nombre de projets sur les 64 mois de la durée d'Arbriss'eau, soit directement, soit via les structures de conseils.

Près de 900 projets accompagnés sur le bassin RMC depuis 2018

Environ 200 projets accompagnés par Agroof

Environ 650 projets accompagnés par d'autres structures



Mission Haies AURA \approx 400

Arbres et Paysages Aude \approx 206

Association Drômoise d'Agroforesterie \approx 14

Réseau Chambres d'Agriculture et CIVAM \approx 20

AFAF \approx 4

Autres, entreprises carbone : inconnu

Figure 51. Nombre de projets accompagnés par Agroof sur le bassin pendant la durée du projet Arbriss'eau.

3.4.1.6 ACTIVITES MENEES AUTOUR DU PROJET TAB

Responsables : Florian BOULISSET & Aline BUFFAT (CA26)

Les objectifs et leviers mis en place sur les systèmes « optimisation » et « restriction » sont résumés sur les plaquettes jointes à ce document (annexes 5 et 6). Ces plaquettes font office de supports de diffusion. Elles sont transmises à chaque personnes visitant la plateforme TAB de sorte que les personnes repartent avec une description claire et synthétique des dispositifs. Les plaquettes sont également diffusées autant que possible par les conseillers chambre ou bulletins de la chambre d'agriculture. Les systèmes agroforestiers seront également présentés lors du Tech &Bio 2023.

La plateforme TAB et la ferme expérimentale d'Etoile-sur-Rhône ont également été le lieu d'accueil du bureau de la CLE du SAGE Drôme en avril 2022 et accueilleront le bureau de la CLE du SAGE de la plaine de valence en novembre 2022.

Une vidéo de présentation des systèmes agroforestiers a été réalisée par la chambre d'agriculture de la Drôme et diffusée sur les réseaux sociaux ainsi que dans son bulletin « Ma chambre agit ». Les systèmes agroforestiers ainsi que les enjeux autour de la gestion de l'eau ont été présentés au président ainsi qu'à des conseillers du CESER Auvergne-Rhône-Alpes le 21 juillet 2022 lors de la visite du site d'Etoile-sur-Rhône. Les systèmes seront présentés au directeurs généraux et élus de toutes les chambres départementales d'Auvergne-Rhône-Alpes et à la présidente de la CNR lors de la journée du 13 octobre 2022 rassemblant la CNR et les chambres départementales sur le site d'Etoile-sur-Rhône. Les systèmes sont également présentés aux jeunes agriculteurs candidats à leur nouvelle installation lors des stages 21heures- prodigués par la chambre d'agriculture de la Drôme à hauteur d'une fois par mois. Les journées techniques réalisées par la chambre d'agriculture de la Dôme sont également l'objet de communication autour des systèmes agroforestiers.

La ferme expérimentale d'Etoile-sur-Rhône ainsi que la plateforme TAB sont également sollicités par des journalistes pour la réalisation de reportage ou d'articles de presse. Ainsi, un article de presse est paru dans le Dauphiné du 18 mai 2022.

Le tableau ci-dessous retrace les journées de valorisation des nouveaux systèmes agroforestiers entre 2020 et 2022.

<u>Date</u>	<u>Format</u>	<u>Intitulé</u>	<u>Type(s) de visiteur</u>	<u>Nombre</u>
30/01/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	12
12/03/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	21
12/03/2020	Formation	Séminaire agroforesterie	Formation agricole, producteurs, expérimentateurs, collectivité	136
14/05/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	7
27/05/2020	Visite	BPREA UCARE Agroforesterie	CFPPA Die	21
29/05/2020	Formation	Formation - Convertir ses vergers en AB	Agriculteurs	4
18/06/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	8

24/06/2020	Visite	Mairie Etoile-sur-Rhône	Elus - collectivité	2
08/07/2020	Formation	Formation acta - formateur certiphyto		30
09/07/2020	Visite	Financeurs (Département Drôme)	Collectivités	3
16/07/2020	Visite	Projet rovalterra	Collectivités territoriales	5
29/07/2020	Visite	Chloris Arbo	Magali LEON-CHAPOUX	1
03/09/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	9
03/09/2020	Animation technique	Des chauves-souris dans mon verger	Agriculteurs	9
21/09/2020	Visite	ESA Angers	Ecole ingé agro	43
21/09/2020	Visite	Plateforme HERBEA	Animateur	1
23/09/2020	Animation technique	Rencontre au pied de la halle	Agriculteur - formateurs - étudiants - collectivité	8
05/10/2020	Formation	Formation "Planter et entretenir des haies"	Agriculteurs	10
07/10/2020	Visite	Forum Biovallée "Origine, diversité et territoires"	Agriculteurs - collectivités - chercheurs	50
08/10/2020	Visite	Séminaire technique MIAB	Expérimentateurs/techniciens	6
15/10/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	14
06/11/2020	Visioconférence	Enquête agroforesterie	Etudiants Montpellier supagro	4
04/12/2020	Visioconférence	Colloque DEPHY GC	Agriculteurs - Techniciens - Institutions	60
09/12/2020	Formation	Plantation du châtaigner	Agriculteurs	11
09/12/2020	Formation	Formation - Convertir ses vergers en AB	Agriculteurs - Arbo	4
10/12/2020	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	11
04/01/2021	Visite	ADAF - André Sieffert	Technicien agroforestiers	1
11/01/2021	Visite	BTS agronomie le valentin	Formation agricole	20
14/01/2021	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	13
22/01/2021	Visite	BTS agronomie le valentin	Formation agricole	13
04/03/2021	Formation	Diversifier son verger	Agriculteurs	5
11/03/2021	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	14
17/03/2021	Formation	Licence Valence	Etudiants licence environnement	11
23/03/2021	Visioconférence	Webinaire Ecophyto "Auxiliaires"	Expérimentateurs - ingénieurs réseaux	10
15/04/2021	Visite	BPREA ARBO le valentin	Adultes en reconversion (14) + formateur (1)	15
03/05/2021	Visite	UCARE AGF	Etudiants	10
20/05/2021	Visite	Stage 21h	Agriculteurs	15
03/06/2021	Colloque	Colloque DEPHY GC	Techniciens+Conseillers	30
04/06/2021	Formation	Formation Haies	Agriculteurs	12
08/06/2021	Formation	Formation Haies	Agriculteurs	13
19/07/2021	Formation	Formation Haies	Agriculteurs	15
26/07/2021	Formation	Formation Haies	Agriculteurs	16
09/09/2021	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	15
21/10/2021	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	18
17/11/2021	Visite	Inauguration vigne Climat'ic	Elus, conseillers, agriculteurs	8

29/11/2021	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	11
09/12/2021	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	19
10/01/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	22
13/01/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	21
17/01/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	17
02/02/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	17
10/02/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	21
11/02/2022	Formation	Stage 21h	Jeunes agriculteurs	13
15/02/2022	Visite	Visite étudiants MFR	BAC PRO CGEA (Conduite et Gestion des Entreprises Agricoles).	20
04/03/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	19
10/03/2022	Formation	Verger diversifié et petits fruits	Agriculteurs	22
17/03/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	15
18/03/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	12
23/03/2022	Formation	Culture ail	Agriculteurs	12
31/03/2022	Formation	Formation biodiversité	Agriculteurs	10
08/04/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	18
15/04/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	14
04/05/2022	Visite	CFPPA Die	Etudiants	18
15/06/2022	Visite	Licence Pro PermaLab	Etudiants	16
22/06/2022	Visite	BRL Ingénierie	Professionnels	2
21/07/2022	Visite	Conseillers du CESER AURA	Décideurs	14
13/10/2022	Visite	Chambres AURA/PACA+CNR	Professionnels	80
19/10/2022	Formation	Formation Hales	Agriculteurs	20
20/10/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	20
28/10/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	20
21/11/2022	Visite	CLE du SAGE plaine valence	Décideurs	20
08/12/2022	Formation	Stage 21h	Agriculteurs	20
			Total des rencontres sur la plateforme TAB	1257

Tableau 23. Activités de formation et communication initiées par la CA26.

3.4.1.7 BROCHURE DE CO-CONCEPTION DES PROJETS AGROFORESTIERS

Cette brochure porte sur la co-conception de projets agroforestiers. Elle a pour objectif d'apporter des éléments méthodologiques permettant la mise en place d'une démarche de co-conception de projets agroforestiers. Elle est [téléchargeable](#) sur le site.

Elle est structurée selon le sommaire suivant :



INTRODUCTION

- Les besoins de tester, expérimenter
- L'intérêt de faire de la co-conception
- La vocation de la brochure

DÉMARCHE DE CO-CONCEPTION

- Identification du porteur et des potentialités
- Diagnostic et définition des contours du projet
- Identification des partenaires potentiels pour la co-conception
- Préparation de la phase de co-conception
- Réalisation des ateliers de co-conception
- Finalisation du projet

PRÉSENTATION D'UN CAS

- La décision de co-concevoir le projet
- Le diagnostic initial
- Réunion de de préparation de l'atelier
- Réalisation de la journée de co-conception
- Finalisation du projet par Agroof et Arcadie

CONCLUSION

3.4.2 RECUEIL DE PROTOCOLES DE SUIVIS DE LA BIODIVERSITE EN PARCELLES AGROFORESTIERES

Responsable LPO.

Un recueil de protocoles de suivis naturalistes (téléchargeable sur le site web du projet) arbrisseau. Il permet d'envisager la réplication des suivis réalisés sur la TAB et de pouvoir envisager à long terme des analyses de données sur plusieurs sites.

Ces recueils permettent également d'envisager des suivis par les agriculteurs sur certains taxons et notamment les chauves-souris ou des suivis d'aménagements (gites ou nichoirs) afin de les aider à améliorer leurs placements ou prendre conscience de leur utilisation.



Figure 52. Couverture des brochures de suivi des auxiliaires en agroforesterie

3.4.3 REALISATION D'ARTICLES ET PUBLICATIONS

En gras, les publications et articles directement inspirés des travaux d'Arbrisseau. A noter que le travail réalisé par l'INRAE donnera lieu à une publication à part entière, sur la quasi-totalité des

résultats de l'action 2. La publication est en cours de finalisation et sera soumise à une revue scientifique courant 2023.

3.4.3.1 5 COMMUNICATIONS A DES CONGRES

Lecomte I, Gosme M, Wolz K, Dupraz C (2022) Modelling more complex and various agroforestry systems with the upgraded Hi-sAFe v4.2 agroforestry biophysical model In: Olivier A (ed) World Congress on Agroforestry, Quebec, Canada,

Dupraz C, Gendron T., Lecomte I, Gosme M (2022) Mitigation of Nitrogen leaching with agroforestry : an assessment in various soil and climate conditions of the Rhône River watershed in France with the Hi-sAFe model. In: Olivier A (ed) World Congress on Agroforestry, Quebec, Canada,

Dupraz C, Rostand P., Dufour L., Gosme M (2022) Maize in the heavy shade of a mature agroforestry system : wise or foolish? . In: Olivier A (ed) 5th World Congress on Agroforestry, Quebec, Canada,

Lydie D, Bourdoncle J-F, Sellier A, Marie G, Le Bec J, André J, Christian D (2022) Walnut pollards: a win-win-win solution for temperate alley-cropping systems? . In: Olivier A (ed) 5th World Congress on Agroforestry, Quebec, Canada,

Boutchakdjian L, Dupraz C, Lecomte I, Gosme M, Reyes F (2022) Tree root pruning in maize alley-cropping: would it have saved the maize? The Hi- sAFe model answers. Will you believe it? 6th European Agroforestry Conference, Nuoro, Italy, p79.

3.4.3.2 5 PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Dupraz C, et al (2019) Hi-sAFe: A 3D Agroforestry Model for Integrating Dynamic Tree–Crop Interactions. Sustainability 11: 2293

Lawson G, Bealey WJ, Dupraz C, Skiba UM (2020) Agroforestry and Opportunities for Improved Nitrogen Management. In: Sutton MA et al (eds) Just Enough Nitrogen Perspectives on how to get there for regions with too much and too little nitrogen, Springer Nature, pp 393-417

Reyes F, Gosme M, Wolz KJ, Lecomte I, Dupraz C (2021) Alley Cropping Mitigates the Impacts of Climate Change on a Wheat Crop in a Mediterranean Environment: A Biophysical Model-Based Assessment. Agriculture, Special Issue Impact of Climate Change on Agriculture) 11(4) : 356

Bayala J, Öborn I, Dupraz C (2019) Belowground resource sharing in mixed tree–crop systems: methods to better understand belowground interactions. In: van Noordwijk M (ed) Sustainable development through trees on farms: agroforestry in its fifth decade, World Agroforestry (ICRAF) Southeast Asia Regional Program., Bogor, Indonesia, p 93–109

Dufour L.,Gosme M., Le Bec J., Dupraz C., 2020.- Does pollarding trees improve the crop yield in a mature agroforestry system? J. Agro. Crop Sci. 206(5):640-649

3.5 DISCUSSIONS DES RESULTATS

3.5.1 LES RESULTATS ATTENDUS ET REALISES

Le tableau suivant présente les résultats attendus initialement et le niveau de réalisations correspondant.

Résultats attendus	Réalisations
Assurer une meilleure connaissance et la diffusion des sites agroforestiers	La diffusion s'est réalisée sur 3 niveaux : par courrier écrit (exemple du courrier avec brochure et cahier technique envoyé à tous les structures d'enseignement du bassin), par présentiel (conférences et journées techniques, ainsi que formations techniciens) et par emailing. Pour ce dernier point, un emailing auprès de l'ensemble des organisations professionnelles est en préparation dès que l'ensemble des livrables seront en ligne (date prévision : 15 mai 2023).
Création d'un réseau expérimental agroforestier développé, avec le recensement de tous les sites connus à ce jour, et abondé tout au long du projet	Réseau créé avec base de données incluse (plus de 120 sites pilotes et de démonstration recensés). Un travail de mise en connexion est en cours avec d'autres projets pour faire connaître ce réseau (projet franco-espagnol AgroForAdapt, cofinancé par l'Agence de l'Eau RMC ; projets européens MIXED et AGROMIX), Projet régional ADRENOME).
Réalisation d'une analyse transversale des situations de conception et de la diversité des ressources mobilisées	Ce travail a été réalisé pour l'élaboration des démarches de coconception, ayant donné lieu à des démarches de terrain et à une synthèse écrite via la brochure, en tant que livrable du projet.
Un outil de partage de connaissances interactif en ligne	Le site Web est à présent le site de ressources pour le bassin et sera à l'avenir amélioré. La carte réalisée n'est pas interactive comme prévu initialement, mais les démarches en cours avec notamment LandFiles devraient permettre de répondre à cet objectif.
Une meilleure connaissance du fonctionnement hydrique et azoté des parcelles agroforestières	Les travaux menés par l'INRAE ont permis d'aller plus loin sur les relations Arbres/cultures initiés maintenant depuis plus de 20 ans... La nouveauté provient notamment que nous avons pu simuler de nouveaux sites plus au nord du bassin, en zone sensible concernant la question de la qualité de l'eau. Nous sommes donc sortis des systèmes déjà bien connus mais issus surtout de la zone méditerranéenne. Si le modèle doit continuer à être amélioré, les premiers résultats sont déjà riches d'enseignement sur les questions de bilans Azote et hydriques.
Création de nouvelles parcelles plantées en agroforesterie (+ 5 à 15)	Dans le cadre d'Arbriss'eau, une quinzaine de sites pilotes, élaborés en mode coconception ont été ajoutés au réseau. En parallèle, ce sont plus de 900 projets d'agriculteurs qui ont été installés avec les partenaires sur l'ensemble du bassin. Les 3 dernières années ont été particulièrement remplies, voire tendues en terme d'approvisionnement en plants de qualité à cause de ce développement. Certes, l'animation réalisée a joué en partie, mais c'est aussi les enjeux actuels qui poussent surtout les agriculteurs à se remettre en question dans leurs pratiques. En ce sens, la structuration de ce réseau est un plus, pour le côté vitrine comme pour l'acquisition de connaissances nouvelles.

Réalisation d'une synthèse des premières données sur les systèmes mis en place	Cette synthèse a été réalisée sous la coordination de la Chambre. Selon les systèmes de production, elle a été reprise dans chacune des brochures thématiques plutôt que dans une synthèse unique, regroupant l'ensemble des filières. Il nous est apparu plus judicieux de procéder ainsi plutôt que de mélanger des données provenant de systèmes viticoles, élevage, maraichage, etc...
20 interventions en Etablissements d'Enseignement Agricole et 3 formations techniciens Ressources Pédagogiques	5 formations ont été réalisées durant la période d'Arbriss'eau (1 en 2020, 2 en 2021 et 2 en 2022) et une sixième va débuter début mai 2023 et qui sera donc à cheval entre la fin d'arbriss'eau et la suite. Au total, 20 techniciens provenant du bassin auront été formés sur un cursus d'une semaine + 3 mois de formation en distanciel. Agroof a également dispensé 132 formations sur l'ensemble de la période, dont une trentaine auprès d'établissement d'enseignement agricole professionnel. La Chambre d'agriculture de son côté a dispensé 43 formations. Au total, les partenaires d'Arbriss'eau ont donc proposé bien plus de formations que l'objectif initial. En terme pédagogique, un gros travail de concertation a été mené avec la Bergerie Nationale pour éditer du contenu conjoint pour les Etablissements d'enseignement agricole. Cette collaboration a été le fruit d'un travail commun dans le projet CAS DAR Resp'Haie et Arbriss'Eau. Voir la plateforme www.arborecole.fr .
Conférence (1) et interventions (10)	Au total, ici aussi, les partenaires ont dispensé plus d'une cinquantaine de conférence, animation et visite de sites, soit 5 fois plus que ce qui avait été annoncé dans le dossier de candidature.

Tableau 24. Résultats attendus et niveau de réalisation dans le projet Arbriss'eau

3.5.2 DISCUSSION

Le projet a connu quelques retards au démarrage puis dans son développement à cause du COVID qui a limité fortement les déplacements en pleine phase d'enquêtes. Néanmoins, les travaux de l'INRAE ont été conséquent et le réseau de parcelles pilotes ou de démonstration a dépassé les 120 sites. Si Arbriss'eau seul n'est pas l'unique raison – c'est aussi et surtout grâce au dynamisme des partenaires locaux présents sur le bassin et la place de l'agroforesterie dans l'actualité agricole – il n'en reste pas moins que le projet a permis d'appuyer la réflexion et l'animation sur le bassin. Par ces échanges avec les acteurs professionnels et de l'enseignement, Arbriss'eau aura permis la structuration de l'ensemble des acteurs actuels afin de renforcer le développement de l'agroforesterie dans la région.

Une limite a été sans aucun doute le faible nombre de partenaires au regard des ambitions. On peut citer le réseau Chambres en premier lieu. Seule une chambre était présente. Si nous avons organisé des sessions pour elles, sans financement, c'était un peu compliqué de s'investir complètement, même si elles ont joué le jeu de fournir les données issues de leurs propres sites de démonstration lorsque c'était le cas. A noter également qu'en mai, des sessions de présentation des résultats vont être organisées sur Châlons et Macon en collaboration avec les chambres partenaires de l'action 2 menée avec l'INRAE.

Le réseau AFAC, que ce soit sur sa partie Méditerranée ou AURA (avec notamment Mission Haie AURA), aurait également mérité une meilleure représentation pour davantage d'actions en commun.

Néanmoins, cette première partie d'Arbriss'eau a jeté les bases d'un partenariat et des discussions sont engagées pour la suite à donner au projet.

3.6 LISTE ET DESCRIPTIF DES LIVRABLES

Le tableau suivant reprend les livrables prévus à l'origine et la numérotation finale, validée en cours de projet lors des copils.

N°	Livable prévu dossier initial	Livable actualisé	Nouvelle numérotation
L1.1	Performance agroécologique des systèmes agroforestiers traditionnels : quel bilan pour des systèmes plus économes en intrants ?	5 Brochures	B1 à B5
L1.2	Bilan des projets agroforestiers modernes : quelles pistes pour l'expérimentation et la réalisation d'outils de recherche participative ?	Rapport final	RF
L2.1	Choix des parcelles	Rapport intermédiaire	RI
L2.2	Choix et description des méthodes et protocoles de mesures à la parcelle en vue de la modélisation	Rapport intermédiaire	RI
L2.3	Base de données des parcelles du réseau exploitable par les logiciels de simulation numérique.	Fichier tableur	Site web
L2.4	Bilan hydrique des parcelles expérimentales représentatives des innovations agroforestières étudiées dans les conditions pédoclimatiques actuelles.	Rapport final + diaporama	RF D1
L2.5	Bilan azoté des parcelles expérimentales représentatives des innovations agroforestières étudiées dans les conditions pédoclimatiques actuelles.		
L2.6	Impact du changement climatique sur les bilans hydriques et azotés des parcelles du réseau		
L2.7	Modélisation des flux d'eau sur les pédoclimats du bassin RM non étudiés expérimentalement.		
L2.8	Modélisation des effets du changement climatique à horizon 2050 sur les flux d'eau dans les parcelles agricoles recevant des pratiques agroforestières.		
L3.1	Outil de création cartographique de projet en ligne.	Page du Site WEB	Site web
L3.2	Etude de faisabilité des projets agroforestiers sélectionnés par le réseau.	Rapport final + synthèse dans 6 brochures	RF et B6 à B11
L3.3	Recueil des attentes des acteurs et élaboration d'une architecture de la base de données.	Rapport final	RF
L3.4	Proposition d'un cahier des charges pour rechercher les financements pour sa réalisation.		
L3.5	Guide de protocoles de suivi des projets agroforestiers.	Brochure	B18
L4.1	Création du site internet	Site WEB	Site web
L4.2	Fiches projets fermes et sites pilotes et vidéos	Une page A4 par site Cahier de synthèse (50 sites env.) 5 brochures sites expérimentaux	1 Cahier, 5 brochures de B12 à B17 et site web
L4.3	Conférence régionale à destination des professionnels des territoires à enjeux eau.	1 conférence + 10 interventions sur tout le bassin	RF
L4.4	Rapport de synthèse sur les méthodes de co-conception	Diaporama + Synthèse en rapport final	D2 + RF
L4.5	Rapport de conception (prototype final et démarche de conception) sur le site pilote de la Plate-forme TAB	Brochure	B18
L4.6	Rapport de synthèse des études de cas types agroforestiers pour la région.	Rapport final	RF
L4.7	Session de formations pour l'enseignement agricole et les publics professionnels (non soumis à financement).	20 interventions en Lycées et 3 formations techniciens Ressources Pédagogiques	RF et RP
L4.8	Réalisation de 3 publications scientifiques et 3 articles pour revues professionnelles (Agence de l'Eau, France Agricole, TCS)	Inchangé	P1 à P3 A1 à A3
L4.9	Participation aux événements internationaux avec présentation de posters.	Inchangé	Poster et Article conférences sur site web

Tableau 25. Liste des livrables initiaux et évolution de leurs intitulés

Le détail des intitulés des livrables actualisés est repris dans le tableau ci-dessous.

N°	Intitulé	Resp.
B1	Cas type 1 – La nuciculture agroforestière	Agroof
B2	Cas type 2 – L’agroforesterie truffière	Agroof
B3	Cas type 3 – Les peupleraies agroforestières	Agroof
B4	Cas type 4 – Les vergers maraichers	Agroof
B5	Cas type 5 – Elevage ruminants	Agroof
B6	Cas type 6 – Les grandes cultures	Agroof
B7	Cas type 7 – Vigne	Agroof
B8	Cas type 8 – Elevage porcin	Agroof
B9	Cas type 9 – Elevage volaille	Agroof
B10	Cas type 10 – Les fruits secs en agroforesterie	Agroof
B11	Cas type 11 – Les outils de gestion du bocage	Agroof
B12	Site Expérimental 1 – Restinclières / Céréales et vignes	INRAE
B13	Site Expérimental 2 – Roumassouze / Maraichage	Agroof
B14	Site Expérimental 3 – Melgueil / Céréales	INRAE
B15	Site Expérimental 4 – La Durette / Arboriculture, céréales et maraichage.	Agroof
B16	Site Expérimental 5 - TAB / Céréales et Arboricultures	CA26 LPO
B17	Cahier des sites pilotes et de démonstration	Agroof CA26
B18	Guide de la co-conception et de suivi de projets	Tous
RP	Ressources pédagogiques pour Etablissement d’Enseignement Agricole (exercices et mise en situation sur les questions d’aménagement)	Agroof
D1	Diaporama 1 : Bilan hydriques et azotés des systèmes agroforestiers	INRAE
D2	Diaporama 2 : Méthodologie de co-conception et de suivi de projets	CA26 Agroof
P1	Publication 1	INRAE
P2	Publication 2	INRAE
P3	Publication 3	INRAE
A1	Article 1 – Un réseau agroforestier pour le bassin AE-RMC	Tous
A2	Article 2 – Comment l’agroforesterie peut impacter la qualité de l’eau tout en maintenant une production agricole ?	Tous
A3	Article 3 – Anticiper le changement climatique en investissant en agroforesterie	Tous
Posters/Résumés	Conférence internationale de Nuoro / Italie. Conférence à définir. France Journées AE-RMC à définir	INRAE CA26 Agroof
Site	Création d’un site web Agroforesterie/AE-RMC	Agroof
RI	Rapport intermédiaire Arbriss’eau - 2020	Agroof
RF	Rapport Final Arbriss’eau	Agroof

Tableau 26. Intitulés finaux des livrables d’Arbriss’eau.

4.1 LES PERSPECTIVES RECHERCHE

Dans le travail mené par l'Unité ABSys, plusieurs pistes ont été ouvertes suite au travail de simulation réalisé, que l'on peut résumer en 3 points importants :

- **Améliorer les simulations**

C'était la première fois que le modèle Hi-sAFe était utilisé pour simuler des projets agroforestiers ailleurs que dans le sud de la France. Comme depuis sa création, ce modèle est en perpétuelle évolution. Et depuis les simulations réalisées, de nombreuses fonctionnalités ont été ajoutées qui permettraient de lever quelques points de blocage rencontrés sur le choix des sites lors d'Arbriss'eau. On peut en effet prendre en compte des arbres fruitiers, l'agriculture de conservation, des essences plus variées... Poursuivre ce travail avec les dernières versions du modèle serait un plus pour nos connaissances sur les bilans azote et hydrique mais aussi sur le carbone et la fertilité des parcelles, ainsi que leurs performances en terme de production.

Quelques couacs avaient été repérés comme sur la mauvaise croissance des arbres sur certains sites. Ces erreurs provenaient essentiellement par un manque de précision sur les données pédologiques des sites. Faire fonctionner ce modèle exige des données précises sur de grandes profondeurs de sol, ce qui n'avait pas été budgété ici.

Les choix de sites ont été axés essentiellement sur les zones sensibles, plutôt à proximité du Rhône et de ses affluents. On peut se poser la question aussi de zones plus reculées, y compris en zone de piémont, voire de montagne.

Si Hi-sAFe peut être considéré comme un modèle prédictif, on peut toutefois simuler plusieurs scénarios en forçant certains paramètres comme la croissance des arbres par exemple. Cela permettrait de s'affranchir du risque lié à une prédiction trop simpliste en offrant à l'utilisateur des résultats dans une gamme de valeurs plus réalistes.

- **Impact du changement climatique**

Les effets du changement climatique sont encore mal connus. Les simulations ont montré ici des résultats surprenants (moindre production en agroforesterie dans un proche avenir par exemple, s'expliquant surtout par... une meilleure production du témoin sans arbre par rapport à la situation actuelle). Mieux comprendre les paradoxes mis en évidence (augmentation du rendement agricole de référence) serait une prochaine étape importante pour réfléchir aux futurs aménagements sur le territoire. En terme de programmation/simulation, les pistes envisagées seraient la réduction de la nébulosité, la précocité des cultures, et l'évitement des stress, notamment pour les cultures d'hiver. Clairement, nous sommes en situation où on observe des effets de compétition (en période de croissance, notamment en début d'année) et de facilitation (adaptation aux fortes températures, impact sur le fonctionnement du sol, notamment en fin de cycle).

Travailler sur d'autres sites, notamment avec des cultures d'été, permettrait de poursuivre l'acquisition de connaissances et d'améliorer le modèle en conséquence.

- **Difficultés à surmonter**

Le résultat final dépend beaucoup de la rotation avec un impact très différent sur les cultures d'été et d'hiver. Les cultures d'été en agroforesterie peuvent déclencher des lixiviations d'azote renforcées. Le choix des variétés aura alors un impact fort sur les résultats observés, en optant notamment pour des variétés plus ou moins précoces, plus ou moins adaptées au climat agroforestier.

Une comparaison des systèmes conventionnels et bio serait à faire, avec notamment un impact à étudier par rapport au travail du sol (par ex, plus de binage en agriculture biologique). De même, une comparaison des systèmes avec travaux du sol minimaux serait intéressante (agriculture de conservation ou de régénération de sols).

Message final

1. Les systèmes agroforestiers protègent les eaux mais ... lentement.
2. Les systèmes agroforestiers ne réduisent pas l'alimentation des nappes et rivières
3. Le mécanisme principal entraîne une baisse du stock d'azote minéral grâce aux arbres
4. Les effets sont plus importants en année pluvieuse.
5. Si les pratiques de fertilisation ne sont pas ajustées au potentiel des cultures en agroforesterie, il y a un risque de lixiviation renforcé.

4.2 LES PERSPECTIVES EN TERME DE DEVELOPPEMENT

- **Retombées opérationnelles du projet TAB**

L'implantation des systèmes « restriction » et « optimisation » a été finalisée au printemps 2021. Ils nécessiteront d'atteindre un stade plus mature pour produire des données chiffrées en matière d'économies d'eau. Ces systèmes capitalisant sur les effets brises vent et d'ombrage apportés par l'agroforesterie, les arbres sont trop jeunes pour effectuer un ombrage, ou un effet brise vent suffisant pour limiter de manière significative les pertes en eau du système. Néanmoins, ce projet a permis de capitaliser sur des points essentiels pour la mise en place de systèmes agroforestiers fruitiers similaires avant même de produire des données chiffrées.

Ce projet a abouti à la réalisation d'atelier de co-conception mettant en synergies les compétences d'experts des grandes cultures (AGFEE) et de l'arboriculture (SEFRA) pour apporter une réponse aux agriculteurs dans la gestion de la ressource en eau. L'implantation des systèmes agroforestiers sur la plateforme TAB a également permis d'évaluer les contraintes et points clés lors de l'implantations de tels systèmes. En effet, ce risque est d'avantage supportable pour les stations expérimentales que pour les agriculteurs. Ainsi, l'implantation des systèmes permet dès à présent de promouvoir les pratiques d'agroforesterie pour la réduction de la consommation en eau des systèmes de cultures avec un retour d'expérience essentiel pour amener les agriculteurs vers le choix d'implanter des systèmes agroforestiers.

- **Ailleurs sur le bassin RMC**

Une des questions posées par Arbriss'eau est comment assurer un suivi sur un territoire si large, avec un grand nombre de partenaires ? Certes le bassin RMC est le bassin qui comporte le niveau le plus faible de partenaires adhérents de l'AFAC-Agroforesterie. Mais il reste important avec

potentiellement 20 à 30 structures pouvant participer à une animation du réseau. Ce besoin d'animation collectif peut se justifier au regard de l'animation autour des aides et de l'accompagnement par exemple, mais aussi sur l'acquisition de nouvelles connaissances sur le fonctionnement et les performances de l'agroforesterie. Cela pose par ailleurs l'implication de davantage de partenaires recherche sur ce réseau. Certes, l'INRAE est bien représentée sur le territoire agroforestier du bassin, mais pourrait sans doute gagner en liant davantage ses projets de recherche auprès des acteurs locaux.

Imaginer une recherche participative pose ainsi la question du réseau de parcelles, en coconception pour affiner ou consolider l'aspect recherche technique ou scientifique, ce qui a été mené dans Arbriss'eau et qu'il faudra continuer à l'avenir, mais également en terme de suivi. Ce suivi pose alors la question des protocoles (protocoles allégés et protocoles poussés), avec la centralisation des données (outils, synthèse et communication).

Dans Arbriss'eau, nous avons imaginé des protocoles allégés pour la biodiversité (avec la collaboration de la LPO) ou pour le suivi des arbres (avec l'application Diagnostic en collaboration avec l'INRAE d'Orléans). Mais on se heurte à la diversité des systèmes et des aménagements pour des suivis « universels ». En ce sens, la collaboration avec l'équipe de LandFiles semble prometteuse car l'application utilisée peut s'adapter à cette diversité. Des premiers essais sont menés en systèmes maraichages et en approche élargie (suivi arbre surtout). Ces essais sont menés en collaboration avec de nouveaux partenaires dans le cadre de projets financés par la Fondation de France (projet Almanach piloté par l'Association Drômoise d'Agroforesterie) ou les projets LIFE (projet AgroforAdapt cofinancé par l'Agence de l'Eau et piloté par Agroof pour la partie France). Des réunions de travail sont planifiées pour élaborer un ou plusieurs groupes thématiques. Mais pour aller plus loin, il faudra envisager une collaboration technique plus poussées avec LandFiles pour avoir des fonctionnalités propres à l'Agroforesterie. Les partenaires de LandFiles sont ouverts à cette perspectives mais demandera un budget de programmation en conséquence, bien que peu élevé. Si les améliorations du modèle peuvent bénéficier à tous, des partenariats financiers plus souples peuvent être envisagés. On pourra alors imaginer des suivis à différents niveaux de complexité.

Sur le suivi des sites et le pilotage du recensement et de synthétisation des données, afin de les rendre disponibles aux agriculteurs et acteurs des filières, il est important d'avoir un partenaire d'intérêt général. Agroof est en réflexion pour évoluer vers un institut technique, ayant alors cette obligation statutaire pour répondre à cette nomination. Des réflexions et échanges sont en cours depuis 3 ans avec le réseau ACTA et le ministère.

5 LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET PHOTOS

5.1 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Liste des systèmes agroforestiers étudiés dans le cadre du projet Arbriss'eau.	10
Tableau 2 : Liste des agriculteurs enquêtés.....	11
Tableau 3: Description des sept sites simulés dans le cadre du projet ARBRISSEAU.....	16
Tableau 4: Réduction du rendement du blé tendre par la compétition des arbres en agroforesterie (2022).....	27
Tableau 5: Effet du précédent maïs sur le rendement du blé tendre en 2022 à Restinclières	29

Tableau 6: rendements observés et simulés sur chacun des sites et chacune de cultures, en témoin culture pure. Les données sans années sont issues d'estimations à dire d'expert ou d'expérimentations menées précédemment par le partenaire.	31
Tableau 7: Drainage (Dr.), lixiviation (Lix.), ruissellement (Ruis.), évaporation (Evap.), rendement (Rdt.), biomasse (Biom.), transpiration (Tr.), consommation d'azote (N.up) , stress azoté (Stress N.) ,stress hydrique (Stress H.), rayonnement intercepté par la culture (Rayt.) en pourcentage de réduction en agroforesterie par rapport à la culture pure.....	34
Tableau 8 : Liste des participants aux ateliers de co-conception sur la Drôme.....	51
Tableau 9. Tableau récapitulatif des « enjeux et objectifs » issus du premier atelier de co-conception	54
Tableau 10 : Calcul du nombre de pêcheurs.....	56
Tableau 11 : Calcul du nombre d'amandiers	57
Tableau 12 : Avantages et inconvénients des 4 variétés d'amandiers les plus répandues	58
Tableau 13. Enjeux et critères d'évaluation du système agroforestier.....	58
Tableau 14: Calcul du nombre d'arbres de chaque espèce fruitière dans le système "restriction".	62
Tableau 15 : nombre de contacts par espèces sur chaque point lors du suivi du 25 au 26 aout 2021. Contacts retenus lorsque l'algorithme donne une détermination >95%	68
Tableau 16 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 1 en 2021.....	70
Tableau 17 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 2 en 2021.....	71
Tableau 18 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 3 en 2021.....	72
Tableau 19 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 4 en 2021.....	73
Tableau 20 : résultats des prospections rhopalocères sur le transect 5 en 2021.....	74
Tableau 21 : résultats des prospections par points d'écoutes réalisés sur la TAB.....	78
Tableau 22 : synthèse des captures de chiroptères réalisées en 2020 sur la TAB.....	80
Tableau 23. Activités de formation et communication initiées par la CA26.....	95
Tableau 24. Résultats attendus et niveau de réalisation dans le projet Arbriss'eau.....	100
Tableau 25. Liste des livrables initiaux et évolution de leurs intitulés	101
Tableau 26. Intitulés finaux des livrables d'Arbriss'eau.	102

5.2 LISTE DES FIGURES

Figure 1: Modèle conceptuel de l'effet d'agroforesterie sur la quantité et la qualité de l'eau. En gris, les éléments non pris en compte dans le modèle Hi-sAFe	14
Figure 2 : exemple de simplification de la structure spatiale de la parcelle nécessaire pour la modélisation avec hi-sAFe. a) Plan de plantation de la parcelle. b) scène présentée dans Hi-sAFe, correspondant à des lignes de séquences « hautes densité » (1 arbre seul, 2 arbres côte à côte, 1 arbre seul, 2 arbres côte à côte, etc.).	18

Figure 3: Représentation simplifiée de l'arbre et des cultures dans Hi-sAFe : la partie aérienne de l'arbre est représentée par des formes simples (tronc conique, canopée ellipsoïdale), les racines de structure sont représentées par une architecture de tubes connectés, les racines fines par une densité homogène dans chaque volume de sol (voxel).....	18
Figure 4: entrées, sorties et processus pris en compte dans Hi-sAFe (en noir : entrées, sorties et processus de STICS, en vert entrées, sorties et processus de Hi-sAFe).....	19
Figure 5 : entrées, sorties et processus pris en compte dans Hi-sAFe (en noir : entrées, sorties et processus de STICS, en vert entrées, sorties et processus de Hi-sAFe).....	20
Figure 6: Comparaison des rendements observés et prédits par le modèle Hi-sAFe pour la culture de blé dur à Restinclières.....	22
Figure 7 : dispositif expérimental pour le suivi de la culture de maïs sur le Domaine de Restinclières (Hérault) : placettes bleues = maïs irrigué, placettes oranges = irrigation réduite, placettes transparentes = non irrigué. Image de gauche : parcelle A3, image de droite : parcelle A2.....	23
Figure 8 : illustration de quelques mesures réalisées lors de l'expérimentation maïs (de gauche à droite et de haut en bas) : photos hémisphériques pour caractériser l'environnement lumineux de chaque placette, taux de levée, microclimat, température des plantes, profondeur racinaire, phénologie, hauteur des plantes, rendement, composantes du rendement.....	23
Figure 9 : Biomasse végétative du maïs (A), nombre de grains par épi (B) et poids de mille grains (C) en fonction de la modalité d'irrigation, du système et de la parcelle. Relation entre le rendement et le rayonnement relatif (D).....	24
Figure 10: Rendement en fonction de l'eau d'irrigation apportée en agroforesterie (AF) et en témoin agriculture pure (AG), dans les parcelles A2 et A3 du domaine de Restinclières	25
Figure 11: Comparaison des biomasses de maïs simulées (en bleu) et observées (en orange) en fonction de la parcelle, du système et de la modalité d'irrigation.	26
Figure 12: Fort développement végétatif du blé tendre en agroforesterie derrière le précédent maïs (en haut : 2 avril 2022; en bas : 8 juin 2022). L'impact du précédent est variable, suggérant une hétérogénéité forte des reliquats d'azote	28
Figure 13: Impact de l'initialisation du sol en matière organique sur l'évolution du pool d'azote dans l'humus (en haut) et de la lixiviation (en bas) sur 40 ans (parcelle agricole, site de Restinclières)	30
Figure 14 : Drainage et lixiviation d'azote en condition de culture pure sur les 6 sites satellites : variabilité interannuelle et cumul sur toute la période 1975-2015	31
Figure 15: Variables explicatives de la lixiviation d'azote par saison, dans chacun des 6 sites satellites.....	32
Figure 16: a) Dynamique du diamètre du tronc des arbres simulés sur les 40 ans de simulation dans chacun des 6 sites satellites. b) longueur cumulée de racines fines par arbre, c) volume de sol exploré et d) profondeur racinaire.	33
Figure 17: Diagramme temporel (en abscisse, les années, en ordonnée, les semaines dans l'année) des différences entre agroforesterie et culture pure (en rouge : AF>CP, en bleu AF<CP) pour a) le drainage, b) la lixiviation d'azote, c) le stock d'eau dans le sol et d) le stock d'azote minéral dans le sol, pour le site de PESM (rotation : Maïs ensilage – Blé tendre – Colza).....	34

Figure 18 : indicateurs de performance du système agroforestier (en pourcentage par rapport au témoin agriculture pure) pour quatre sites du bassin RMC au début (années 8 à 13), au milieu (années 18 à 23) et à la fin (années 36 à 41) du cycle de croissance des arbres.....	35
Figure 19 : effet du design spatial de la parcelle sur la croissance des arbres dans les six sites du projet ARBRISSEAU (6 couleurs). Ronds : plantation en 5m entre arbres le long de la ligne x 65m entre lignes (environ 30 arbres/ha), triangles : 5x29 (environ 70 arbres/ha), carrés : 7x29 (env. 50 arbres/ha), croix : 7x47 (env. 30 arbres/ha).....	36
Figure 20: Différence en termes de variables des bilans hydrique et azoté entre agroforesterie (arbres de 40 ans environ) et témoin agriculture pure pour quatre agencements spatiaux des arbres (distance entre arbres le long de la ligne _ distance entre lignes), dans quatre sites du bassin RMC.	37
Figure 21 : Différence en termes de performances agronomiques entre agroforesterie (arbres de 40 ans environ) et témoin agriculture pure pour quatre agencements spatiaux des arbres (distance entre arbres le long de la ligne _ distance entre lignes), dans quatre sites du bassin RMC. Vert : plantation en 5mx65 m (30 arbres/ha), violet : 7x47 (30 arbres/ha), rouge :5x29 (70 arbres/ha), bleu : 7x29 (50 arbres/ha).	38
Figure 22 : Effet de l'agroforesterie sur les stress hydriques et thermiques de la culture (rapport du stress en agroforesterie/stress en témoin agriculture pure) pour le stress hydrique déclenchant la fermeture des stomates (A), déclenchant la sénescence des feuilles (B), stress thermique impactant l'efficacité de conversion de la lumière (C) et stress thermique impactant le remplissage du grain (D), en climat passé (orange clair), présent (orange foncé) et futur (rouge)	39
Figure 23 : Rendement du blé dur en fonction de l'année de simulation en témoin AGricole (A), en AgroForesterie (B), et rendement relatif (AF/AG), en climat passé (orange clair), présent (orange foncé) et futur (rouge)	40
Figure 24 : Evolution du bilan hydrique annuel en témoin agriculture pure (haut) et en agroforesterie (bas), en climat actuel (gauche) et futur (droite).....	40
Figure 25 : Evolution du bilan azoté annuel en témoin agriculture pure (haut) et en agroforesterie (bas), en climat actuel (gauche) et futur (droite).....	41
Figure 26: Drainage, lixiviation, ruissellement, transpiration des arbres et transpiration des cultures en agroforesterie (AF) et en témoin culture pure (MC), en climat actuel et futur, en valeur cumulées sur 20 ans.....	41
Figure 27. Schéma du déroulement chronologique du processus de co-conception réalisé par la CA26.....	52
Figure 28. Schéma du dispositif expérimental « optimisation » et coupe transversale	55
Figure 29. Plan et rotation de la parcelle témoin grandes cultures du dispositif « Optimisation » ..	55
Figure 30: Dimension des rangées d'arboriculture fruitière sur le système "optimisation".....	57
Figure 31. Schéma du système « restriction », coupe transversale et son évolution dans le temps	60
Figure 32: Disposition et nombre d'arbres fruitiers dans le système "restriction"	62
Figure 33 : Modélisation du passage du tracteur de part et d'autre des rangs d'abricotiers disposés en quinconce.	62

Figure 34: Exemple de gîte artificiel pour chiroptère cavernicole.....	65
Figure 35 : cartographie des aménagements proposés sur la plateforme arbriss'eau suite aux ateliers de co-conception	66
Figure 36: Localisation des points d'écoute chiroptères par enregistreur	67
Figure 37: localisation des transects suivis selon le protocole STERF sur la plateforme TAB	69
Figure 38 : représentation graphique de l'évolution du nombre d'espèces d'odonates cumulées au cours du temps	76
Figure 39 : localisation des 4 point d'écoute réalisés en 2021 sur la plateforme (protocole EPOC)	77
Figure 40 : Localisation des sites de captures principaux.....	80
Figure 41. Exemple de sortie graphique d'un rapport de Landfiles.....	84
Figure 42. Exemple de synthèse diffusée en mode automatisé sur Landfiles.....	85
Figure 43. Page d'accueil du site arbriss'eau.....	86
Figure 44. Situation des sites pilotes sur la carte du bassin de l'AE RMC.....	87
Figure 45. Exemple de fiche projets. Téléchargeables sur le site web du projet.....	88
Figure 46. Brochure sur le dispositif TAB – Système Restriction.....	89
Figure 47. Brochure sur le dispositif TAB – Système Optimisation.....	89
Figure 48. Exemples de couvertures des brochures de présentation des systèmes agroforestiers.....	90
Figure 49. Nombre de formations et de techniciens formés sur la durée du projet par Agroof.....	91
Figure 50. Page d'accueil de la plateforme d'enseignement à distance Arborecole.fr	92
Figure 51. Nombre de projets accompagné par Agroof sur le bassin pendant la durée du projet Arbriss'eau.....	92
Figure 52. Couverture des brochures de suivi des auxiliaires en agroforesterie	97

5.3 LISTE DES PHOTOS

Photo 1 Production de violettes dans le département des Alpes Maritimes. Aujourd'hui cette production est concentrée dans des serres dont le microclimat est entièrement contrôlé.....	10
Photo 2. Exemple d'atelier de co-conception sur un projet viticole à l'Abbaye de Maguelone.	49
Photo 3 : Les participants du groupe de travail réunis autour d'une maquette durant un atelier de co-conception	51
Photo 4 : test d'installation de capsule lumineuse sur le dos d'une pipistrelle de kuhl - photographie S. Desrousseau	79

ALCOVER, Anaïs, BAMEULE, Matthieu, BOYER, Isabelle, DUVAL, Henri, FRAISSE, Florence, LHEUREUX, Fabrice, MILLAN, Murielle, MONTAGNON, Jean-Michel et ROUVIER, Jean-Philippe, 2017. Pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'Azur [en ligne]. Référentiel technique. Chambre d'agriculture PACA.

CRETE, Xavier, 2019. Pourquoi diversifier son verger avec la grenade : intérêt économique et contraintes agronomiques. Rencontre technique CTIFL/ITAB. Présentation. Centre opérationnel de Balandran. 28 mars 2019.

DUVAL, Henri, 2018. Les ressources génétiques amandier conservées à l'INRA. 2^{ème} journée techno-économique de l'amande. Présentation. Carpentras. Février 2018.

THEVIER, Jean-Michel, SINGER, Marie et MARCOTTE, Patrick, 2017. L'amandier en culture biologique - Références technico-économiques en densité classique avec irrigation en Occitanie [en ligne]. Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie.

Menguy, E., 2019. Co-conception à dire d'expert d'un système agroforestier fruitier. Un projet multi partenarial pour la mise en place d'une expérimentation système conduite en agriculture biologique.

Gonzalez, L., 2021, Agroforestiers et Oiseaux : Comment habiter ensemble ?, Gembloux Agro-Bio Tech, 79 pages

Barrioz M. & Miaud C. (coord.) 2016 – Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, POPAmphibien. Société Herpétologique de France.

Fontaine B., Moussy C., Chiffard Carricaburu J., Dupuis J., Corolleur E., Schmaltz L., Lorrillière R., Loïs G., Gaudard C. 2020. Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs. MNHN- Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France – Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 pp.

Kaunisto K.M. et al. (2020) : Threats from the air : Damselyf predation on diverse prey taxa. Journal of Animal Ecology

Kerbiriou C. et al. (2015). Vigie-Chiro : 9 ans de suivi des tendances des espèces communes. Symbioses, Réseau des muséums de la région Centre, pp.nos 34-35.

Masquin Paul, Pierre-Éric Lauri, Nathalie Cassagne. Le pommier en agroforesterie : Dynamique des ravageurs et de leurs ennemis naturels. [Stage] INRAE. 2020.

Webographie

Informations sur les enregistreurs Audiomoth : <https://www.openacousticdevices.info/audiomoth>

Informations sur les enregistreurs « Passivrecorder » :
<https://framagit.org/PiBatRecorderPojects/TeensyRecorders/tree/master/PassiveRecorder>

Protocole de suivi des odonates STELI : <http://odonates.pnaopie.fr/steli/>

Protocole de suivi de l'activité des chiroptères VIGICHIRO :
<https://www.vigienature.fr/fr/page/participer-vigie-chiro>

Site pour participer au programme Vigichiro : <https://vigiechiro.herokuapp.com/#/accueil>

7.1 LISTE DES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT DESTINATAIRE DE L'ENVOI « BROCHURES »

libelle administratif	Ministère de tutelle	Secteur	departement	adresse postale	CP Ville
LEGTPA Bourg en Bresse	Agriculture	Public	Ain	79 AVENUE DE JASSERON	01000 BOURG EN BRESSE
A.F.G. LEAP de Saint Sorlin en Bugey	Agriculture	Privé	Ain	10 PLACE DE LA HALLE	01150 ST SORLIN EN BUGEY
LPPR de l'Ain à Villars les Dombes	Agriculture	Privé	Ain	160 RUE DE LA POYPE	01330 VILLARS LES DOMBES
CFPPA Bourg en Bresse	Agriculture	Public	Ain	79 AVENUE DE JASSERON	01003 BOURG EN BRESSE CEDEX
Exploitation agricole de Cibeins	Agriculture	Public	Ain	DOMAINE DE CIBEINS	01600 MISERIEUX
Site de Nantua du LPPR de l'Ain	Agriculture	Privé	Ain	5 RUE DU DOCTEUR LEVRAT	01130 NANTUA
MFREO de Pont de Veyle	Agriculture	Privé	Ain	20 AVENUE DES SPORTS	01290 PONT DE VEYLE
MFREO 'La Saulsaie' à Montluel	Agriculture	Privé	Ain	ALLEE CESAIRE NIVIERE	01120 MONTLUEL
EPLEFPA de Bourg en Bresse	Agriculture	Public	Ain	79 AVENUE DE JASSERON	01000 BOURG EN BRESSE
EPLEFPA de Cibeins	Agriculture	Public	Ain	DOMAINE DE CIBEINS	01600 MISERIEUX
Exploitation agricole de Bourg-en-Bresse	Agriculture	Public	Ain	79 AVENUE DE JASSERON	01000 BOURG EN BRESSE
Atelier technologique agroalim Bourg en Bresse	Agriculture	Public	Ain	79 AVENUE DE JASSERON	01000 BOURG EN BRESSE
OG du LPPR de l'Ain à Villars les Dombes	Agriculture	Privé	Ain	160 RUE DE LA POYPE	01330 VILLARS LES DOMBES
CFPPA de Cibeins	Agriculture	Public	Ain	DOMAINE DE CIBEINS	01600 MISERIEUX
LEGTPA Cibeins	Agriculture	Public	Ain	DOMAINE DE CIBEINS	01600 MISERIEUX
LEAP de Saint Sorlin en Bugey	Agriculture	Privé	Ain	10 PLACE DE LA HALLE	01150 ST SORLIN EN BUGEY
Site de Villars les Dombes du LPPR de l'Ain	Agriculture	Privé	Ain	160 RUE DE LA POYPE	01330 VILLARS LES DOMBES
MFREO 'La Vernée' à Peronnas	Agriculture	Privé	Ain	171 CHEMIN DE LA VERNEE	01960 PERONNAS
EREA de Haute-Provence	Education Nationale	Public	Alpes-de-Haute-Provence	EREA DE HAUTE PROVENCE	04200 BEVONS

Site de Carmejane du CFPPA Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	ROUTE D ESPINOUSE	04510 LE CHAFFAUT ST JURSON
Exploitation agricole de Digne-Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	ROUTE DE CARMEJANE	04510 LE CHAFFAUT ST JURSON
FC Chambre d'Agriculture 04	Sans objet	Privé	Alpes-de-Haute-Provence	66 BOULEVARD GASSENDI	04000 DIGNE LES BAINS
CFPPA de Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	ROUTE D ESPINOUSE	04510 LE CHAFFAUT ST JURSON
MFREO B. Durance à Château Arnoux	Agriculture	Privé	Alpes-de-Haute-Provence	2 PLACE PECHINEY	04600 CHATEAU ARNOUX ST AUBAN
Antenne de Forcalquier du CFPPA de Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	BOULEVARD DES MARTYRS DE LA RESISTANCE	04300 FORCALQUIER
EPLEFPA de Digne Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	ROUTE DE CARMEJANE	04510 LE CHAFFAUT ST JURSON
LEGTA Digne Carmejane	Agriculture	Public	Alpes-de-Haute-Provence	ROUTE DE CARMEJANE	04510 LE CHAFFAUT ST JURSON
ADFPA 05 (FC)	Sans objet	Privé	Hautes-Alpes	10 RUE DES SILOS	05000 GAP
Exploitation agricole de Gap-Les Eméyères	Agriculture	Public	Hautes-Alpes	127 ROUTE DE VALSERRES	05000 GAP
EPLEFPA de Gap	Agriculture	Public	Hautes-Alpes	127 ROUTE DE VALSERRES	05000 GAP
MFREO 'Montagne 05' de Ventavon	Agriculture	Privé	Hautes-Alpes	200 CHEMIN DE LA MFR - VALENTY	05300 VENTAVON
FC Chambre d'Agriculture 05	Sans objet	Privé	Hautes-Alpes	8 TER RUE DU CAPITAINE DE BESSON	05000 GAP
LEGTA Gap	Agriculture	Public	Hautes-Alpes	127 ROUTE DE VALSERRES	05000 GAP
EPLEFPA d'Antibes	Agriculture	Public	Alpes-Maritimes	1285 AVENUE JULES GREC	06602 ANTIBES CEDEX
CFPPA Antibes	Agriculture	Public	Alpes-Maritimes	88 CHEMIN DES MAURES	06602 ANTIBES CEDEX
CFA régional PACA	Agriculture	Public	Alpes-Maritimes	88 CHEMIN DES MAURES	06602 ANTIBES CEDEX
FC Chambre d'Agriculture 06	Sans objet	Privé	Alpes-Maritimes	34 RUE ROSSINI	06000 NICE
LEGTA Antibes	Agriculture	Public	Alpes-Maritimes	1285 AVENUE JULES GREC	06600 ANTIBES
Exploitation horticole d'Antibes	Agriculture	Public	Alpes-Maritimes	1285 AVENUE JULES GREC	06602 ANTIBES CEDEX

Lycée de Valdeblore	Education Nationale	Public	Alpes-Maritimes	QUARTIER DU CLOT	06420 VALDEBLORE
Centre de formation Apprentis d'Auteuil - Grasse		Privé	Alpes-Maritimes	51 CHEMIN DE LA TOURACHE	06130 GRASSE
CFPPA Le Pradel	Agriculture	Public	Ardèche	1062 CHEMIN DU PRADEL	07170 MIRABEL
FC Vivarais Formation AGVF	Agriculture	Privé	Ardèche	111 AVENUE DU 8 MAI 1945	07300 TOURNON SUR RHONE
LEGTA Carcassonne	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
Exploitation agricole de Castelnaudary	Agriculture	Public	Aude	AVENUE LAENNEC	11491 CASTELNAUDARY CEDEX
A.O.R. du LEAP de Lezignan	Agriculture	Privé	Aude	27 CHEMIN DE LA ROUMENGUIERE	11200 LEZIGNAN CORBIERES
Institut Saint Joseph de Limoux	Agriculture	Privé	Aude	26 AVENUE ANDRE CHENIER	11303 LIMOUX CEDEX
EPLEFPA de Castelnaudary	Agriculture	Public	Aude	935 AVENUE DU DOCTEUR LAENNEC	11491 CASTELNAUDARY CEDEX
CFA de l'Aude	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
Antenne de Limoux du CFPPA des Pays d'Aude	Agriculture	Public	Aude	1 AVENUE SALVALDOR ALLENDE	11300 LIMOUX
CFPPA Castelnaudary	Agriculture	Public	Aude	935 AVENUE DU DOCTEUR LAENNEC	11491 CASTELNAUDARY CEDEX
Site de Carcassonne du CFPPA des Pays d'Aude	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
Exploitation agricole de Carcassonne	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
LEAP Emilie de Rodat de Pezens	Agriculture	Privé	Aude	8 BOULEVARD DE PINS	11170 PEZENS
CFPA du LEAP Emilie de Rodat de Pezens	Agriculture	Privé	Aude	8 BOULEVARD DE PINS	11170 PEZENS
FC de l'Institut Saint Joseph de Limoux	Agriculture	Privé	Aude	26 AVENUE ANDRE CHENIER	11303 LIMOUX CEDEX
EPLEFPA de Carcassonne - Campus Terre et Nature	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
LPA de Narbonne	Agriculture	Public	Aude	VOIE DE L ETANG	11100 NARBONNE
CFPPA des Pays d'Aude	Agriculture	Public	Aude	ROUTE DE SAINT HILAIRE	11000 CARCASSONNE
A.O.R. de l'Institut Saint Joseph à Limoux	Agriculture	Privé	Aude	26 AVENUE ANDRE CHENIER	11303 LIMOUX CEDEX
A.O.R. du CPFP la Rouatiere de Souilhanel	Agriculture	Privé	Aude	1165 ROUTE DU PASTEL	11400 SOUILHANELS

CPFP la Rouatiere de Souilhanel (FS)	Agriculture	Privé	Aude	1165 ROUTE DU PASTEL	11400 SOUILHANELS
LEAP de Lezignan	Agriculture	Privé	Aude	27 CHEMIN DE LA ROUMENGUIERE	11200 LEZIGNAN CORBIERES
Site de Castelnaudary de l'Institut Saint Joseph	Agriculture	Privé	Aude	ROUTE DEPARTEMENTALE 6113	11400 LASBORDES
Site de Limoux de l'Institut Saint Joseph	Agriculture	Privé	Aude	26 AVENUE ANDRE CHENIER	11303 LIMOUX CEDEX
CFPA du CPFP la Rouatiere de Souilhanel	Agriculture	Privé	Aude	1165 ROUTE DU PASTEL	11400 SOUILHANELS
LEGTA Castelnaudary	Agriculture	Public	Aude	935 AVENUE DU DOCTEUR LAENNEC	11491 CASTELNAUDARY CEDEX
Antenne de Narbonne du CFPPA des Pays d'Aude	Agriculture	Public	Aude	AVENUE DES ETANGS	11100 NARBONNE
A.O.R. du LEAP Emilie de Rodat de Pezens	Agriculture	Privé	Aude	8 BOULEVARD DE PINS	11170 PEZENS
LEGTA Aix Valabre	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	CHEMIN DU MOULIN DE FORT	13120 GARDANNE
EREA de Pennes Mirabeau	Education Nationale	Public	Bouches-du Rhône	1831 AVENUE PAUL BRUTUS	13170 LES PENNES MIRABEAU
Antenne de Marseille du CFPPA d'Aix Valabre	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	89 TRAVERSE PARANGON	13272 MARSEILLE CEDEX 08
Exploitation agricole de St Rémy de Provence	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	AVENUE EDOUARD HERRIOT	13210 ST REMY DE PROVENCE
LEAP Fontlongue de Miramas	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	BOULEVARD THEODORE AUBANEL	13140 MIRAMAS
MFREO de la Roque d'Anthéron	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	CHEMIN DE LA DEVALADE	13640 LA ROQUE D ANTHON
IFCO	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	24 AVENUE DU PRADO	13006 MARSEILLE
EPLEFPA d'Aix Valabre Marseille	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	CHEMIN DU MOULIN DE FORT	13120 GARDANNE
EPLEFPA de Saint Rémy de Provence	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	AVENUE EDOUARD HERRIOT	13210 ST REMY DE PROVENCE
LPA Saint Rémy de Provence	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	AVENUE EDOUARD HERRIOT	13210 ST REMY DE PROVENCE
CFPPA de St Rémy de Provence	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	AVENUE EDOUARD HERRIOT	13210 ST REMY DE PROVENCE
Exploitation agricole de Valabre	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	CHEMIN DU MOULIN DE FORT	13120 GARDANNE
A.O.R. du LEAP Fontlongue de Miramas	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	BOULEVARD THEODORE AUBANEL	13140 MIRAMAS

Asso de la MFREO Rhône Alpilles Crau Agriculture		Privé	Bouches-du Rhône	289 ALLEE DE CRAPONNE	13300 SALON DE PROVENCE
OG du LEAP Domaine du possible d'Arles	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	ROUTE DE VOLPELIERE	13200 ARLES
MFREO de Puylobier	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	213 AVENUE HENRI FROIDFOND	13114 PUYLOUBIER
FC CEPPDA	Justice	Privé	Bouches-du Rhône	RUE DE RUISSATEL	13011 MARSEILLE
MFREO de Beauchamp à Eyragues	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	DOMAINE DE BEAUCHAMP	13630 EYRAGUES
MFREO Rhône Alpilles St Martin de Crau	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	2 RUE DE LA GARRIGUE	13310 ST MARTIN DE CRAU
Mirammas Formation	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	BOULEVARD THEODORE AUBANEL	13140 MIRAMAS
FC ADEFOCSA (Delta sud formation)	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	8 AVENUE FREDERIC MISTRAL	13210 ST REMY DE PROVENCE
CFPPA Aix Valabre	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	CHEMIN DU MOULIN DE FORT	13120 GARDANNE
Site de Gardanne du CFPPA Aix Valabre	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	CHEMIN DU MOULIN DU FORT	13120 GARDANNE
CFA régional formation adaptée	Education Nationale	Privé	Bouches-du Rhône	4 BIS AVENUE DE LATTRE DE TASSIGNY	13090 AIX EN PROVENCE
MFREO de Lambesc	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	ROUTE NATIONALE 7	13410 LAMBESC
CFAS de Marseille Les Marronniers	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	31 BOULEVARD DE SAINT LOUP	13010 MARSEILLE
FC ACPM d'Aubagne	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	AVENUE ROCHE FOURCADE	13400 AUBAGNE
LPA des Calanques à Marseille	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	89 TRAVERSE PARANGON	13272 MARSEILLE CEDEX 08
Lycée professionnel Colbert	Education Nationale	Public	Bouches-du Rhône	13 RUE CAPITAINE DESSEMOND	13007 MARSEILLE
ENSP site de Marseille	Agriculture	Public	Bouches-du Rhône	31 BOULEVARD D ATHENES	13001 MARSEILLE
LEAP Domaine du possible d'Arles	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	ROUTE DE VOLPELIERE	13200 ARLES
MFREO La Montagnette à Barbentane	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	1764 QUARTIER DES CARRIERES	13570 BARBENTANE
MFREO Sainte Victoire de Rousset	Agriculture	Privé	Bouches-du Rhône	QUARTIER LE PLAN	13790 ROUSSET
FC Chambre d'Agriculture 13	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	AVENUE HENRI PONTIER	13100 AIX EN PROVENCE
Cours Diderot d'Aix en Provence	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	350 AVENUE DU CLUB HIPPIQUE	13090 AIX EN PROVENCE

FC Institut Chimie Oeno	Sans objet	Privé	Bouches-du Rhône	QUARTIER DE L AUMONE VIEILLE	13400 AUBAGNE
EPLEFPA de Beaune	Agriculture	Public	Côte-d'Or	16 AVENUE CHARLES JAFFELIN	21206 BEAUNE CEDEX
CFPPA de Beaune	Agriculture	Public	Côte-d'Or	8 AVENUE DU PARC	21206 BEAUNE CEDEX
CFPPA de Dijon Quétigny	Agriculture	Public	Côte-d'Or	21 BOULEVARD OLIVIER DE SERRES	21801 QUETIGNY CEDEX
Exploitation agricole de Quétigny Plombières	Agriculture	Public	Côte-d'Or	ROUTE DE VARANGES	21110 TART LE BAS
LEGTPA Beaune	Agriculture	Public	Côte-d'Or	16 AVENUE CHARLES JAFFELIN	21206 BEAUNE CEDEX
MFREO de Grandchamp à Ruffey les Beaune	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	5 RUE DE LA CORVEE DE MAILLY	21200 RUFFEY LES BEAUNE
MFREO de Semur en Auxois	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	10 RUE DU COUVENT	21140 SEMUR EN AUXOIS
Exploitation viticole de Beaune	Agriculture	Public	Côte-d'Or	16 AVENUE CHARLES JAFFELIN	21206 BEAUNE CEDEX
FC de la chambre régionale d'agriculture	Sans objet	Privé	Côte-d'Or	3 RUE DU GOLF	21800 QUETIGNY
EPLEFPA de Quétigny Plombières Les Dijon	Agriculture	Public	Côte-d'Or	21 BOULEVARD OLIVIER DE SERRES	21801 QUETIGNY CEDEX
LEGTA Plombières les Dijon	Agriculture	Public	Côte-d'Or	85 RUE DE VELARS	21370 PLOMBIERES LES DIJON
EREA de Beaune	Education Nationale	Public	Côte-d'Or	99 RUE DES BLANCHES FLEURS	21205 BEAUNE CEDEX
CFA Beaune	Agriculture	Public	Côte-d'Or	6 AVENUE DU PARC	21206 BEAUNE CEDEX
Antenne de Plombières CFPPA de Dijon Quétigny	Agriculture	Public	Côte-d'Or	85 RUE DE VELARS	21370 PLOMBIERES LES DIJON
CFPPA La Barotte - Haute Côte-d'Or	Agriculture	Public	Côte-d'Or	ROUTE DE LANGRES	21400 CHATILLON SUR SEINE
Exploitation agricole La Barotte - Haute Côte-d'Or	Agriculture	Public	Côte-d'Or	ROUTE DE LANGRES	21400 CHATILLON SUR SEINE
Eduter Dijon	Agriculture	Public	Côte-d'Or	26 BOULEVARD DU DOCTEUR PETITJEAN	21079 DIJON CEDEX
LEGTPA Dijon Quétigny	Agriculture	Public	Côte-d'Or	21 BOULEVARD OLIVIER DE SERRES	21801 QUETIGNY CEDEX
A.O.R. du LPRP de Saulieu	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	20 RUE DANTON	21210 SAULIEU
LEAP Anne Marie Javouhey de Chamblanc	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	25 RUE ANNE MARIE JAVOUHEY	21250 CHAMBLANC
LPRP de Saulieu	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	20 RUE DANTON	21210 SAULIEU
MFREO de Quétigny	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	33 BOULEVARD DE BELLEVUE	21800 QUETIGNY
LEGTA La Barotte - Haute Côte-d'Or	Agriculture	Public	Côte-d'Or	ROUTE DE LANGRES	21400 CHATILLON SUR SEINE

CFA de Dijon Quétigny	Agriculture	Public	Côte-d'Or	21 BOULEVARD OLIVIER DE SERRES	21801 QUETIGNY CEDEX
FC de Fauverney	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	ROUTE DE MAGNY SUR TILLE	21110 FAUVERNEY
EPLEFPA de La Barotte - Haute Côte-d'Or	Agriculture	Public	Côte-d'Or	ROUTE DE LANGRES	21400 CHATILLON SUR SEINE
Atelier technologique de Quétigny Plombières	Agriculture	Public	Côte-d'Or	85 RUE DE VELARS	21370 PLOMBIERES LES DIJON
A.O.R. du lycée privé Anne Marie Javouhey	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	25 RUE ANNE MARIE JAVOUHEY	21250 CHAMBLANC
O.G de la FRMFR de Fauverney	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	ROUTE DE MAGNY SUR TILLE	21110 FAUVERNEY
OG du CFA régional des MFR	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	60 G AVENUE DU 14 JUILLET	21300 CHENOVE
MFREO d'Agencourt	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	4 RUE DU LAVOIR	21700 AGENCOURT
MFREO de Baigneux-les-Juifs	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	RUE DES HALLES	21450 BAIGNEUX LES JUIFS
MFREO de Liernais	Agriculture	Privé	Côte-d'Or	4 PETITE RUE DU CROT	21430 LIERNAIS
FC de la chambre départementale d'agriculture 21	Sans objet	Privé	Côte-d'Or	1 RUE DES COULOTS	21110 BRETENIERE
Exploitation agricole de Besançon	Agriculture	Public	Doubs	16 RUE DE DAMPRICHARD	25410 DANNEMARIE SUR CRETE
LEGTPA Besançon	Agriculture	Public	Doubs	2 RUE DES CHANETS	25410 DANNEMARIE SUR CRETE
A.O.R. du LAP François-Xavier de Besançon	Agriculture	Privé	Doubs	5 RUE DU CHAPITRE	25000 BESANCON
EPLEFPA de Besançon	Agriculture	Public	Doubs	2 RUE DES CHANETS	25410 DANNEMARIE SUR CRETE
CFA du Doubs	Agriculture	Public	Doubs	10 RUE FRANCOIS VILLON	25000 BESANCON
A.O.R. du LATP Lasalle Levier	Agriculture	Privé	Doubs	1 PLACE CRETIN	25270 LEVIER
LAP François-Xavier de Besançon	Agriculture	Privé	Doubs	7 RUE DU CHAPITRE	25000 BESANCON
LEAP St Joseph des fontenelles	Agriculture	Privé	Doubs	15 RUE DU COUVENT	25210 LES FONTENELLES
LTP Jeanne d'Arc de Pontarlier	Agriculture	Privé	Doubs	22 RUE JEANNE D ARC	25300 PONTARLIER
MFREO de Mandeuire	Agriculture	Privé	Doubs	18 RUE DU PONT	25350 MANDEURE
CFPPA Châteaufarine	Agriculture	Public	Doubs	10 RUE FRANCOIS VILLON	25000 BESANCON
CFPPA Mamirolle	Agriculture	Public	Doubs	GRANDE RUE	25620 MAMIROLLE
A.O.R. du LTP Jeanne d'Arc de Pontarlier	Agriculture	Privé	Doubs	22 RUE JEANNE D ARC	25300 PONTARLIER

EPLEFPA de Mamirolle	Agriculture	Public	Doubs	GRANDE RUE	25620 MAMIROLLE
LEGTA Mamirolle	Agriculture	Public	Doubs	GRANDE RUE	25620 MAMIROLLE
MFREO de Morre	Agriculture	Privé	Doubs	11 RUE DES PLANCHES	25660 MORRE
MFREO de Pontarlier	Agriculture	Privé	Doubs	20 RUE DES GRANGES	25300 PONTARLIER
MFREO de Vercel	Agriculture	Privé	Doubs	36 RUE DE JESUS	25530 VERCEL VILLEDIEU LE CAMP
A.O.R. du LEAP des Fontenelles	Agriculture	Privé	Doubs	15 RUE DU COUVENT	25210 LES FONTENELLES
LATP Lasalle Levier	Agriculture	Privé	Doubs	1 PLACE CRETIN	25270 LEVIER
MFREO 'Les Deux Vals' Les Fins	Agriculture	Privé	Doubs	1 SOUS LES SANGLES	25500 LES FINS
Exploitation agricole de Valence	Agriculture	Public	Drôme	AVENUE DE LYON	26500 BOURG LES VALENCE
A.F.G. Lycée privé Drôme provençale	Agriculture	Privé	Drôme	17 RUE DU SERRE BLANC	26130 ST PAUL TROIS CHATEAUX
MFREO 'La Chauméane' à Divajeu	Agriculture	Privé	Drôme	70 ROUTE DE CHAUMEANE EST	26400 DIVAJEU
FC Forestière CFPF Chateauneuf du Rhône	Sans objet	Privé	Drôme	160 CHEMIN DU MAS	26780 CHATEAUNEUF DU RHONE
EPLEFPA de Romans	Agriculture	Public	Drôme	1414 CHEMIN DE ROSEY OUEST	26105 ROMANS SUR ISERE CEDEX
LEGTA Bourg les Valence	Agriculture	Public	Drôme	AVENUE DE LYON	26500 BOURG LES VALENCE
CFPPA Nyons	Agriculture	Public	Drôme	2 AVENUE DE VENTEROL	26110 NYONS
A.O.R. du LAP Val de Drôme d'Allex	Agriculture	Privé	Drôme	400 ROUTE DES CHIROUZES	26760 MONTELEGER
OG du CEFA de Montélimar	Agriculture	Privé	Drôme	103 AVENUE DE ROCHEMAURE	26202 MONTELMAR CEDEX
MFREO d'Anneyron	Agriculture	Privé	Drôme	10 RUE DE L EUROPE	26140 ANNEYRON
MFREO de Châteauneuf sur Isère	Agriculture	Privé	Drôme	5 RUE DE LA CURE	26300 CHATEAUNEUF SUR ISERE
CFPPA Bourg les Valence	Agriculture	Public	Drôme	AVENUE DE LYON	26500 BOURG LES VALENCE
CFPPA Romans	Agriculture	Public	Drôme	1414 CHEMIN DE ROSEY OUEST	26105 ROMANS SUR ISERE CEDEX
LEGTPA Romans	Agriculture	Public	Drôme	1414 CHEMIN DE ROSEY OUEST	26105 ROMANS SUR ISERE CEDEX
A.O.R. LTP Les Mandailles à Châteauneuf de Galaure	Agriculture	Privé	Drôme	18 RUE DU STADE	26330 CHATEAUNEUF DE GALAURE

CEFA de Montélimar	Agriculture	Privé	Drôme	103 AVENUE DE ROCHEMAURE	26202 MONTELMAR CEDEX
LAP Val de Drôme de Montéléger	Agriculture	Privé	Drôme	400 ROUTE DES CHIROUZES	26760 MONTELEGER
LTP Les Mandailles de Chateauneuf de Galaure	Agriculture	Privé	Drôme	18 RUE DU STADE	26330 CHATEAUNEUF DE GALAURE
MFREO de Bourg de Péage	Agriculture	Privé	Drôme	2190 ROUTE DE MONDY	26300 BOURG DE PEAGE
EPLEFPA de Valence	Agriculture	Public	Drôme	AVENUE DE LYON	26500 BOURG LES VALENCE
EREA de Montélimar	Education Nationale	Public	Drôme	68 ROUTE DE CHATEAUNEUF DU RHONE	26200 MONTELMAR
Lycée privé Drôme provençale	Agriculture	Privé	Drôme	17 RUE DU SERRE BLANC	26130 ST PAUL TROIS CHATEAUX
MFREO Petite Camargue à Gallargues	Agriculture	Privé	Gard	560 ROUTE DES PLAGES	30660 GALLARGUES LE MONTUEUX
MFR Horticole 'Le Grand Mas' à Uzès	Agriculture	Privé	Gard	930 CHEMIN DU GRAND MAS	30700 UZES
Antenne Bagnols sur Cèze du CFPPA du Gard	Agriculture	Public	Gard	10 AVENUE DU MAIL	30200 BAGNOLS SUR CEZE
Exploitation viticole de Nîmes	Agriculture	Public	Gard	CHEMIN DES CANAUX	30230 RODILHAN
LEGTPA Nîmes	Agriculture	Public	Gard	CHEMIN DES CANAUX	30230 RODILHAN
OG du LEAP de Meynes	Agriculture	Privé	Gard	9 ROUTE DE BEZOUCE	30840 MEYNES
LEPAPM de Meynes	Agriculture	Privé	Gard	9 ROUTE DE BEZOUCE	30840 MEYNES
CFA du Gard	Agriculture	Public	Gard	AVENUE YVES CAZEAUX	30230 RODILHAN
LAP d'Alzon à Vestric	Agriculture	Privé	Gard	CHATEAU DE CANDIAC	30600 VESTRIC ET CANDIAC
MFR de Marguerittes	Agriculture	Privé	Gard	ROUTE DEPARTEMENTALE 6086	30320 MARGUERITTES
MFREO La Gardonnenque de Vézénobres	Agriculture	Privé	Gard	357 CHEMIN DE LA FILATURE	30360 VEZENOBRES
CFA d'Alzon à Vestric	Agriculture	Privé	Gard	CHATEAU DE CANDIAC	30600 VESTRIC ET CANDIAC
EPLEFPA de Nîmes	Agriculture	Public	Gard	CHEMIN DES CANAUX	30230 RODILHAN
CFPPA du Gard	Agriculture	Public	Gard	AVENUE YVES CAZEAUX	30230 RODILHAN
MFR du Pont du Gard à Castillon du Gard	Agriculture	Privé	Gard	4 CHEMIN DES CODES BAS	30210 CASTILLON DU GARD

Antenne de Alés du CFPPA du Gard	Agriculture	Public	Gard	BOULEVARD LOUIS BLANC	30100 ALES
Antenne de Vauvert du CFPPA du Gard	Agriculture	Public	Gard	RUE CARNOT	30600 VAUVERT
Site de Rodilhan du CFPPA du Gard	Agriculture	Public	Gard	CHEMIN DES CANAUX	30230 RODILHAN
OG du LAP d'Alzon à Vestric	Agriculture	Privé	Gard	CHATEAU DE CANDIAC	30600 VESTRIC ET CANDIAC
CFA de la MFREO à St Hippolyte	Agriculture	Privé	Gard	ROUTE D'ALES	30170 ST HIPPOLYTE DU FORT
EPLEFPA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	3224 ROUTE DE MENDE	34093 MONTPELLIER CEDEX 5
LEGTA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	3224 ROUTE DE MENDE	34093 MONTPELLIER CEDEX 5
EREA de Montpellier	Education Nationale	Public	Hérault	RUE DE LA COLLINE	34030 MONTPELLIER CEDEX 1
Antenne de Pézenas du CFPPA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	8 ALLEE DU GENERAL MONTAGNE	34120 PEZENAS
A.O.R. du LEPAP 'Le Roc Blanc' de Ganges	Agriculture	Privé	Hérault	1 RUE DE L ALBAREDE	34190 GANGES
OG du LEAP Vallée de l'Hérault	Agriculture	Privé	Hérault	ROUTE DE PEZENAS	34150 GIGNAC
LEAP de Pézénas	Agriculture	Privé	Hérault	ROUTE DE BEZIERS	34120 PEZENAS
LEPAP 'Le Roc Blanc' de Ganges	Agriculture	Privé	Hérault	1 RUE DE L ALBAREDE	34190 GANGES
LPA Castelnaud Le Lez	Agriculture	Public	Hérault	7 AVENUE DE LA GALINE	34172 CASTELNAU LE LEZ CEDEX
CFA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	921 AVENUE AGROPOLIS	34093 MONTPELLIER CEDEX 5
Pôle Sup	Sans objet	Privé	Hérault	17 RUE DE L ANCIEN COURRIER	34000 MONTPELLIER
EPLEFPA de Castelnaud Le Lez	Agriculture	Public	Hérault	7 AVENUE DE LA GALINE	34172 CASTELNAU LE LEZ CEDEX
Antenne de Béziers du CFPPA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	TRAVERSE DE COLOMBIERS	34500 BEZIERS
Exploitation horticole de Castelnaud-le-Lez	Agriculture	Public	Hérault	7 AVENUE DE LA GALINE	34172 CASTELNAU LE LEZ CEDEX
Exploitation viticole de Montpellier-Orb-Hérault	Agriculture	Public	Hérault	ANCIENNE ROUTE DE GANGES	34790 GRABELS
Montpellier SupAgro site de Montpellier	Agriculture	Public	Hérault	2 PLACE PIERRE VIALA	34060 MONTPELLIER CEDEX 2
A.O.R. du LEAP L.E. CESTAC La Gardiole de Gigean	Agriculture	Privé	Hérault	2 RUE DU COUVENT	34770 GIGEAN
LEAP de Capestang	Agriculture	Privé	Hérault	1 AVENUE DE NISSAN	34310 CAPESTANG

LEAP Vallée de l'Hérault	Agriculture	Privé	Hérault	CHEMIN DE CARABOTTE	34150 GIGNAC
IMP 'Saint Hilaire' à Florensac	Agriculture	Privé	Hérault	12 AVENUE ALEXANDRE LAVAL	34510 FLORENSAC
CFPA du LEAP de Capestang	Agriculture	Privé	Hérault	1 AVENUE DE NISSAN	34310 CAPESTANG
LPA de Pézenas	Agriculture	Public	Hérault	4 ALLEE DU GENERAL MONTAGNE	34120 PEZENAS
A.O.R. du LEAP de Pézénas	Agriculture	Privé	Hérault	ROUTE DE BEZIERS	34120 PEZENAS
A.O.R. du LEAP 'Le Cep d'Or' de Clermont l'Hérault	Agriculture	Privé	Hérault	2 AVENUE DE LA PISCINE	34800 CLERMONT L HERAULT
OG de l'IMP Saint Hilaire de Florensac	Agriculture	Privé	Hérault	12 AVENUE ALEXANDRE LAVAL	34510 FLORENSAC
OG du LEAP 'Maurice Clavel' à Frontignan	Agriculture	Privé	Hérault	RUE DE LA RAFFINERIE	34110 FRONTIGNAN
LEAP 'Le Cep d'Or' de Clermont l'Hérault	Agriculture	Privé	Hérault	2 AVENUE DE LA PISCINE	34800 CLERMONT L HERAULT
LEAP Louis Edouard CESTAC la Gardiole de Gigean	Agriculture	Privé	Hérault	2 RUE DU COUVENT	34770 GIGEAN
LEAP 'Maurice Clavel' à Frontignan	Agriculture	Privé	Hérault	RUE DE LA RAFFINERIE	34110 FRONTIGNAN
Lycée de mer Paul Bousquet de Sète	Dév. Durable Public		Hérault	112 RUE DES CORMORANS	34200 SETE
CFPPA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	3224 ROUTE DE MENDE	34093 MONTPELLIER CEDEX 5
Site de Montpellier du CFPPA de l'Hérault	Agriculture	Public	Hérault	3224 ROUTE DE MENDE	34093 MONTPELLIER CEDEX 5
CFA des trois fontaines	Sans objet	Privé	Hérault	ROUTE DU PONT	34230 LE POUGET
A.O.R. du LEAP de Capestang	Agriculture	Privé	Hérault	1 AVENUE DE NISSAN	34310 CAPESTANG
Cours Didérot	Education Nationale	Privé	Hérault	20 RUE CARRE DU ROI	34000 MONTPELLIER
EPLEFPA de Grenoble Saint Ismier	Agriculture	Public	Isère	1 CHEMIN DE CHARVINIERE	38332 ST ISMIER CEDEX
EPLEFPA de La Côte Saint André	Agriculture	Public	Isère	57 AVENUE CHARLES DE GAULLE	2022-09-29
EPLEFPA de Voiron	Agriculture	Public	Isère	56 RUE DE LA MARTELLIERE	38516 VOIRON CEDEX
LEGTA Vienne Seyssuel	Agriculture	Public	Isère	MONTEE BON ACCUEIL	38217 VIENNE CEDEX
Exploitation agricole de la Côte Saint André	Agriculture	Public	Isère	57 AVENUE CHARLES DE GAULLE	38261 LA COTE ST ANDRE CEDEX
Exploitation agricole de La Tour du Pin	Agriculture	Public	Isère	164 ALLEE LOUIS CLERGET	38110 LA TOUR DU PIN

LEAP du Guiers-Val d'Ainan au Pont de Beauvoisin	Agriculture	Privé	Isère	6 PLACE DU MARCHÉ	38480 LE PONT DE BEAUVOISIN
LEAP Saint Exupéry de Saint Siméon de Bressieux	Agriculture	Privé	Isère	264 RUE DES FRESNES	38870 ST SIMEON DE BRESSIEUX
LPPRA de La Mure	Agriculture	Privé	Isère	42 RUE DES ALPES	38350 LA MURE D'ISERE
MFREO Chaumont à Eyzin-Pinet	Agriculture	Privé	Isère	393 MONTEE DE LA MARNIERE	38780 EYZIN PINET
MFREO de Moirans	Agriculture	Privé	Isère	184 ROUTE DES BETHANIES	38430 MOIRANS
MFREO de Vignieu-Morestel	Agriculture	Privé	Isère	211 RUE DE LA RIVOIRETTE	38510 MORESTEL
CFPPA La Côte Saint André	Agriculture	Public	Isère	57 AVENUE CHARLES DE GAULLE	38261 LA COTE ST ANDRE CEDEX
A.O.R. LEAP St Exupéry de St Siméon de Bressieux Agriculture		Privé	Isère	264 RUE DES FRESNES	38870 ST SIMEON DE BRESSIEUX
LEAP de Bellevue - Saint Marcellin	Agriculture	Privé	Isère	4 RUE DES RECOLLETS	38160 ST MARCELLIN
MFREO de Saint André le Gaz	Agriculture	Privé	Isère	4 RUE MICHELET	38490 ST ANDRE LE GAZ
EPLEFPA de Vienne	Agriculture	Public	Isère	MONTEE BON ACCUEIL	38217 VIENNE CEDEX
CFPPA de Vienne Seyssuel	Agriculture	Public	Isère	MONTEE BON ACCUEIL	38217 VIENNE CEDEX
CFPPA Grenoble Saint Ismier	Agriculture	Public	Isère	1 CHEMIN DE CHARVINIERE	38332 ST ISMIER CEDEX
Greta Nord Isère	Education Nationale	Public	Isère	38 AVENUE D ITALIE	38300 BOURGOIN JALLIEU
A.F.G. du LPPRA de La Mure	Agriculture	Privé	Isère	42 RUE DES ALPES	38350 LA MURE D ISERE
A.O.R. LP du Guiers-Val d'Ainan Pt de Beauvoisin	Agriculture	Privé	Isère	6 PLACE DU MARCHÉ	38480 LE PONT DE BEAUVOISIN
MFREO de Vif	Agriculture	Privé	Isère	50 AVENUE DE RIVALTA	38450 VIF
MFREO 'La Dalmassière' à Coublevie	Agriculture	Privé	Isère	396 ROUTE DU GUILLON	38500 COUBLEVIE
MFREO Mozas à Bourgoin Jallieu	Agriculture	Privé	Isère	4 CHEMIN DE MOZAS	38300 BOURGOIN JALLIEU
LEGTA La Côte Saint André	Agriculture	Public	Isère	57 AVENUE CHARLES DE GAULLE	38261 LA COTE ST ANDRE CEDEX
EREA de Claix	Education Nationale	Public	Isère	5 CHEMIN DE LA BATIE	38640 CLAIX
AFG du LEAP Le Vallon - Les Bonnevaux	Agriculture	Privé	Isère	3 RUE JEANNE D ARC	38440 ST JEAN DE BOURNAY
AOR du LEAP Bellevue - Saint Marcellin	Agriculture	Privé	Isère	4 RUE DES RECOLLETS	38160 ST MARCELLIN

A.O.R. du LERAP Paul Claudel de Crémieu	Agriculture	Privé	Isère	2 ROUTE DE VOLGEAT	38460 VILLEMORIEU
LEAP Paul Claudel à Villemoirieu	Agriculture	Privé	Isère	2 ROUTE DE VOLGEAT	38460 VILLEMORIEU
LEGTA Grenoble Saint Ismier	Agriculture	Public	Isère	1 CHEMIN DE CHARVINIERE	38332 ST ISMIER CEDEX
LPA La Tour du Pin	Agriculture	Public	Isère	164 ALLEE LOUIS CLERGET	2022-09-29
LPA Voiron	Agriculture	Public	Isère	56 RUE DE LA MARTELLIERE	38516 VOIRON CEDEX
Antenne de Grenoble du CFPPA de Roche/Foron Agriculture		Public	Isère	4 RUE DE LA PAIX	38800 LE PONT DE CLAIX
Exploitation horticole de Grenoble Saint Ismier	Agriculture	Public	Isère	1 CHEMIN DE CHARVINIERE	38332 ST ISMIER CEDEX
LEAP le Vallon Bonnevaux à St Jean de Bournay	Agriculture	Privé	Isère	3 RUE JEANNE D ARC	38440 ST JEAN DE BOURNAY
Site de Chabons LEAP le Vallon Bonnevaux	Agriculture	Privé	Isère	13 RUE DE L EGLISE	38690 CHABONS
Site de St Jean Bournay LEAP le Vallon Bonnevaux	Agriculture	Privé	Isère	3 RUE JEANNE D ARC	38440 ST JEAN DE BOURNAY
MFR de Saint Barthélémy de Beaurepaire	Agriculture	Privé	Isère	70 ROUTE DE MARCOLLIN	38270 ST BARTHELEMY DE BEAUREPAIRE
MFREO de Chatte - Saint Marcellin	Agriculture	Privé	Isère	385 BIS ROUTE DE ST MARCELLIN	38160 CHATTE
MFREO 'La Grive' à Bourgoin Jallieu	Agriculture	Privé	Isère	88 ROUTE DE LYON	38300 BOURGOIN JALLIEU
EPLEFPA de Lons Le Saunier-Mancy	Agriculture	Public	Jura	410 MONTEE GAUTHIER VILLARS	39015 LONS LE SAUNIER CEDEX
LEGTA Lons Le Saunier-Montmorot	Agriculture	Public	Jura	614 AVENUE EDGAR FAURE	39570 MONTMOROT
CFA de Lons Le Saunier Mancy	Agriculture	Public	Jura	410 MONTEE GAUTHIER VILLARS	39000 LONS LE SAUNIER
CFA de Poligny	Agriculture	Public	Jura	RUE DE VERSAILLES	39801 POLIGNY CEDEX
EPLEFPA de Lons Le Saunier-Montmorot	Agriculture	Public	Jura	614 AVENUE EDGAR FAURE	39570 MONTMOROT
Exploitation agricole de Lons Le Saunier Montmorot	Agriculture	Public	Jura	614 AVENUE EDGAR FAURE	39570 MONTMOROT
MFREO de Salins les bains	Agriculture	Privé	Jura	15 HAMEAU DE BLENGNY	39110 SALINS LES BAINS
LEGTA Poligny	Agriculture	Public	Jura	RUE DE VERSAILLES	39801 POLIGNY CEDEX
LEGTA Mancy Lons le Saunier	Agriculture	Public	Jura	410 MONTEE GAUTHIER VILLARS	39015 LONS LE SAUNIER CEDEX
CFPPA Poligny	Agriculture	Public	Jura	RUE DE VERSAILLES	39801 POLIGNY CEDEX

EPLEFPA de Poligny	Agriculture	Public	Jura	RUE DE VERSAILLES	39801 POLIGNY CEDEX
CFA de Montmorot	Agriculture	Public	Jura	614 AVENUE EDGAR FAURE	39570 MONTMOROT
CFPPA Lons Le Saunier	Agriculture	Public	Jura	514 AVENUE EDGAR FAURE	39570 MONTMOROT
Centre équestre de Mancy Lons Le Saunier	Agriculture	Public	Jura	410 MONTEE GAUTHIER VILLARS	39015 LONS LE SAUNIER CEDEX
CFA MFR de Doucier	Agriculture	Privé	Jura	500 IMPASSE DES VERNES	39130 DOUCIER
MFREO d'Amange	Agriculture	Privé	Jura	4 RUE DES VERGERS	39700 AMANGE
LEGTA Nevers Cosne à Challuy	Agriculture	Public	Nièvre	243 ROUTE DE LYON	58000 CHALLUY
CFA Pyrénées Orientales	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	1 AVENUE DES PYRENEES	66600 RIVESALTES
CFPPA Rivesaltes	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	1 AVENUE DES PYRENEES	66600 RIVESALTES
LEAP 'Le Mas Blanc' de Bourg-Madame	Agriculture	Privé	Pyrénées Orientales	22 AVENUE EMMA-NUEL BROUSSE	66760 BOURG MADAME
LEPAP Beausoleil de Ceret	Agriculture	Privé	Pyrénées Orientales	17 RUE BEAU SOLEIL	66400 CERET
EREA de Perpignan	Education Nationale	Public	Pyrénées Orientales	CHEMIN DE LA PASSIO VELLA	66000 PERPIGNAN
A.O.R. du LEAP Beausoleil de Ceret	Agriculture	Privé	Pyrénées Orientales	17 RUE BEAU SOLEIL	66400 CERET
LEGTA Perpignan Roussillon	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	BP 76	66200 ELNE
LPA Rivesaltes	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	4 RUE PASTEUR	66602 RIVESALTES CEDEX
Exploitation agricole de Rivesaltes	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	BOULEVARD DES PYRENEES	66600 RIVESALTES
EPLEFPA de Perpignan Roussillon	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	ROUTE NATIONALE 114	66200 THEZA
Antenne de Prades du CFPPA de Rivesaltes	Agriculture	Public	Pyrénées Orientales	1 AVENUE DES PYRENEES	66600 RIVESALTES
A.O.R. du LEAP 'Le Mas Blanc' de Bourg-Madame	Agriculture	Privé	Pyrénées Orientales	22 AVENUE EMMA-NUEL BROUSSE	66760 BOURG MADAME
Exploitation viticole de Belleville sur Saône	Agriculture	Public	Rhône	394 ROUTE HENRY-FESSY	69220 BELLEVILLE EN BEAUJOLAIS
Institut sup d'agriculture de Rhône-Alp (ISARA)	Agriculture	Privé	Rhône	23 RUE JEAN BALDASSINI	69364 LYON CEDEX 07
MFREO Château de Sermezy à Charentay	Agriculture	Privé	Rhône	1910 RUE DE SERMEZY	69220 CHARENTAY
CFA régional des MFR	Agriculture	Privé	Rhône	7 CHEMIN JEAN-MARIE VIANNEY	69130 ECULLY

CFPPA Ecully	Agriculture	Public	Rhône	13 AVENUE DE VERDUN	69130 ECULLY
Atelier techno agroalimentaire de St Genis Laval	Agriculture	Public	Rhône	4 CHEMIN DES GRABELIERES	69230 ST GENIS LAVAL
LHP Lyon Pressin de St Genis Laval	Agriculture	Privé	Rhône	81 CHEMIN DE BEAUNANT	69230 ST GENIS LAVAL
MFREO La Palma à l'Arbresle	Agriculture	Privé	Rhône	226 CHEMIN DE LA PALMA	69210 L ARBRESLE
CFA régional du CNEAP 69	Agriculture	Privé	Rhône	4 RUE DE L'ORATOIRE	69300 CALUIRE ET CUIRE
LEGTA Saint Genis Laval	Agriculture	Public	Rhône	4 CHEMIN DES GRABELIERES	69230 ST GENIS LAVAL
Exploitation horticole de Lyon-Dardilly	Agriculture	Public	Rhône	28 CHEMIN DE LA BROCARDIERE	69570 DARDILLY
A.O.R. du LHP Lyon Pressin de St Genis Laval	Agriculture	Privé	Rhône	81 CHEMIN DE BEAUNANT	69230 ST GENIS LAVAL
A.O.R. du LP SANDAR de Limonest	Agriculture	Privé	Rhône	392 CHEMIN DE LA SABLIERE	69579 LIMONEST CEDEX
A.O.R. LRP Jean Monnet de St Symphorien sur Coise	Agriculture	Privé	Rhône	304 BOULEVARD DE LA BARDIERE	69590 ST SYMPHORIEN SUR COISE
Fédération régionale des MFR	Agriculture	Privé	Rhône	7 CHEMIN JEAN-MARIE VIANNEY	69130 ECULLY
LP SANDAR de Limonest	Agriculture	Privé	Rhône	392 CHEMIN DE LA SABLIERE	69579 LIMONEST CEDEX
MFREO des 4 vallées à Lamure sur Azergues	Agriculture	Privé	Rhône	895 ROUTE DE PANISSIERE	69870 LAMURE SUR AZERGUES
MFREO de Sainte Consorce	Agriculture	Privé	Rhône	32 BIS CHEMIN DE LA BROSSONNIERE	69280 STE CONSORCE
EPLEFPA de Lyon	Agriculture	Public	Rhône	26 CHEMIN DE LA BRUYERE	69570 DARDILLY
EPLEFPA de Saint Genis Laval	Agriculture	Public	Rhône	4 CHEMIN DES GRABELIERES	69230 ST GENIS LAVAL
LRP Jean Monnet de St Symphorien sur Coise	Agriculture	Privé	Rhône	304 BOULEVARD DE LA BARDIERE	69590 ST SYMPHORIEN SUR COISE
MFR de Chessy les Mines	Agriculture	Privé	Rhône	68 AVENUE DE LA GARE	69380 CHESSY
MFREO d'Anse	Agriculture	Privé	Rhône	175 ROUTE DES CRETES	69480 ANSE
MFREO de Saint Romain de Popey	Agriculture	Privé	Rhône	28 IMPASSE DES ARNAS	69490 ST ROMAIN DE POPEY
MFREO 'La Biratte' à Villie Morgon	Agriculture	Privé	Rhône	194 MONTEE DES GAUDETS	69910 VILLIE MORGON
MFREO Saint Laurent de Chamousset	Agriculture	Privé	Rhône	292 RUE DU STADE	69930 ST LAURENT DE CHAMOUSSET

LEGTA Lyon Dardilly	Agriculture	Public	Rhône	26 CHEMIN DE LA BRUYERE	69570 DARDILLY
EREA de Villeurbanne	Education Nationale	Public	Rhône	32 RUE DE FRANCE	69602 VILLEURBANNE CEDEX
CFA de Rhône Alpes	Agriculture	Public	Rhône	26 CHEMIN DE LA BRUYERE	69570 DARDILLY
Institut de l'environnement et des technologies	Agriculture	Privé	Rhône	7 RUE JEAN - MARIE LECLAIR	69009 LYON
Exploitation agricole de Vesoul	Agriculture	Public	Haute-Saône	16 RUE EDOUARD BELIN	70014 VESOUL CEDEX
MFREO de Rioz	Agriculture	Privé	Haute-Saône	23 RUE CHARLES DE GAULLE	70190 RIOZ
CFA de Haute Saône à Vesoul	Agriculture	Public	Haute-Saône	16 RUE EDOUARD BELIN	70014 VESOUL CEDEX
MFREO de Chargey Les Gray	Agriculture	Privé	Haute-Saône	77 ROUTE NATIONALE	70100 CHARGEY LES GRAY
MFREO de Montbozon	Agriculture	Privé	Haute-Saône	6 RUE DU BRESSOT	70230 MONTBOZON
LEGTPA Vesoul	Agriculture	Public	Haute-Saône	16 RUE EDOUARD BELIN	70014 VESOUL CEDEX
MFREO de Combeaufontaine	Agriculture	Privé	Haute-Saône	2 RUE DES MOINES	70120 COMBEAUFONTAINE
EPLEFPA de Vesoul	Agriculture	Public	Haute-Saône	16 RUE EDOUARD BELIN	70014 VESOUL CEDEX
A.O.R. du LPP Sainte Marie de Gray	Agriculture	Privé	Haute-Saône	13 RUE VICTOR HUGO	70100 GRAY
MFREO d'Aillevillers	Agriculture	Privé	Haute-Saône	13 RUE DE LA VAIVRE	70320 AILLEVILLERS ET LYAUMONT
CFPPA Vesoul	Agriculture	Public	Haute-Saône	16 RUE EDOUARD BELIN	70014 VESOUL CEDEX
LPP Sainte Marie de Gray	Agriculture	Privé	Haute-Saône	13 RUE VICTOR HUGO	70100 GRAY
MFREO de Fougerolles	Agriculture	Privé	Haute-Saône	54 BLANZEY	70220 FOUGEROLLES ST VALBERT
LEGTA Fontaines	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	10 QUARTIER LA PLATIERE	71150 FONTAINES
CFPPA de Charolles	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	7 CHEMIN D OUZE	71120 CHAROLLES
Exploitation agricole de Fontaines	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	10 QUARTIER LA PLATIERE	71150 FONTAINES
Exploitation viticole de Macon-Davayé	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	LE CLOS DES PONCETYS	71960 DAVAYE
Centre de formation Filière Bétail Viande	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	LES HAIREs	71110 ANZY LE DUC
MFREO d'Etang sur Arroux	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	CHEMIN DES GUILLEMOTS	71190 ETANG SUR ARROUX

MFREO du Charolais-Brionnais d'Anzy le Duc	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	LES HAIREs	71110 ANZY LE DUC
FC de la chambre départementale d'agriculture 71	Sans objet	Privé	Saône-et-Loire	59 RUE DU 19 MARS 1962	71010 MACON CEDEX
LEGTA Mâcon Davayé	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	43 RUE LES PONCETYS	71960 DAVAYE
CFPPA Mâcon Davayé	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	RUE DES PONCETYS	71960 DAVAYE
Exploitation agricole de Charolles	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	7 CHEMIN D OUZE	71120 CHAROLLES
Exploitation horticole de Tournus	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	LES PETTIERES	71700 TOURNUS
A.O.R. du LEAP de la Bresse à Louhans	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	600 AVENUE FERNAND POINT	71500 LOUHANS
LEAP de la Bresse à Louhans	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	600 AVENUE FERNAND POINT	71500 LOUHANS
EPLEFPA de Mâcon Davayé	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	43 RUE LES PONCETYS	71960 DAVAYE
EPLEFPA de Tournus	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	LES PERRIERES	71700 TOURNUS
Centre de formation de St Marcel - Apprentissage	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	28 RUE DU ROSOY	71380 ST MARCEL
CFA de Saône et Loire	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	CHAZEY	71130 GUEUGNON
CFPPA de Velet	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	ROUTE DE ST DIDIER SUR ARROUX	71190 ETANG SUR ARROUX
LPP Reine Antier de St Martin en Bresse	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	9 RUE DU BOURG	71620 ST MARTIN EN BRESSE
MFREO de Mazille	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	CHARLY	71250 MAZILLE
LPA de Velet	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	ROUTE DE ST DIDIER SUR ARROUX	71190 ETANG SUR ARROUX
LPA Tournus	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	LES PERRIERES	71700 TOURNUS
Lycée professionnel A. Dumaine de Macon - UPI	Education Nationale	Public	Saône-et-Loire	95 ESPACE ALEXANDRE DUMAINE	71018 MACON CEDEX
MFREO 'La Retraite' de La Clayette	Agriculture	Privé	Saône-et-Loire	ALLEE FAUSTIN POTAIN	71800 LA CLAYETTE
EPLEFPA de Etang sur Arroux	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	ROUTE DE ST DIDIER SUR ARROUX	71190 ETANG SUR ARROUX
EPLEFPA de Fontaines Sud Bourgogne	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	10 QUARTIER LA PLATIERE	71150 FONTAINES
LPA de Charolles	Agriculture	Public	Saône-et-Loire	7 CHEMIN D OUZE	71120 CHAROLLES
EREA de Charnay	Education Nationale	Public	Saône-et-Loire	297 RUE SAINT MARTIN DES VIGNES	71850 CHARNAY LES MACON

EPLEFPA de Cognin	Agriculture	Public	Savoie	13 AVENUE HENRY BORDEAUX	73160 COGNIN
A.O.R. du LAP Costa Beauregard de Chambéry	Agriculture	Privé	Savoie	340 RUE COSTA DE BEAUREGARD	73000 CHAMBERY
LEGTA Chambéry La Motte Servolex	Agriculture	Public	Savoie	DOMAINE REINACH	73290 LA MOTTE SERVOLEX
EPLEFPA de Chambéry La Motte Servolex	Agriculture	Public	Savoie	DOMAINE REINACH	73290 LA MOTTE SERVOLEX
CFPPA La Motte Servolex	Agriculture	Public	Savoie	1031 AVENUE CHARLES ALBERT	73290 LA MOTTE SERVOLEX
LAP Costa Beauregard de Chambéry	Agriculture	Privé	Savoie	340 RUE COSTA DE BEAUREGARD	73000 CHAMBERY
LPA Cognin	Agriculture	Public	Savoie	13 AVENUE HENRY BORDEAUX	73160 COGNIN
Exploitation agricole de Chambéry	Agriculture	Public	Savoie	DOMAINE REINACH	73290 LA MOTTE SERVOLEX
EPLEFPA de La Roche sur Foron	Agriculture	Public	Haute-Savoie	212 RUE ANATOLE FRANCE	74800 LA ROCHE SUR FORON
LEGTA La Roche sur Foron	Agriculture	Public	Haute-Savoie	212 RUE ANATOLE FRANCE	74800 LA ROCHE SUR FORON
Atelier technologique agroalim la Roche sur Foron	Agriculture	Public	Haute-Savoie	212 RUE ANATOLE FRANCE	74800 LA ROCHE SUR FORON
A.O.R. de l'ISETA de Poisy	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	859 ROUTE DE L'ECOLE D'AGRICULTURE	74330 POISY
LPEGT H.B. de Saussure de Combloux	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	125 ROUTE DU LYCEE	74920 COMBLOUX
LPP 'Les Trois Vallées' à Thonon les Bains	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	2 AVENUE DE L'ERMITAGE	74200 THONON LES BAINS
Site de Chavanod de l'ISETA de Poisy	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	93 ROUTE DU CRET D ESTY	74650 CHAVANOD
MFREO de La Balme de Sillingy	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	6 ROUTE DE LA CATIE	74330 LA BALME DE SILLINGY
ISETA Apprentissage et FC	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	859 ROUTE DE L'ECOLE D'AGRICULTURE	74330 POISY
Centre d'élevage de Poisy	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	845 ROUTE DE L'ECOLE D'AGRICULTURE	74330 POISY
Exploitation agricole de Contamine sur Arve	Agriculture	Public	Haute-Savoie	150 ROUTE DE LA MAIRIE	74130 CONTAMINE SUR ARVE
A.O.R. du LEPRP Jeanne Antide de Reignier	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	55 IMPASSE DU BREVENT	74930 REIGNIER ESERY
LEPRP Jeanne Antide de Reignier	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	55 IMPASSE DU BREVENT	74930 REIGNIER ESERY
MFREO 'Le Belvédère' à Sallanches	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	401 RUE DE MONTAGNY	74700 SALLANCHES
LPA Contamine sur Arve	Agriculture	Public	Haute-Savoie	150 ROUTE DE LA MAIRIE	74130 CONTAMINE SUR ARVE

CFPPA Contamine sur Arve	Agriculture	Public	Haute-Savoie	150 ROUTE DE LA MAIRIE	74130 CONTAMINE SUR ARVE
CFPPA La Roche sur Foron	Agriculture	Public	Haute-Savoie	212 RUE ANATOLE FRANCE	74800 LA ROCHE SUR FORON
A.O.R. LPP 'Les Trois Vallées' à Thonon les Bains	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	2 AVENUE DE L ERMITAGE	74200 THONON LES BAINS
ISETA de Poisy	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	859 ROUTE DE L'ECOLE D'AGRICULTURE	74330 POISY
EPLEFPA de Contamine sur Arve	Agriculture	Public	Haute-Savoie	150 ROUTE DE LA MAIRIE	74130 CONTAMINE SUR ARVE
A.O.R. du LPEGT H.B. de Saussure de Combloux	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	125 ROUTE DU LYCEE	74920 COMBLOUX
MFR de Seyssel	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	6 RUE DES OUDETS	74910 SEYSSEL
MFREO des métiers de la montagne à Thones	Agriculture	Privé	Haute-Savoie	1 ROUTE DE TRONCHINE	74230 THONES
EPLEFPA du Var Agricampus	Agriculture	Public	Var	32 CHEMIN SAINT LAZARE	83408 HYERES CEDEX
LEGTA Hyères	Agriculture	Public	Var	32 CHEMIN SAINT LAZARE	83408 HYERES CEDEX
Exploitation horticole d'Hyères	Agriculture	Public	Var	32 CHEMIN SAINT LAZARE	83408 HYERES CEDEX
A.O.R. du LEAP de Saint Maximin	Agriculture	Privé	Var	CHEMIN DU PRUGNON	83470 ST MAXIMIN LA STE BAUME
FC SIGMA Brignoles	Sans objet	Privé	Var	LE PRE DE PAQUES	83170 BRIGNOLES
FC Chambre d'Agriculture 83	Sans objet	Privé	Var	11 RUE PIERRE CLEMENT	83300 DRAGUIGNAN
LPA Les Magnanarelles Arcs sur Argens	Agriculture	Public	Var	LES MAGNANARELLES	83460 LES ARCS
Collège Emile Thomas	Education Nationale	Public	Var	QUARTIER LES COLLETTES	83300 DRAGUIGNAN
CFPPA Hyères	Agriculture	Public	Var	32 CHEMIN SAINT LAZARE	83408 HYERES CEDEX
LEAP de Saint Maximin	Agriculture	Privé	Var	125 CHEMIN DU PRUGNON	83470 ST MAXIMIN LA STE BAUME
OG du CFP de La Bastide des Jourdans	Agriculture	Privé	Vaucluse	PIE DE GACHE	84240 LA BASTIDE DES JOURDANS
FC du LEAP Les Chênes de Carpentras	Agriculture	Privé	Vaucluse	524 AVENUE DU PONT DES FONTAINES	84200 CARPENTRAS
EPLEFPA d'Orange	Agriculture	Public	Vaucluse	2260 ROUTE DU GRES	84100 ORANGE
Exploitation agricole 'Louis Giraud' Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	310 CHEMIN DE L'HERMITAGE	84208 CARPENTRAS CEDEX
Exploitation viticole d'Orange Château-Mongin	Agriculture	Public	Vaucluse	2260 ROUTE DU GRES	84100 ORANGE

A.O.R. du LEAP 'Les Chênes' de Carpentras	Agriculture	Privé	Vaucluse	524 AVENUE DU PONT DES FONTAINES	84200 CARPENTRAS
CFP de La Bastide des Jourdans	Agriculture	Privé	Vaucluse	PIE DE GACHE	84240 LA BASTIDE DES JOURDANS
LEAP Les Chênes de Carpentras	Agriculture	Privé	Vaucluse	524 AVENUE DU PONT DES FONTAINES	84200 CARPENTRAS
Information Dynamique Emploi Orientation Formation	Sans objet	Privé	Vaucluse	148 QUAI DU GENERAL LECLERC	84400 APT
EPLEFPA de Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	310 CHEMIN DE L'HERMITAGE	84200 CARPENTRAS
LEGTA Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	310 CHEMIN DE L'HERMITAGE	84200 CARPENTRAS
LPA Isle sur Sorgue	Agriculture	Public	Vaucluse	1016 CHEMIN DE L'ECOLE D'AGRICULTURE	84800 L'ISLE SUR LA SORGUE
CFPPA Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	310 CHEMIN E L'ERMITAGE	84208 CARPENTRAS CEDEX
Exploitation agricole de l'Isle/Sorgue	Agriculture	Public	Vaucluse	1016 AVENUE JEAN BOUIN	84800 L'ISLE SUR LA SORGUE
CAP de Vaison la Romaine	Agriculture	Privé	Vaucluse	19 QUAI PASTEUR	84110 VAISON LA ROMAINE
LAP 'Saint Dominique' de Valréas	Agriculture	Privé	Vaucluse	RUE DES URSULINES	84601 VALREAS CEDEX
FC La Bastide des Jourdans	Agriculture	Privé	Vaucluse	PIE DE GACHE	84240 LA BASTIDE DES JOURDANS
EPLEFPA d'Avignon	Agriculture	Public	Vaucluse	3592 ROUTE DE MARSEILLE	84911 AVIGNON CEDEX 9
Antenne d'Orange du CFPPA Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	2260 ROUTE DU GRES	84100 ORANGE
OG du CAP de Vaison la Romaine	Agriculture	Privé	Vaucluse	19 QUAI PASTEUR	84110 VAISON LA ROMAINE
MFREO de Richerenches	Agriculture	Privé	Vaucluse	85 CHEMIN DES ABEILLERS	84600 RICHERENCHES
MFREO 'La Denoves' à Monteux	Agriculture	Privé	Vaucluse	LA DENOVE	84170 MONTEUX
LEGTA Avignon	Agriculture	Public	Vaucluse	3592 ROUTE DE MARSEILLE	84911 AVIGNON CEDEX 9
LPA Orange	Agriculture	Public	Vaucluse	2260 ROUTE DU GRES	84100 ORANGE
Site de Carpentras du CFPPA Carpentras	Agriculture	Public	Vaucluse	310 CHEMIN DE L'HERMITAGE	84200 CARPENTRAS
ISEMA	Sans objet	Privé	Vaucluse	40 RUE CLAUDE ADRIEN	84140 AVIGNON
A.O.R. du LAP 'Saint Dominique' de Valréas	Agriculture	Privé	Vaucluse	RUE DES URSULINES	84601 VALREAS CEDEX

MFREO de La Tour d'Aigues	Agriculture	Privé	Vaucluse	QUARTIER LA FERRAGE	84240 LA TOUR D AIGUES
MFREO du Haut Vaucluse	Agriculture	Privé	Vaucluse	1 ROUTE DE MONTSOLEIL	84500 BOLLENE
FC du CAP Vaison la Romaine	Agriculture	Privé	Vaucluse	19 QUAI PASTEUR	84110 VAISON LA ROMAINE
LEAP UNREP Bourgogne à St Denis les Sens	Agriculture	Privé	Yonne	2 RUE HENRI CAVALLIER	89100 ST DENIS LES SENS
LEGTA Valdoie	Agriculture	Public	Territoire de Belfort	95 RUE DE TURENNE	90300 VALDOIE
Exploitation horticole de Valdoie	Agriculture	Public	Territoire de Belfort	95 RUE DE TURENNE	90300 VALDOIE
EPLEFPA de Valdoie	Agriculture	Public	Territoire de Belfort	95 RUE DE TURENNE	90300 VALDOIE
CFA du Territoire de Belfort	Agriculture	Public	Territoire de Belfort	95 RUE DE TURENNE	90300 VALDOIE
CFPPA Valdoie	Agriculture	Public	Territoire de Belfort	95 RUE DE TURENNE	90300 VALDOIE
LEGTA Sartène	Agriculture	Public	Corse-du-Sud	ROUTE DE LEVIE	20100 SARTENE
CFPPA Sartène	Agriculture	Public	Corse-du-Sud	ROUTE DE LEVIE	20100 SARTENE
EPLEFPA de Borgo	Agriculture	Public	Haute-Corse	650 ROUTE DE PORETTONNE	20290 BORGIO
Lycée maritime de Bastia	Dév. durable	Public	Haute-Corse	BATTERIE DES TURQUINES	20289 BASTIA CEDEX
CFA Borgo	Agriculture	Public	Haute-Corse	650 ROUTE DE PORETTONNE	20290 BORGIO
CFPPA Borgo	Agriculture	Public	Haute-Corse	650 ROUTE DE PORETTONNE	20290 BORGIO

7.2 ANNEXES 2 A 10 : A TELECHARGER SUR LE SITE D'ARBRISSEAU

- 2 Catalogue de protocoles biodiversité. LPO.
- 3 Rapport Co-conception à dire d'expert d'un système agroforestier fruitier. Rapport de stage d'Ewen MENGUY - CA26.
- 4 Brochure Site TAB-optimisation – CA26.
- 5 Brochure site TAB-Restriktion – CA26.
- 6 Brochures systèmes 1 à 11 - AGROOF.
- 7 Cahier des sites pilotes et de démonstration – AGROOF.
- 8 Guide de la co-conception et de suivi de projets - AGROOF.
- 9 Diaporama 1 : Bilan hydriques et azotés des systèmes agroforestiers
- 10 Diaporama 2 : Méthodologie de co-conception et de suivi de projets