APPEL A PROJET AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE

Innovation et Expérimentation en Agriculture

Projet STRALT

Comparaison de trois stratégies alternatives au désherbage chimique des jeunes plantations de poiriers et évaluation des impacts du paillage sur la gestion de l'eau

Station d'Expérimentation Arboricole La Pugère
CRIIAM Sud

Mots – clés : Alternatives au désherbage chimique - suppression du désherbage- paillage - alimentation hydrique

1. Contexte et évolution des objectifs du projet

L'objectif initial du projet STRALT, débuté en 2018, était d'évaluer et de comparer l'intérêt de deux stratégies alternatives (paillage et désherbage à l'eau chaude) au désherbage chimique et mécanique des jeunes plantations de poiriers.
Les résultats insuffisants obtenus sur la technique du désherbage à l'eau chaude, consommation de fuel et d'eau élevée pour un résultat fugace et très nettement insuffisant, nous ont incité à ne pas expérimenter cette technique. Cette modalité a donc été remplacée par une comparaison entre trois types de paillage biodégradables.
Les impacts du paillage sur la gestion de l'eau mesurés par le CRIIAM Sud (Ex ARDEPI) ont été maintenus sur les paillages plastique et tissés initialement prévus et n'ont pas été étendus aux paillages de types Biodégradables.

2. But de l'essai

Dans ce projet, la mission de la station expérimentale La Pugère est de mesurer :
- l'impact du pilotage de l'irrigation géré par le CRIIAM Sud, du désherbage et du paillage plastique ou tissé sur la croissance et la mise à fruit du poirier.
- l'effet des paillages sur la fertilisation, la vie du sol (Biomasse et vers de terre) et sur le campagnol Provençal.
- l'efficacité et la durée de vie des différents types de paillages comparés.

3. Modalités étudiées

6 modalités comparées

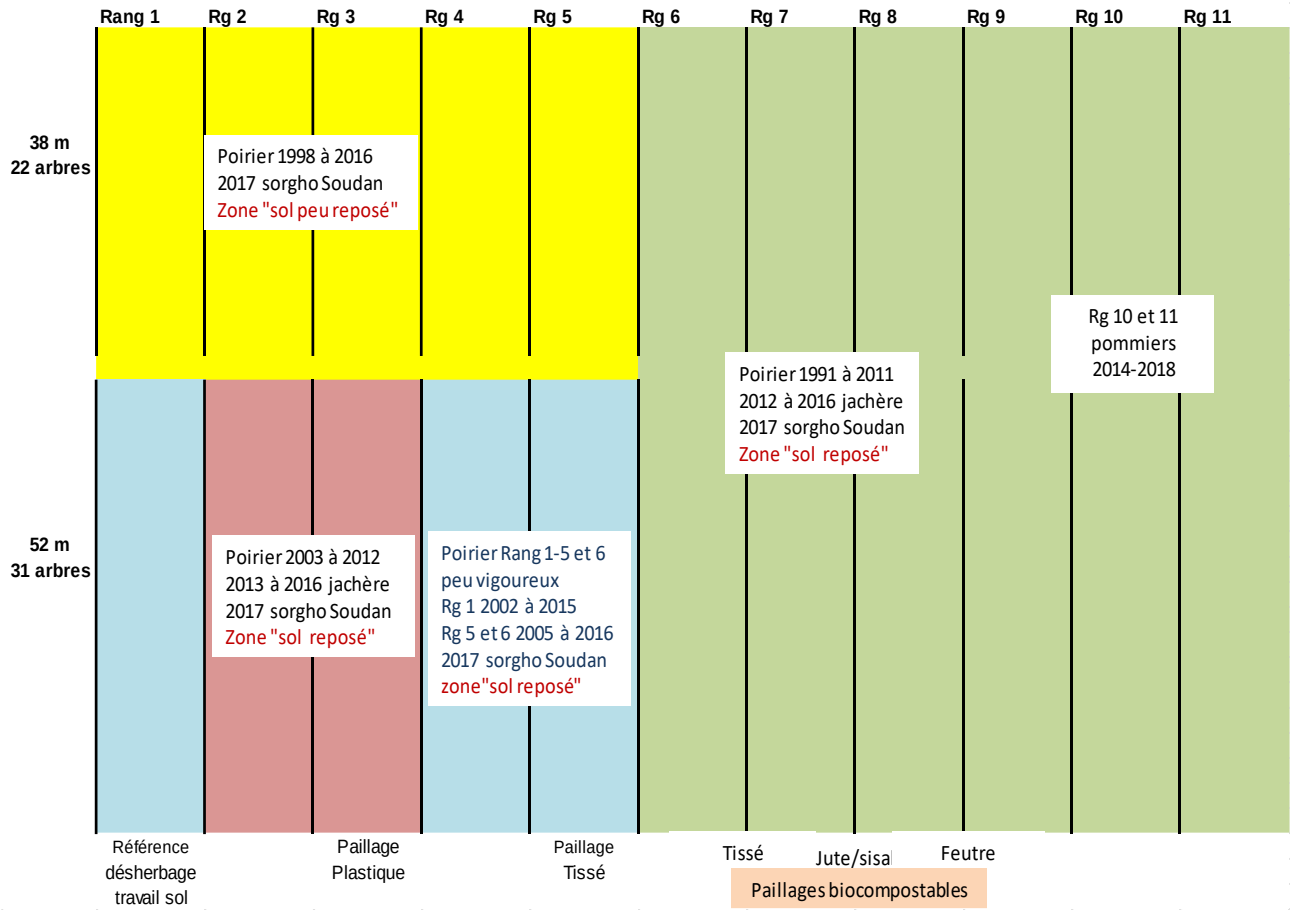
	Modalités
Référence	Désherbage chimique et travail du sol (référence)
Paillages non Biodégradables Distribué / Filpack	Film plastique microperforé 80 microns
	Toile de paillage Okolys ™ Polypropylène tissé noir 130 grammes/m²
Paillages Biodégradables Distribué / Filpack	Toile de paillage compostable tissé 110 grammes/m² (certifié OK compost).
	Feutre 150 grammes/m² Agromat pla ™
	70% Jute - 30% sisal 1200 grammes /m² Techmat bio ™

3.1. Lieu d'implantation et historique de la parcelle d'essai

L'essai, d'une surface totale de 2835 m², se situe sur le site de la Pugère à Mallemort. La parcelle où est implanté l'essai est composée de 3 zones avec des historiques différenciés.
La comparaison entre les trois modalités « désherbage/ travail du sol », « paillage plastique » et « paillage tissé » est une replantation réalisée sur deux zones avec des périodes de repos de sol différentes. La partie supérieure des six rangs (environ 40% de la surface) se situe sur une plantation de poirier sur des porte-greffes vigoureux âgés de 19 ans et arrachés en 2016. Cette zone est qualifiée de « sol peu reposé ».
La partie restante de ces six rangs est replantée sur des zones avec des arbres moins âgés (9 à 15 ans) et plantés sur des porte-greffes moins vigoureux. Ceux-ci ont été arrachés successivement en 2012 et 2015. Sur cette zone, la période de repos de sol est donc plus importante et varie entre 2 et 6 ans. En raison de la moindre vigueur des arbres, le niveau de fatigue de sol est moins important. Enfin, les 3 derniers rangs où sont implantés les trois modalités de paillage bio-compostables sont plantés sur un précédent de culture de poirier arraché en 2012.
L'ensemble de cette aire est caractérisé comme zone de « sol reposé » (Colorations bleu rose et verte sur le plan ci-dessous).

Afin d'avoir une bonne implantation et une homogénéisation de la croissance des arbres de l'essai STRALT sur ces différents historiques culturaux, un sorgho du Soudan a été semé en 2017. Le potentiel important des racines de cette céréale pour fractionner et aérer le sol, et le gros apport de matière organique occasionné par les différents fauchages ont eu pour objectif de limiter l'effet « fatigue de sol » et de favoriser une croissance plus homogène des arbres plantés en 2018.
Malgré ce semis, on observe des différences très marquées sur la croissance des arbres. La partie plantée sur la zone de « sol peu reposé » (1 an coloration jaune) est beaucoup moins poussante que celles des deux zones plus reposées. Cet élément sera donc considéré, l'analyse et la présentation des résultats seront réalisés sur l'ensemble des modalités et spécifiquement pour chaque zone.

Plan de l'essai et historique de plantation et zones de sol reposées et peu reposées



3.2 Matériel végétal

Variété : Qtee®, nouvelle variété en cours de développement à l'échelon National, Européen et Mondial.
Porte-greffe : cognassier Ba29 avec intermédiaire Beurré Hardy
Année de 1ère feuille : 29 et 30 mars 2018
Forme fruitière : palmette 2 ou 4 axes en fonction de la vigueur des arbres.
Distance de plantation : 3.5 m x 1.7 m (1681 arbres /hectare)
Mode d'irrigation : Goutte à goutte Nétafim suspendu sur la modalité de référence chimique / travail du sol et sous les différents types de paillage comparés. Goutteurs intégrés tous les 50 cm avec un débit de1.6 litre/ heure autorégulant.
NB : les arbres fournis sont issus du même pépiniériste mais ont deux modes de formation différents. Les rangs 1 à 7 sont plantés avec des scions simple axe et les rangs 8 et 9, correspondants aux modalités paillage jutes/ sisal et feutre, sont plantés avec des scions double axes préformés en pépinière et des scions non rabattus à la plantation. Par conséquent, la croissance de ces arbres ne pourra pas être comparée statistiquement à celle des autres modalités.

3.3. Dispositif expérimental

1 à 2 rangs de 90 m par modalité

	Modalités	Surface m²
Référence	Désherbage chimique et travail du sol (référence)	630 (2 rangs)
Paillages non biodégradables	Film plastique microperforé 80 microns	630 (2 rangs)
	Toile de paillage Polypropylène tissé noir 130grammes/m²	630 (2 rangs)
Paillages compostables biodégradables	Toile de paillage compostable tissé 110 grammes/m²	315 (1 rang)
	Feutre 150 grammes/m²	315 (1 rang)
	70% Jute -30% sisal 1200 grammes /m²	315 (1 rang)
Témoin non désherbé	/	60 (10 arbres)

Afin de déterminer la pression et la nature de la flore présente, une portion non désherbée de 9 mètres (2 x 5 arbres) est présente sur les deux modalités de paillage non biodégradables. Les adventices sont supprimés une fois par an afin d'éviter une concurrence trop importante sur le développement des arbres.

3.4 Observations et protocoles

Impact des stratégies sur la croissance et la mise à fruit
Les observations sur la croissance végétative sont caractérisées par la mesure de la circonférence des troncs à une hauteur de 15 cm au-dessus du point de greffe. Cette mesure réalisée à la plantation et à chaque fin d'année permet d'analyser la croissance de l'arbre et est exprimée en millimètre. Elle est réalisée sur la totalité des arbres de chaque modalité.
Une mesure complémentaire de la longueur de pousse annuelle est réalisée durant 2 ans sur un échantillon total de 12 arbres avec un linéaire de croissance représentatif de chaque modalité. Six arbres sont sélectionnés sur chaque zone de sol « reposé et peu reposé ».
En troisième feuille, première année de mise à fruit, la récolte et le calibrage sont réalisés spécifiquement sur chaque modalité et sur chaque zone « reposée et non reposée ». La cueillette est réalisée en un seul passage le 16 juillet 2020. Les poires récoltées sont pesées, calibrées et dénombrées avec une calibreuse électronique GREEFA.

Analyses statistiques
Les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Statbox Pro (Grimmer soft)
Les mesures de circonférences de troncs et les grossissements annuels sont analysés dans un dispositif en randomisation totale à 1 facteur puis à 2 facteurs. Ces analyses sont effectuées sur un échantillon de 21 arbres de vigueur équivalente sélectionnés sur les deux zones de sol (soit un effectif total de 42 arbres par modalité).
Ces variables sont soumises à une analyse de variance (ANOVA) avec un risque de première espèce $\alpha = 0.05$ et à un test Newman & Keuls permettant de réaliser un classement des modalités.
Si les données ne suivent pas une Loi Normale, un test non paramétrique pour données non liées de KrusKal - Wallis est réalisé à la place de l'ANOVA.
L'analyse à deux facteurs permet d'analyser précisément l'effet de la période de repos du sol avant la replantation (facteur 1) et l'effet du désherbage et du travail du sol par rapport aux deux types de paillage (facteur 2). Lorsque ces données ne suivent pas une loi normale, un test de Mann Whitney est réalisé pour analyser les différences sur le facteur 1 et un test de Kruskal Wallis est effectué sur le facteur 2.

Le témoin non désherbé est situé uniquement sur la zone de sol plus reposé. L'intégration et l'analyse des résultats de cette modalité nécessitent de réaliser une analyse statistique à un facteur sur un échantillonnage de 10 arbres par modalité.

Evaluation de l'efficacité des stratégies sur la maîtrise de l'enherbement
- Evaluation sur les portions non désherbées et sur l'ensemble de la modalité désherbée/travail du sol de la surface de sol couverte par les adventices, estimation du pourcentage global de couverture du sol.
Caractérisation des principales adventices présentes et attribution d'une note de recouvrement sur une échelle de 0 à 5. Ces notations sont réalisées en cours et en fin de campagne en fonction de la levée des adventices, elles permettent de caractériser l'efficacité globale de chaque technique.

Comparaison technico-économique des stratégies
Ces comparaisons prennent en compte l'aménagement spécifique mis en place pour le travail du sol, le coût des intrants utilisés (paillage et désherbants) et de la main d'œuvre nécessaire à la mise en place des paillages et à la gestion des différentes stratégies (temps et coûts de désherbage) sur les trois années d'observations.

Mesures de l'impact du paillage sur la température, l'irrigation et la minéralisation de l'azote
Ces mesures et leurs valorisations sont réalisées par notre partenaire CRIIAM Sud et font l'objet du dépôt d'un dossier de demande de soutien spécifique auprès de l'Agence de l'Eau.
En 2019, des mesures complémentaires ont été réalisées par la Pugère sur la référence et les modalités plastique et tissé noir pour mesurer l'impact éventuel de ces paillages sur la minéralisation de l'azote.
Protocole de prélèvement et d'analyse

- 16 prélèvements de terre sont effectués sur chaque modalité avec une tarière sur une profondeur de 30 cm, sur le sol travaillé ou sous les paillages. Cette terre est tamisée et mélangée. Un échantillon de 100 grammes est pesé sur chaque modalité puis placé à l'étuve à 105°C durant toute une nuit et de nouveau pesé le lendemain. L'humidité relative du sol est calculée en pourcentage de l'échantillon de terre.
- Par la suite, l'échantillon de terre est complété à 100 grammes avec de l'eau distillée puis diluée dans 100 grammes d'eau distillée. Après 15 minutes d'agitation du mélange avec un barreau aimanté, le mélange est filtré jusqu'à l'obtention d'un filtrat de 5 ml. L'analyse de la quantité de nitrate est alors faite avec un kit de bandelettes et de réactif et un réflectomètre Nitratchek®.
- La détermination du taux d'ammonium est réalisée à partir d'un échantillon de 20 grammes de terre diluée dans 100 g d'eau distillée suivant la même procédure.

Analyse de la biomasse microbienne et minéralisation du carbone
L'objectif est de vérifier l'impact éventuel du paillage plastique ou tissé sur l'activité microbienne et sur la minéralisation du carbone.
Un échantillonnage de 15 prélèvements de terre par modalité est réalisé avec une tarière sur un horizon de 0 à 30 cm de profondeur. Après avoir mélangé la terre, un échantillon de 2 Kg de terre est prélevé sur chaque rang. Les analyses sont réalisées par le laboratoire Auréa Agroscience.

Observations du développement des systèmes racinaires
En fin de troisième feuille, le Vendredi 20 novembre 2020, des profils de sol sont réalisés sur la référence, le témoin non désherbé et les paillages plastiques et tissés. Les observations sur ces six profils sont réalisées par Mr Jean Claude Lacassin (pédologue de la Société du Canal de Provence - SCP) avec la participation des différentes structures partenaires de la station la Pugère. Isabelle Boyer et Nicolas Savajols (CRIIAM SUD), Pascal Borioli (GRCETA Basse Durance), Etienne Colliot et Bernard Florens (La Pugère).
L'objectif de ce travail est d'évaluer les effets sur le sol et sur le développement du système racinaire, des modalités travail du sol, paillage et témoin non désherbé.
Afin d'évaluer l'effet potentiel de la fatigue du sol sur la croissance racinaire, des profils de sol sont réalisés sur les zones de « sol reposée et peu reposée » sur la référence et paillage plastique.
Sur les modalités paillage tissé et témoin non désherbé, les profils sont réalisés sur une zone de « sol reposé ».
Les profils sont réalisés avec une mini pelle avec un godet de 50 cm. Les tranchées sont creusées parallèlement au paillage et sur le rang entre deux arbres à une distance de 60 cm et de 40 cm du tronc de l'arbre repéré.
Les notations sont réalisées sur :

- la texture, la porosité et les zones de compactage du sol
- le développement des systèmes racinaires de chaque modalité (notes de 0 à 3).
- la présence des vers de terre et des campagnols

Observation des populations Campagnol Provençal
Dénombrement du nombre total de tumulus en précisant :

- la localisation sur le rang de plantation large d'environ 1.5 m, en bordure de paillage (activité sous le paillage non visible) ou sur l'inter rang.
- son état d'activité (terre fraiche = tumulus actif, terre sèche tumulus ancien plus utilisé par le campagnol).

Ces comptages sont réalisés sur la totalité de la parcelle et sur chaque modalité aux dates du 22 juin, 14 octobre 2020 et du 12 janvier 2021.
Les surfaces observées sont de 634 m² pour les modalités travail du sol, paillage plastique et tissé
315 m² pour les trois paillages biocompostables
60 m² pour le témoin non désherbé

4. Résultats

4.1 Implantation des paillages et coût des différentes modalités comparées

	Non biodégradables		Biodégradables		
Paillages	**Film plastique microperforé**	**Polypropylène tissé noir**	**tissé**	**Feutre**	**70% Jute 30% sisal**
Epaisseur Grammage (m²)	80 microns	130	110	150	1200
Largeur (m) Longueur rouleau Surface couverte / Ha	1,25 517 3571	1,38 100 3943	1,38 100 3943	1 100 2857	1,1 25 3143
Prix m²	0,26	0,5	1,5	1	1,1
Temps de Pose heures/ Ha	100	156	196	169	250
Coût /ha (4m /3,5 m)	**2350€**	**4400 €**	8900€	5450€	7000€
Durabilité annoncée	/	**10 ans**	+ de 5 ans	36 mois	/

Cette opération d'installation nécessite une équipe de trois personnes, 2 salariés qui déroulent et positionnent le paillage et un salarié qui le cale au fur et à mesure avec des petits tas de terre avant qu'il ne soit butté définitivement. Toutes les modalités sont plantées sur un terrain légèrement profilé. Cette petite butte permet une meilleure tension du paillage et limite les accumulations de terre et de matière organique sur la toile ou le plastique. Avant la pause, une raie est ouverte de chaque côté du rang planté, de manière à pouvoir enfouir la bordure du paillage. Lorsque tous les rangs sont positionnés, toutes les raies sont butées, puis un passage de tracteur est réalisé sur les lisières du paillage de manière à tasser le sol et à finir de mettre le paillage en tension.
Les temps de pose ont été calculés en fonction de la technique utilisée et de la caractéristique du paillage posé.
Ils intègrent le temps passé par les trois salariés et le tractoriste. Les coûts calculés pour chaque modalité englobent le prix du paillage et le coût horaire de la main d'œuvre en fonction de son niveau de qualification (salarié 12.24 €/heure et tractoriste 17 €/heure).
La pose du paillage plastique a été réalisée à la date du 19 avril. En raison d'un retard de livraison, les autres types de paillage ont été installés à la mi-mai. Ces écarts de dates ont induit deux techniques de pose différentes.
Les rouleaux de paillage plastique microperforés ont été déroulés au-dessus des scions rabattus, une incision a été réalisée dans le plastique au-dessus de chaque arbre pour pouvoir positionner le paillage à la base du scion. Le temps de pose sur cette modalité est estimé à 100 heures/hectare
Sur les autres modalités, la livraison tardive des paillages tissés en polypropylène ou biodégradable a nécessité une technique de pose différente et nettement plus chronophage. Les nouvelles pousses émises sur les arbres n'ont pas permis de poser le paillage par le dessus des arbres en raison d'un risque de casse trop important. Les rouleaux de paillage ont donc été déroulés parallèlement à la plantation et une incision a dû être réalisée en face de chaque scion de manière à pouvoir venir tirer et positionner le paillage au pied des arbres. Cette deuxième méthode de pose engendre des temps de travaux très nettement supérieurs.

Carré d'étanchéité au pied des arbres

Les temps sur les modalités paillage plastique et tissé sont enregistrés sur 2 et 3 rangs et sont donc un peu plus fiables que ceux des modalités paillages biodégradables (1 rang par modalité). Les valeurs affichées dans le tableau doivent donc être considérées avec prudence car elles donnent une valeur indicative du coût par hectare.
Les temps d'installation varient en fonction de la nature du paillage posé, ainsi les deux modalités tissées et le feutre nécessitent les temps de pose les moins importants (156 à 196 h/Ha). Afin de garantir une bonne étanchéité au niveau du tronc, un carré de paillage refendu au milieu est positionné avec deux agrafes au pied de chaque scion. Cette opération n'a pas été réalisée sur les modalités jute et plastique.

La moindre longueur (25 m) et l'épaisseur importante des rouleaux de jute et de sisal augmentent les manipulations et la pénibilité du travail. Ces caractéristiques sont à l'origine du supplément de temps investi à l'installation de cette modalité (+60% par rapport au paillage tissé noir).
Les modalités paillage plastique et tissé sont les plus économiques à l'achat et à la pose.
Le paillage tissé biodégradable est pénalisé par un coût d'achat élevé, toutefois en fonction de sa durée de vie, cette modalité pourrait s'avérer intéressante. Le paillage en Jute sisal est difficile à installer et nécessite un temps de pose trop important.
La référence désherbée et travail du sol a nécessité un aménagement spécifique. Afin de permettre le passage des outils de travail du sol, le goutte à goutte a été positionné sur un fil de fer à 70 cm de haut. Un tuteur en bambou a été positionné au pied de chaque arbre et a été clippé au fil de fer. Cet aménagement représente environ 28 heures de travail par hectare avec un investissement spécifique sur des bambous et des stamfix. Le coût de cette intervention est estimé à environ 700 euros.

Pose d'un tuteur par arbre

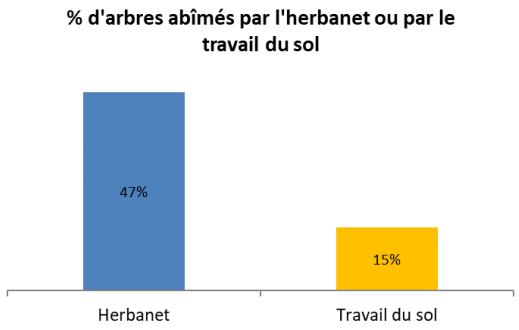
4.2 Gestion des adventices sur les trois années de suivi

années	dates	Matériel utilisé	Heures/Ha		Spécialités désherbage chimique	Observations
			Travail du sol	Paillage		
2018	18/4	désherbeur	1	1	Sélectrum 5l /Ha	Non appliqué /paillage plastique
	5/7	Herse rotative	15	/		2 passages / rang
	21/8	Herse rotative	9.5	/		2 passages / rang
2019	12/02	Herbanet	2	/		
	8/4	Disques	5	/		
	3/5	Herbanet	4.5	/		
	25/6	Herse rotative	8.5	/		2 passages / rang
	11/7	Binage manuel Cultivion	33	/		Destruction des herbes non détruite / travail du sol
2020	14/4	Herse rotative	12.5	/		2 passages / rang
	12/5	désherbeur	/	1	Glyphozate 6l/Ha Xanadon 6l/Ha Chardol .6l/ha LI700 0.3%	Désherbage de la bordure des paillages avec un seul jet 17% de la surface désherbée
	10/6	Herse rotative	12.5	/		2 passages / rang

En 2018, la livraison tardive des paillages a nécessité l'application d'un sélectrum sur les modalités paillages tissés et biocompostables. A l'origine, cet antigerminatif était programmé sur la référence travail du sol. Cette application a permis de retarder les levées d'adventices avant la pose des paillages et de différer le premier travail du sol au début du mois de juillet. Un second passage est réalisé le 21 août.
L'outil principalement utilisé pour le désherbage mécanique est un porte outil Chabas équipé soit de disque de 50 cm de longueur ou d'une herse rotative d'un diamètre de 40 cm. Les disques ont été utilisés une seule fois en début de campagne 2019. La herse est majoritairement utilisée en saison. Afin d'avoir une largeur de désherbage d'environ 1.20 mètre, le désherbage mécanique nécessite 2 passages par face de rang : un premier passage en intercep et un deuxième passage en jointure de la première zone travaillée. Les variations enregistrées sur les temps de travaux sur

les trois années sont liées soit à l'âge des arbres (15 heures / hectare sur la première intervention), soit au salissement du sol (13 heures / hectare sur les deux interventions de 2020).

En 2019, une autre stratégie de désherbage a été testée dans le but de réduire les temps d'intervention. Un passage d'Herbanet® a été effectué en sortie d'hiver, puis un travail du sol avec des disques. La troisième intervention a de nouveau été effectuée avec l'Herbanet® à la date du 3 mai. L'avantage de cet outil est lié au fait qu'il est capable de rattraper des situations de salissement trop importante en détruisant des adventices hautes et très développées (amarante sorgho d'Alep ou chénopode…). Le passage de ces lanières rotatives lisse la surface du sol et abime le tronc des arbres ou le départ des charpentières. Toutefois, ces dégâts ont un impact limité sur la croissance des arbres.



A terme cet outil favorise le développement du chiendent qui n'est que partiellement détruit. Pour ces raisons, le troisième passage a été de nouveau réalisé avec une herse rotative. Afin de détruire le chiendent et les autres adventices qui se développaient au pied des arbres sur les zones non atteintes par la herse, un binage supplémentaire est réalisé avec une bineuse électrique (Cultivion société Pellenc). Au final, le temps passé pour le désherbage en 2019 est deux fois plus important que celui de l'année précédente (53 heures par hectare contre 26 heures en 2018)

Laiterons non maitrisés par le travail du sol

En 2020, les arbres sont bien développés et sont potentiellement moins concurrencés par les adventices. La stratégie de désherbage a été réalisée avec un passage d'Herbanet® et deux travaux du sol avec la herse rotative, le 12 mai et le 10 juin. Le salissement important du sol nécessite un temps de travail élevé, 13 heures / Hectare et par intervention.

Sur les trois années, le temps moyen de passage de la herse rotative est de 10 heures / hectare.

Sur les modalités paillées, la bordure du paillage est colonisée par des adventices à fort développement (chénopode, amarantes, érigeron du Canada) ou rampantes qui se développent sur le paillage au pied des arbres (chiendent, renouée des oiseaux, liseron). Sur cette zone, la tondeuse est passée à une hauteur plus importante pour ne pas abimer les paillages et a donc une efficacité partielle. Cette bande est plus difficile à entretenir, les adventices rampantes ne sont pas détruites et les adventices à fort développement sont détruites partiellement ou couchées par le sabot de la tondeuse sur le paillage. En troisième feuille, on observe une colonisation importante de ces adventices, avec notamment le développement de semis de peuplier. Pour maintenir l'évolution de cette flore, il a donc été nécessaire de réaliser un désherbage. Celui-ci a été concentré sur la bordure et sur une largeur de 30 cm, soit seulement 17% de la surface désherbée. L'impact environnemental de cette intervention est donc très limité.

A terme, sur le paillage tissé qui est plus résistant, on pourra envisager l'idée d'un brossage mécanique pour limiter l'accumulation de matière organique et le développement des adventices sur cette bande (un test a été réalisé avec l'herbanet® qui s'est avéré trop agressif sur la toile tissée). Sur les autres types de paillage, plus fragiles, le désherbant restera la seule solution.

4.3 Temps et coût des interventions réalisées sur les trois années d'essai

Pour réaliser cette étude, les coûts horaires de main d'œuvre considérés sont de 17€/ heure* pour le tractoriste et de 12.24€/ heure pour le désherbage mécanique.

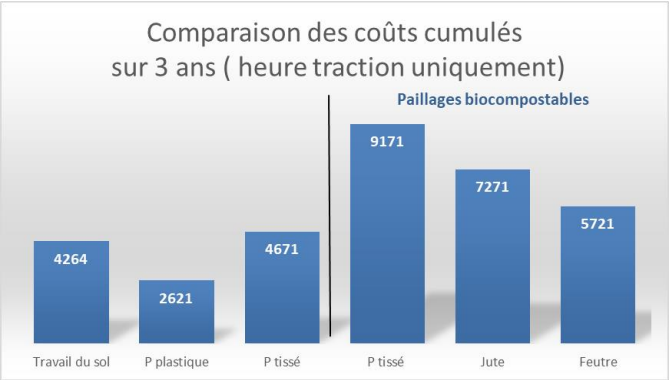
Le coût de traction (70 Cv 4 roues motrices et 40% de charges), de la cuve et de la rampe à désherber sur 2 cotés est estimé à 25.9 €/heure*.

Le coût de traction (80Cv cabine 4 roues motrices et 40% de charges) et du porte outil Chabas est estimé à 49.8 €/heure* (*Chiffres BCMA 2018 (pour un verger de 20ha)

Les temps de travaux du sol enregistrés sur la parcelle sont calculés sur une petite surface et sont surestimés. L'étude économique est donc réalisée à partir de temps de travaux enregistrés et vérifiés sur plusieurs exploitations (données Pugère et GRCETA). La fourchette de temps varie entre 10 et 15 heures par hectare et par an.

En raison du jeune âge des arbres qui nécessite un entretien plus important, le temps choisi pour réaliser cette étude est de 15 heures / ha et par an.

	Nature Intervention	Nb passage	Heure/ an / parcelle	Heure/ ha / an / exploitations	Coût main d'œuvre traction	Coût intrants
2018	Adaptation travail sol Chimique / mécanique	1 3	28 26	28 16	343 1045	357 116
2019	Mécanique	4	20	15	1002	/
	Manuelle	1	33	33	399	/
2020	Mécanique	2	25	15	1002	/
Coût total sur 3 ans					4264	



Sur les trois années d'observations, le coût total des différentes interventions réalisées sur la modalité travail du sol (adaptation des arbres et de l'irrigation pour le passage des outils, intrants et temps de travaux) est quasi équivalent à celui du paillage tissé et est deux fois supérieur à celui du paillage plastique. Sur cette modalité, le sol a été colonisé plusieurs fois par une flore abondante qui a pu concurrencer la croissance des arbres. Les modalités paillées évitent ce phénomène et constituent un confort de travail très important sur les trois années d'observations.
Le paillage est donc une technique intéressante qui est rentabilisée assez rapidement par rapport à la référence travail du sol. Les paillages biodégradables ont un coût nettement plus élevé. Toutefois, en fonction de leur durée de vie, ces matériaux pourraient avoir un intérêt économique. De plus, ils ont un atout environnemental important, car Ils permettent d'éliminer la problématique du recyclage qui se pose avec le paillage plastique et tissé.

4.4 Fertilisation et vie microbienne

Calendrier des fertilisations

	Date	Type engrais	Dose Kg/Ha	Unités / hectare		
				Azote	Phosphore	Potasse
2018	7/4	Phosphate ammoniaque	180	33	83	0
	17/5	Phosphate ammoniaque	150	27	69	0
			Total 2018	60	152	0
2019	22/3	Sulfate d'ammoniaque	150	32	0	0
	31/4	Vinasse de betterave	1000	30	10	90
	18/6	Ammonitrate	150	50	0	0
			Total 2019	112	10	90
2020	18/3	Sulfate d'ammoniaque	180	38		
	23/4	Vinasse de betterave	1000	30	10	90
			Total 2020	68	10	90

En 2018, les deux fumures ont été réalisées manuellement sur la totalité de la parcelle, en localisant le phosphate d'ammoniaque au pied des arbres pour favoriser une bonne absorption et implantation racinaire. En raison de la date de plantation tardive, seulement deux apports ont été réalisés sur la première feuille, soit une fumure totale de 60 unités d'azote et de 152 unités de phosphore. En seconde feuille, afin d'établir rapidement la structure des arbres, la quantité d'azote apportée a été deux fois plus importante et la quantité de phosphore a été diminuée. Afin de limiter les pertes d'azote par lessivage, les apports ont été fractionnés sur trois dates.
En 2020, en raison de la croissance de Qtee® et de l'entrée en production, la dose d'azote est diminuée de moitié.
En 2018, le premier apport a été réalisé avant la pose des paillages et le second en localisation au pied des arbres sur les différents types de paillage et sur le sol travaillé. Sur les années 2019 et 2020, la fumure a été réalisée sur les rangs

travaillés ou paillés, avec un épandeur d'engrais ou une cuve pour la vinasse de betterave, ces apports ont également tous été localisés sur le rang de plantation.

4.5 Suivi des teneurs en azote en 2019 (Test Nitratchek®)

Afin de vérifier que le paillage ne perturbe pas les apports de fertilisation et le positionnement de l'azote dans le sol, nous avons mesuré la quantité d'azote présente sur le rang sur la zone travaillée et sous les paillages plastiques microperforés et tissés en polypropylène. Ces mesures ont été réalisées en 2019, avec la méthode des tests Nitratchek®.
Les deux principales formes d'azote ont été dosées : le nitrate NO3- et l'ammonium NH4+.
L'ammonium retenu par le complexe argilo-humique est plus stable dans le sol, il se transforme en Nitrate grâce aux bactéries nitrifiantes. Cette forme d'azote est assimilée par les plantes, mais est soumise à la lixifiviation ou à des phénomènes de volatilisation ammoniacale en conditions anaérobie (sol compacté).

Résultats

Dates	Modalités	Teneur en eau en %	Q N-NH4 kg N /ha	Q N-NO3 kg N /ha	Q N-TOTAL kg N /ha
08/03/2019	Travail du sol	15,6	2,8	56,9	59,7
	Paillage plastique	20,3	55,2	38,2	93,3
	Paillage tissé	31,1	14,4	24,2	38,6
	Paillage jute/sisal	17,4	14,1	4,6	18,7
22/03/2019	Travail du sol	21,5	32,3	15,5	47,8
	Paillage plastique	23,0	56,6	58,4	115,0
	Paillage tissé	20,3	24,7	192,7	217,3
	Paillage jute/sisal	17,8	14,2	5,5	19,7
30/10/2019	Travail du sol	20,3	98,7	175,5	274,2
	Paillage plastique	20,5	101,8	72,6	174,4
	Paillage tissé	19,3	100,6	211,5	312,2
	Paillage jute/sisal	19,6	100,9	168,0	269,0

Les quantités de nitrate et d'ammonium en kg/ha sont calculées à partir des résultats des tests Nitrate et Ammonium obtenus en ml/ha. Le domaine de mesure du test est compris entre 5 et 225 ml/l pour le Nitrate et entre 0,2 et 7 ml/l pour l'ammonium. Les résultats inférieurs (surlignés en bleu) ou supérieurs (surlignés en orange) sont calculés à partir des bornes minimales et maximales de dosage de chaque élément, ils correspondent donc à une estimation de la quantité par hectare.
Les deux dates d'analyse du 8 et du 22 mars ont été réalisées avant la première fertilisation. Sur ces deux analyses, les niveaux azotés sont faibles sur la modalité jute/sisal, moyens sur le sol travaillé et moyens à élevés sur les paillages plastiques et tissés. Sur ces deux modalités, au 22 mars, le taux d'azote nitrique (No3-) est plus élevé que celui des modalités travail du sol et jute/sisal. Cette différence de concentration pourrait être liée à une nitrification plus précoce. Les mêmes tendances sont observées sur les mesures réalisées sur la salinité par CRIIAM Sud.
Les écarts importants sur les taux d'azote ammoniacal observés au 8 mars deviennent plus équilibrés à la date du 22 mars. A la date du 30 octobre, soit plus de 4 mois après le dernier apport, la forme ammoniacale est élevée et équilibrée sur l'ensemble des modalités. L'azote nitrique très élevé sur le sol travaillé ou paillé avec de la toile tissée ou du jute, pourrait être due à un phénomène de nitrification souvent observé en période automnale (période chaude et humide) ; ce phénomène est beaucoup moins marqué sur paillage plastique.

Moyenne annuelle calculée sur les trois dates de prélèvements

	Teneur en eau en % (=Hs/PS)	Q N-NH4 kg N /ha par horizon	Q N-NO3 kg N /ha par horizon	Q N-TOTAL kg N /ha par horizon
Travail du sol	19,2	44,6	82,6	127,2
Paillage plastique	21,3	71,2	56,4	127,6
Paillage tissée	23,6	46,6	142,8	189,4
Paillage de jute/sisal	18,3	43,1	59,4	102,4

Les échantillons de sol prélevés sous les trois modalités paillées ont une quantité d'azote élevée et semblable ou supérieure à celle du « travail du sol ». Les paillages plastique, tissés et jute ne semblent donc pas perturber la dilution et la diffusion de l'azote dans le sol. Ces résultats d'analyses sont tout à fait corrélés à la croissance homogène des arbres mesurée sur les différentes modalités.

4.6 Analyse de la biomasse microbienne et minéralisation du carbone

L'objectif de ces analyses, réalisées par Auréa Agroscience, est de vérifier l'impact éventuel du paillage plastique ou tissé sur l'activité microbienne et sur la minéralisation du carbone. Bien que poreux, ces deux types de paillage constituent un écran avec la partie aérienne qui pourrait avoir un impact sur le fonctionnement du sol. Les conditions d'humidité et de température plus favorables et plus constantes sous les paillages (références mesures CRIIAM Sud) pourraient avoir un effet sur la biomasse et sur les niveaux de minéralisation du carbone.

Résultats moyens obtenus sur les 2 rangs observés sur chaque modalité

	Travail sol	Paillage plastique	Paillage tissé
Matière Organique (en % du sol sec)	2,60	2,03	1,97
Carbone organique en % du sol sec	1,51	1,18	1,15
Biomasse microbienne (en % du carbone organique)	2,70	2,36	2,46
Potentiel annuel de minéralisation de la MO (en % du sol sec)	0,59	0,94	0,81
Perte annuelle en MO en kg/ ha/an	500	650	500
Capacité de rétention en eau en % de la MS	23,89	23,47	22,77

Le sol a une texture limono-argilo-sableuse et une capacité de rétention en eau très semblable et optimale. Le taux de matière organique et la biomasse microbienne sont moyens et également équivalents sur l'ensemble des modalités.
Les taux de minéralisation du carbone sont faibles (< au seuil de 1.3%) et identiques. Cette minéralisation occasionne une faible perte annuelle de matière organique :

- Très homogène pour les modalités travail du sol et toile tissée, estimée à 500 kg/ha/an
- Plus hétérogène sous le paillage plastique micro-perforé (entre 550 et 750 kg/ha/an en fonction du rang).

Toutefois, ces différences entre les modalités restent peu importantes et n'ont aucun impact significatif.
Nb : la perte annuelle de matière organique est calculée pour une profondeur de 25 cm (soit 3.200 tonnes de terre fine par hectare). Les quantités annuelles dégradées sont exprimées avec une fourchette de + ou – 200 Kg/Ha.
Cette faible minéralisation pourrait être liée :

- Soit au taux de carbonate élevé du sol qui peut bloquer la minéralisation.
- Soit à un phénomène de tassement de sol ou d'hydromorphie.

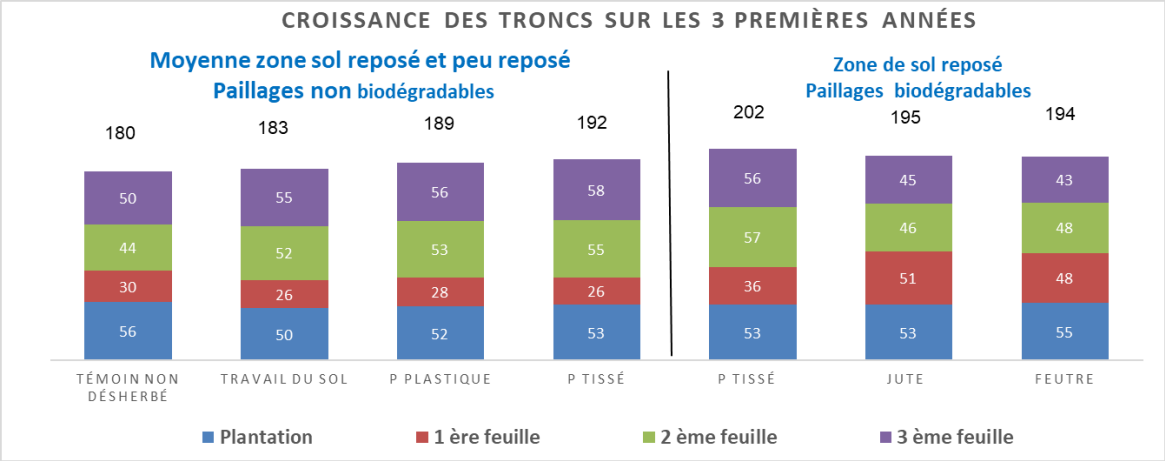
Ces analyses nous permettent d'affirmer que les deux types de paillages plastiques micro perforés et tissés n'ont aucun impact significatif sur l'activité et la biomasse microbienne ainsi que sur la minéralisation du carbone par rapport à la stratégie de référence travail du sol sur le rang.

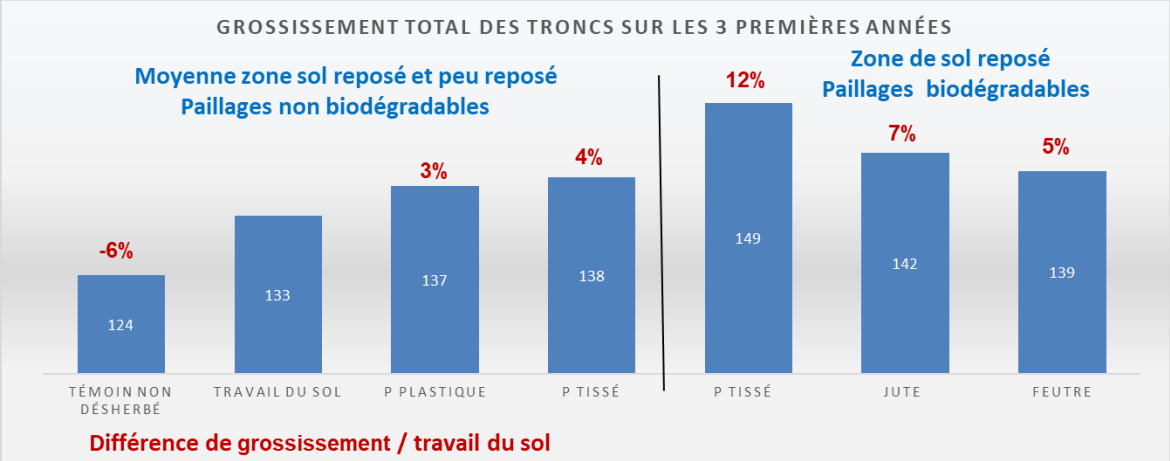
4.7. Impact des modalités sur la croissance

Nombre d'arbres observés sur chaque modalité et sur chaque zone		Zone sol peu reposée	Zone sol reposé	Nombre total arbres / modalité observés
Paillage non Biodégradable	Travail du sol	22	31	53
	Plastique	44	57	101
	Tissé	39	56	95
	Témoin non désherbé		10	10
Paillage Biocompostable	Tissé	/	53	53
	Jute	/	53	53
	Feutre	/	53	53

Nb : La modalité travail du sol se situe en bordure sud de la haie brise vent. Le premier rang subit une légère concurrence de la haie de thuya et a donc été exclu du dispositif. Le grossissement des troncs sur la référence est ainsi calculé sur un effectif deux fois moins important que celui des autres modalités.

Grossissement global observé sur l'ensemble des modalités deux zones de sol confondues





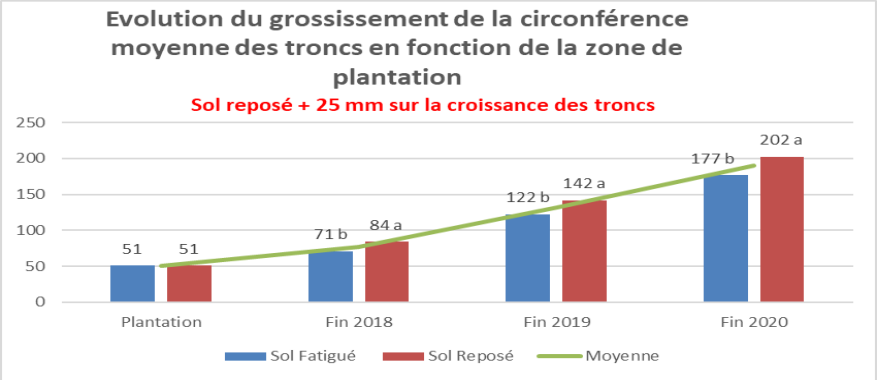
A la plantation, les 10 arbres sans paillage et non désherbés et les arbres plantés sur le rang paillé avec le feutre ont une circonférence de tronc légèrement plus importante (+ 3 à 6 mm par rapport à la référence sol travaillé). Toutefois, cette différence a peu d'impact, tous les scions plantés ont un volume et une vigueur comparable et homogène.
Afin de favoriser une bonne reprise de plantation et pour homogénéiser la croissance des arbres, les scions sont rabattus (coupés) à une hauteur de 50 cm.
Le grossissement des troncs sur la première feuille est globalement équivalent sur les quatre modalités.
La reprise de plantation et la croissance sur la première feuille du témoin non désherbé est équivalente à celle des autres modalités. Le labour réalisé avant la plantation complété par l'efficacité du sélectrum sur les levées d'annuelles a détruit la majorité des adventices et a donc fortement freiné leur installation. Sur la première feuille, on observe donc une concurrence limitée de la flore adventive.
En seconde et troisième feuille, les adventices se sont bien implantées au pied des arbres et exercent une concurrence qui pénalise modérément la croissance de Qtee® (-6% par rapport à la référence sol travaillé).

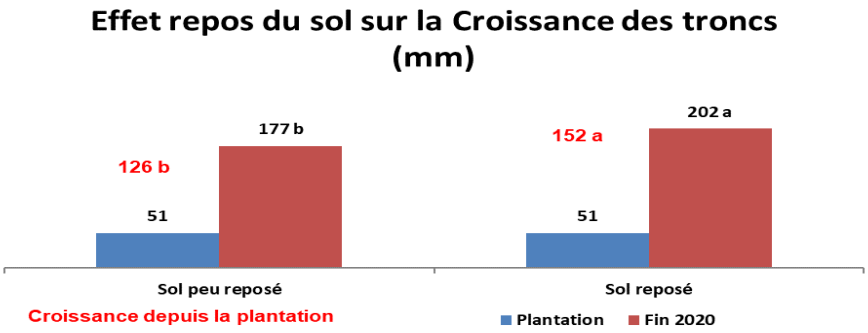
Modalités implantées sur les zones de « sols reposés »

Les trois modalités de paillage biodégradable, tissé, jute et feutre sont implantés sur une zone homogène avec un historique comparable et un précédent de culture de poirier arraché en 2012. Sur ces trois modalités, il n'y a donc aucun effet « fatigue de sol ». Cela se traduit par une croissance nettement plus importante sur la première feuille avec en moyenne 38 à 96 % de croissance supplémentaire par rapport à la référence travail du sol. Sur les deux années suivantes, cette différence s'estompe et la croissance des arbres de la modalité paillage tissé biodégradable devient équivalente à celle des modalités travail du sol, paillage plastique et tissé non biodégradable.
La dynamique de croissance sur la 2ème et 3ème feuille des modalités paillage jute et feutre est légèrement inférieure. Ces arbres en simple et double axe n'ont pas été rabattus à la plantation et ont donc une mise à fruit dès la seconde feuille. Cette fructification plus précoce se fait donc au détriment de la croissance végétative.

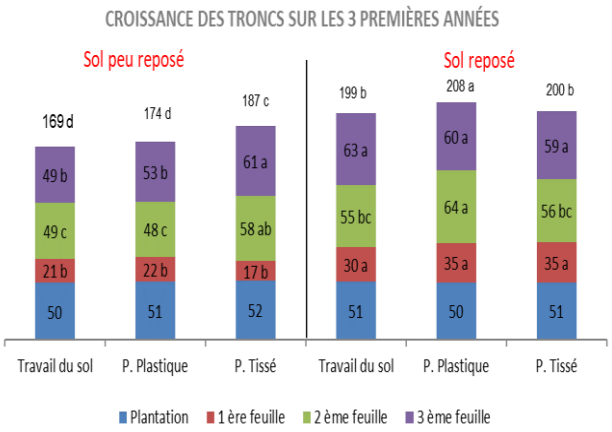
4.8 Analyse détaillée de l'impact des paillages et de la période de repos de sol

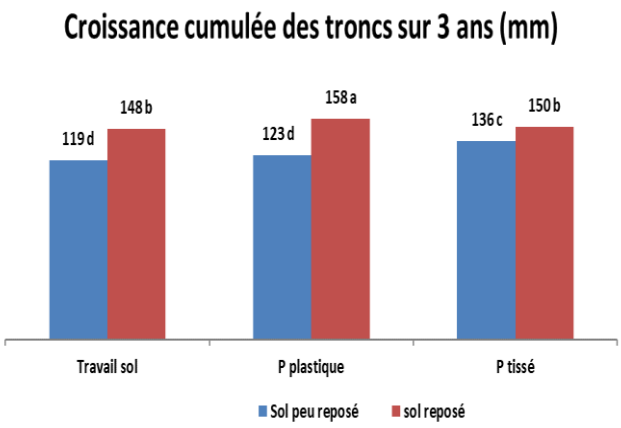
Afin d'analyser précisément les différences de croissance liées à l'effet du sol et/ou aux modalités étudiées, une analyse statistique sur le grossissement des troncs est réalisée sur un échantillon de 21 arbres de vigueur identique à la plantation, sélectionnés sur chaque zone de sol (soit un total de 42 arbres par modalité).
Ces arbres représentent un échantillonnage conséquent (environ 40 % sur les deux modalités paillées et 70 à 95% sur la modalité travail du sol) et sont tout à fait représentatifs de l'ensemble de la plantation.
Le témoin non désherbé est situé uniquement sur la zone de sol plus reposé. L'intégration de cette modalité nécessite de réaliser une analyse statistique sur un échantillonnage de 10 arbres par modalité.
Les résultats présentés par la suite correspondent à la moyenne des 21 ou 10 arbres sélectionnés et permettent d'analyser spécifiquement l'origine des différences observées (effet sol, paillage, travail du sol, témoin non désherbé) tout en validant statistiquement les différences observées.





A la plantation de l'essai, les arbres ont une circonférence de tronc tout à fait comparable. Par la suite, l'effet fatigue de sol pénalise significativement le grossissement des troncs des arbres implantés sur cette zone. Cet effet est visible dès la deuxième feuille et s'accentue; en fin de troisième feuille, on obtient une circonférence supplémentaire de + 25 mm, soit plus +21% de croissance par rapport à la zone de sol moins reposée.
L'analyse à 2 facteurs fait clairement ressortir un effet significatif du facteur repos du sol sur la croissance des arbres.

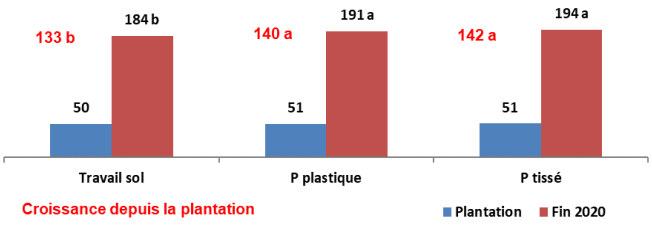




NB : Les chiffres suivis d'une lettre différente sont considérés comme significativement différents par l'analyse statistique. Une lettre commune entre deux modalités traduit une tendance. Cet effet n'est pas suffisamment marqué pour être reconnu comme significatif par l'analyse statistique.

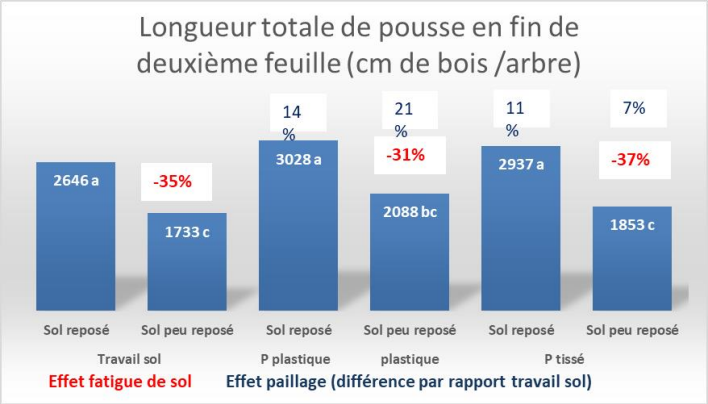
Les arbres échantillonnés ont tous une circonférence de tronc comparable. Dès la première feuille, la croissance est significativement pénalisée sur la zone de sol « peu reposé ». Cette différence perdure sur les deux modalités travail du sol et paillage plastique. En deuxième et troisième feuille, la croissance sur la modalité paillage tissé devient comparable à celle des arbres plantés sur la zone de « sol reposé ».
A contrario, les arbres plantés sur paillage plastique sur la partie de « sol plus reposé » ont une croissance sensiblement supérieure. Les différences de croissance observées entre les deux zones ne semblent donc pas liées à l'effet du paillage.

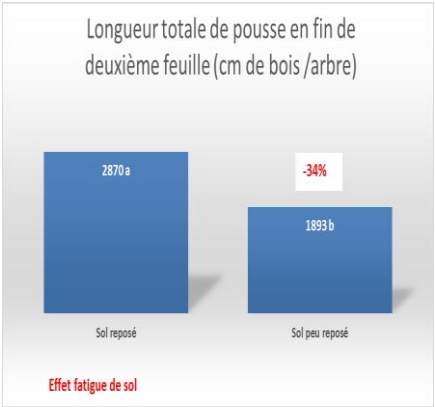
Incidence du travail du sol et du paillage modalités sur la croissance des troncs (mm)

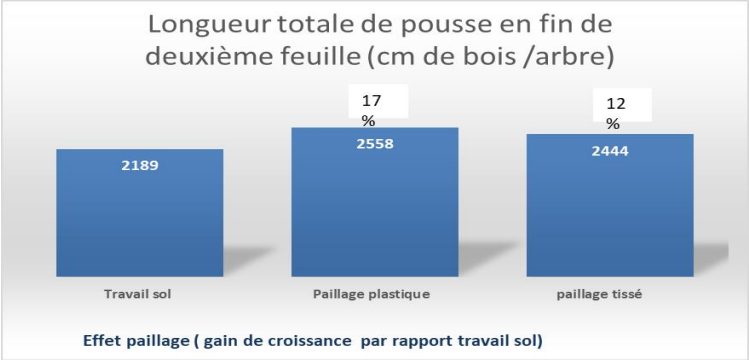


L'analyse à deux facteurs valide l'absence de différence entre les deux types de paillage. Elle fait ressortir un effet significatif et bénéfique du paillage sur la croissance des troncs. Toutefois, le gain de croissance obtenu sur les modalités paillées reste modéré (+5 à 7%) et a peu d'impact visuel sur le volume de végétation des arbres.

Effet des modalités et du sol sur la croissance des rameaux des deux premières années
Les mesures de la croissance des rameaux sont réalisées sur un échantillon total de 12 arbres avec une croissance représentative de chaque modalité. Six arbres sont sélectionnés sur chaque zone de sol « reposé et peu reposé ». Les résultats exprimés représentent la longueur totale cumulée de bois émis sur les deux premières années de croissance.





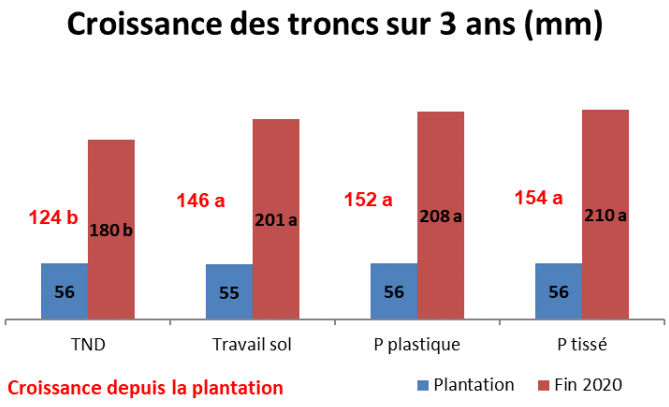


Sur chaque modalité, on observe une différence significative du volume des arbres qui est liée à l'effet fatigue de sol. Les arbres plantés sur la zone de sol peu reposé ont une croissance régulièrement inférieure à celle des arbres plantés sur la zone de sol reposé. Les différences observées sont significatives (-31 à 37%) et corroborent les écarts observés sur les circonférences de troncs. En fin de troisième feuille, ces différences se sont atténuées mais sont toujours nettement visibles.

La croissance des arbres plantés sur les paillages est légèrement plus importante (+12 à +17%) mais ne se différencie pas significativement du volume des arbres de la référence travail du sol.
En fin de troisième feuille, on observe une petite floraison sur l'ensemble des modalités (10 à 20 bourgeons à fleurs / arbre en moyenne sur la zone de sol peu reposée et 30 à 50 sur la zone de sol reposée).

Impact du témoin non désherbé sur la croissance des troncs

Cet effet est analysé sur un échantillonnage de10 arbres par modalité.



La concurrence de la flore adventive sur le témoin non désherbé pénalise significativement la croissance des troncs de 14 % par rapport à la référence sol travaillé. L'absence de différence significative entre les trois modalités désherbées et paillées valide le faible écart observé précédemment sur l'échantillonnage des 21 arbres.

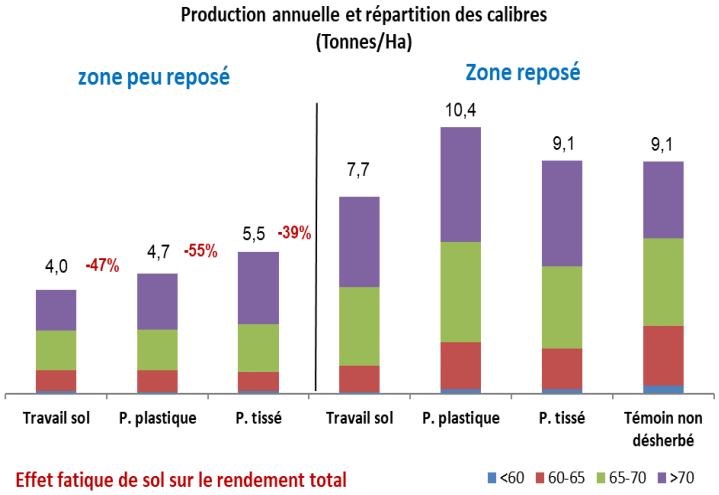
4.9 Récolte, répartition des calibres et coloration

La récolte de Qtee® est réalisée le 16/7 en un seul passage

Production et répartition des calibres par modalité et par zone de repos du sol

		Indice		Total arbre		% répartition \ calibre				Poids moyen fruit grammes	Indice productivité
		Vigueur	Kg total	Kg total	Nb fruit	<60	60-65	65-70	>70		
Sol peu reposé	Travail du sol	100	100	2.4	14	2	20	38	39	168	1.4
	Paillage plastique	99	116	2.8	16	1	18	35	46	173	1.7
	Paillage tissé	106	136	3.3	19	1	14	34	51	174	1.8
Sol reposé	Travail du sol	100	100	4.6	26	1	13	40	46	173	2.4
	Paillage plastique	106	135	6.2	36	2	17	38	43	167	3.0
	Paillage tissé	104	119	5.4	32	3	25	38	33	167	2.7
	Témoin non désherbé	93	118	5.4	32	3	25	38	34	169	3.0

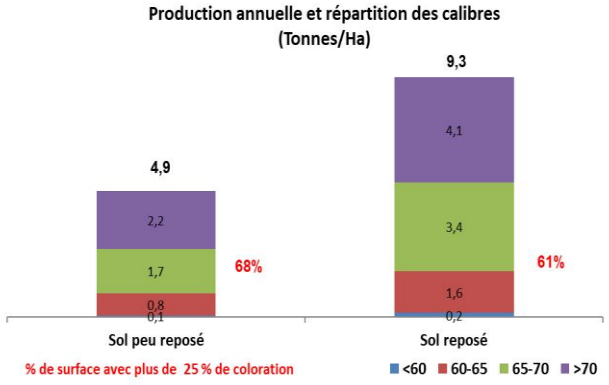
L'indice de productivité permet de comparer la production de chaque modalité en fonction de sa vigueur (Production /Circonférence de tronc X 100). Les unités correspondent à des kilogrammes par mm de circonférence de tronc.



Les différences observées entre les modalités sont très liées à la fatigue du sol, les indices de productivité et les rendements obtenus sur la zone de sol avec une faible période de repos sont nettement inférieurs (-39 à -55%) à ceux des arbres plantés sur le « sol reposé ».
L'effet du paillage semble très limité, sur la zone « peu reposée » le rendement des deux modalités paillées est très proche de celui de la référence travail du sol. Les faibles améliorations obtenues (+0.7 à 1.5 tonnes /hectare ne sont pas significatives).
Sur la zone reposée, les différences par rapport à la référence semblent un peu plus marquées, mais les améliorations obtenues sur le rendement total +1.4 et 2.7 tonnes / hectare sont trop faibles pour être attribuées à un effet du paillage. La concurrence des adventices sur le témoin non désherbé pénalise légèrement la vigueur, mais n'a aucun impact sur la production.

Effet fatigue de Sol

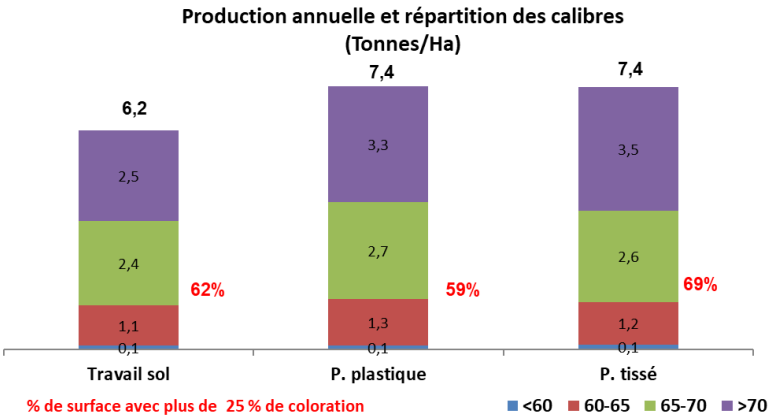
	Indice		Total arbre		% répartition \ calibre				Poids moyen fruit grammes	Indice productivité
	Vigueur	Kg total	Kg total	Nb fruit	<60	60-65	65-70	>70		
Sol peu reposé	100	100	2.9	18	1%	17%	35%	46%	172	1.7
Sol reposé	115	190	5.5	34	2%	17%	37%	44%	169	2.9



La durée de repos du sol est le principal facteur qui influe sur le rendement. Les arbres plantés sur la zone de sol peu reposée ont une vigueur légèrement moins importante et un rendement inférieur de 48% par rapport à ceux de la zone reposée. On n'observe aucun effet de cette différence de production sur la coloration des poires. Les pourcentages de face colorée sont équivalents sur les deux zones.

Effet travail du sol et paillage

	Indice		Total arbre		% répartition \ calibre				Poids moyen fruit grammes	Indice productivité
	Vigueur	Rendement	Kg total	Nb fruit	<60	60-65	65-70	>70		
Travail du sol	100	100	3.7	21	2	18	39	41	169	2.0
Paillage plastique	106	120	4.4	26	1	18	37	44	169	2.3
Paillage tissé	108	120	4.4	26	2	16	35	47	171	2.3



En 2020, on observe une faible mise à fruit sur l'ensemble des modalités (21 à 26 fruits par arbre en moyenne). Les deux modalités paillées ont une production légèrement supérieure à celle de la modalité travail du sol (+20%

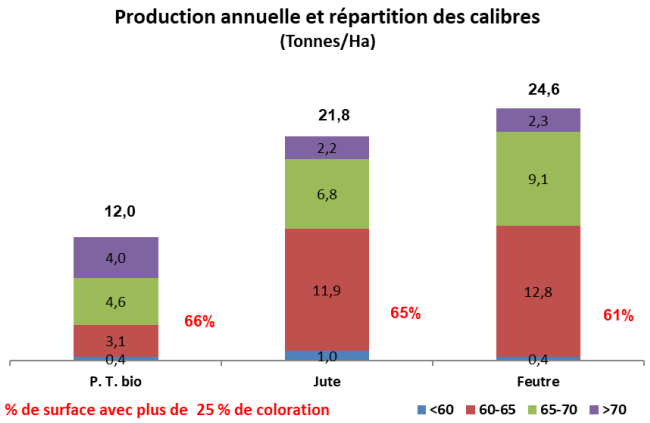
en moyenne). Toutefois, cette faible différence n'impacte pas l'indice de productivité qui est identique pour les trois modalités. En raison de la faible charge des arbres, on n'observe pas de différences marquées sur le calibre des poires récoltées, le poids moyen par fruit et la coloration des poires sont également comparables.

Les deux types de paillage et leurs programmes d'irrigation spécifiques, le travail du sol et la concurrence des adventices sur le témoin non désherbé ont donc eu un impact très limité sur la croissance et sur l'entrée en production.

Production annuelle et cumulée sur les paillages bio compostables

	Indice		Total arbre		% répartition \ calibre				Poids moyen fruit grammes	Cumul Kg	Indice productivité
	Vigueur	Kg totaux	Kg totaux	Nb fruit	<60	60-65	65-70	>70			
Travail du sol *	100	100	4.6	26	1	13	40	46	173	4.6	2.4
Paillage tissé	110	157	7.2	46	3	25	38	33	155	7.2	3.5
Jute	107	282	13.0	94	4	55	31	10	139	14.3	7.6
Feutre	106	317	14.6	102	2	52	37	9	143	15.9	8.3

***comparaison avec la référence travail du sol zone de « sol reposé »**



Ces trois modalités sont implantées sur une zone de sol homogène qui a eu une période de repos de 6 ans sur la totalité des rangs.
Les arbres en simple et double axe non rabattus plantés sur les paillages jute/sisal et feutre sont en deuxième année de production et ont un rendement annuel et cumulé, une répartition des calibres et une coloration des fruits tout à fait comparable. La nature du paillage n'a eu aucun impact sur la croissance et la productivité de ces deux modalités.
Ces arbres en deuxième année de production ont une croissance plus régulée qui favorise une mise à fruit supérieure à celle des arbres rabattus et plantés sur la toile tissée bio compostable.
La comparaison des quatre modalités rabattues à la plantation (travail du sol, paillage plastique et tissé), fait ressortir un rendement supérieur du paillage tissé biodégradable (+57%). Cette différence met en évidence une fois de plus l'incidence de la période de repos du sol sur le rendement.

4.10 Profil de sol réalisé le 20 novembre 2020 en fin de troisième feuille

Les tranchées sont creusées avec une mini pelle, parallèlement au paillage et sur le rang entre deux arbres, à une distance d'environ 60 cm et 40 cm du tronc de l'arbre repéré.

Zones de réalisation des différents profils de sol

Travail du sol (désherbage mécanique) – goutte à goutte suspendu. : 2 Profils sur le rang 2 : N°1 sur la zone « peu reposée » et N°2 sur la « zone reposée »
- Paillage plastique – goutte à goutte sous paillage. : 2 Profils sur le rang 3 : N°3 sur la zone « peu reposée » N°4 sur la « zone reposée »
Témoin non désherbé : Profil N°5 réalisé sur sol reposé
Modalité paillage tissé – goutte à goutte sous paillage : N°6 réalisé sur sol reposé
Echelle de notation du système racinaire 0 à 3

0 pas de racines
1 très peu de racines
2 horizon bien prospecté par le système racinaire
3 Densité de racines importante

Analyses des profils de sol

Modalité	N°1 zone peu reposée	N°2 reposée	N°3 peu reposée	N°4 reposée	N°5 reposée	N°6 reposée
	Travail du sol	**Travail du sol**	**Paillage plastique**	**Paillage plastique**	**TND**	**Paillage tissé**
Texture	Limoneux	Limono-sableux	Limoneux	Limono-sableux	Limoneux Sableux	Limoneux
Horizons	Colonisation racinaire	Colonisation racinaire	Colonisation racinaire	Colonisation racinaire	Colonisation racinaire	Colonisation racinaire
0 - 50cm	2 à 3	2 à 3	3 (Très dense)	2 à 3	0-30 cm : forte densité racinaire (3)	0-40 cm : forte densité racinaire (3)
50 - 100 cm	1 à 2	1 à 2 (grosse racine à 80cm)	1 à 2	1 à 2	2	1 à 2
Colonisation hors paillage	Oui jusqu'à 1m30	Oui	Oui mais faible.	Oui mais faible.	Oui jusqu'à 1 m	Oui
Porosité	0 -50 cm : bonne 50-100 cm : très faible	0-50 cm : très bonne 50-100 cm : Bonne à faible	0-50 cm : très bonne 50-100 cm : Faible	0-50 cm : très bonne 50-100 cm : Bonne à faible	0-50 cm : très bonne 50-100 cm : bonne	0-50 cm : très bonne 50-100 cm : Bonne à faible
Zone compactage	faible 25 cm sur la zone travaillée 40 cm :sur le rang forte : 50 à 100 cm	0-50 cm : faible 50 à 100 cm : moyenne à fort	0-50 cm : faible 50 à 100 cm : fort	0-50 cm : faible 50 à 100 cm : moyenne	0-50cm : très faible 50 à 100 cm : moyenne	0-50cm : très faible 50 à 100 cm : moyenne
Oxydation	Traces à 45-50 cm	Non	traces à 30 cm vers l'inter rang	Non	Non	Non
Vers de terre	Très peu	Présence de galerie jusqu'à 70-80 cm	Présence de galerie en surface	Présence de galerie en surface	Quelques galeries (anéciques)	Forte présence en surface (galeries et turricules)
Remarques		Texture plus sableuse, sol filtrant. Zone de croissance plus faible (effet fatigue de sol)	Zone d'assèchement sous le paillage	Zone de croissance plus faible (effet fatigue de sol)	Profil hydrique homogène. Bonne structure du sol (grumeleuse) lié aux racines des adventices	

0 à 50 cm horizon principalement prospecté par le système racinaire

Zone plus compactée beaucoup moins prospectée par les racines.

Modalité n°1 : sol désherbé mécaniquement (témoin)

Galeries de vers de terre observées sous les paillages

Sol non désherbé

Structure grumeleuse liée à l'activité racinaire des adventices

Concentration importante de vers de terre (épigés et quelques endogés) et autres insectes dégradant la matière organique

Sur toutes les modalités et sur les deux zones de « sol reposé et peu reposé », le volume du système racinaire est bien développé et comparable. Ces racines se localisent essentiellement dans le premier horizon (0-50cm) et sur la zone irriguée. On remarque aussi une humidité légèrement plus faible sous les rangs paillés pour l'horizon de sol 0-40 cm en comparaison avec les rangs désherbés. Le paillage moins perméable et la forte densité racinaire peut favoriser des prélèvements en eau plus concentrés qui expliqueraient l'assèchement du sol plus prononcé sur ces modalités.
A partir de 40 – 50 cm, le sol devient plus compacté, mais les racines parviennent tout de même à prospecter ces horizons (présence au-delà de 50 cm et jusqu'à 90 cm). Dans ces zones compactées, aucune trace d'hydromorphie n'est observée, seulement quelques traces de rouille (oxydations) qui se sont formées à la suite de saturations hydriques temporaires.
Ce phénomène de compactage est lié au tassement naturel du poids de la terre et peut être amplifié :

- Par le passage du tracteur pour tasser la lisière du paillage lors de l'installation.
- Par la concentration racinaire qui assèche le sol sur cet horizon

Le travail du sol génère une zone de compaction moins profonde dès 25 cm et semble induire un système racinaire plus développé vers l'inter rang mais tout aussi volumineux que celui des autres modalités.
En raison du jeune âge des arbres et de l'irrigation goutte à goutte, la majorité des racines de cognassier est concentrée sur le rang. Cependant, ce système d'irrigation ne semble pas limiter la zone de prospection racinaire vers l'inter rang.
La croissance racinaire se fait principalement en période automnale, à une saison où les apports d'eau sont réduits et ou la pluviométrie est importante (entre 150 à 220 mm sur les mois de septembre-octobre sur les trois années de croissance). Cette période humide et encore chaude est favorable au développement racinaire dans cette zone d'inter rang encore peu prospectée.
Sous les paillages, peu de vers de terre ont été vus, cependant des traces d'activité importantes sont visibles. Des galeries verticales creusées par des endogés ou épigés contribuent à former une structure grumeleuse sur l'horizon superficiel du sol (10 cm), quelques galeries verticales plus profondes signalent également la présence d'anéciques. Ces galeries sont beaucoup moins présentes sur le sol travaillé.
En automne, à l'extérieur du paillage, l'accumulation importante de matières organiques et les conditions climatiques chaudes et humides favorisent une concentration importante de myriapodes, de cloportes et de vers de terre qui se développe entre la bâche et les adventices.
Sur le témoin non désherbé, les racines des adventices contribuent à fractionner le sol sur un horizon de 0 à 30 cm et ne portent aucun préjudice visuel à l'implantation racinaire et à la croissance végétative des arbres. Cette modalité présente le meilleur indice d'infiltration de l'eau sur les tests de Beer Kan réalisés au cours du printemps 2020.

Globalement, les volumes racinaires semblent équivalents sur toutes les modalités, et le paillage ne semble pas avoir eu un effet particulier sur le développement racinaire.

En troisième feuille, le volume racinaire et de végétation important associé à l'entrée en production, nécessite des apports d'eau plus conséquents. Ces éléments sont certainement à l'origine de la diminution d'économie d'eau sur les deux modalités paillées par rapport à la référence (environ -30% sur les deux premières années et -5 à -10% en 2020. Cf compte rendu CRIIAM Sud).

4.11 Evolution de l'activité du campagnol Provençal

Le campagnol Provençal est un petit rongeur de 8 à 11 cm qui se caractérise par sa queue très courte (3 cm). Il creuse des réseaux de galeries et se nourrit de racines de végétaux ou des fruits à la surface du sol. Son activité se visualise par les nombreux tumuli (petits monticules de terre évacués) laissés à la surface du sol.
En sectionnant les racines, il entraine la mort des arbres. Le pommier et le cerisier sont particulièrement attractifs et sensibles à ce rongeur. Les conditions plus favorables au développement des campagnols sous le paillage et l'apétence de ces deux espèces ont été à l'origine de très nombreux échecs qui rendent inenvisageable l'utilisation du paillage sur ces deux cultures.
Les poiriers greffés sur cognassier sont beaucoup moins sensibles à ce rongeur. L'objectif de ces observations est de vérifier l'effet du paillage sur l'activité et le développement des populations de campagnol Provençal et de mesurer les dégâts éventuels sur la variété Qtee®.

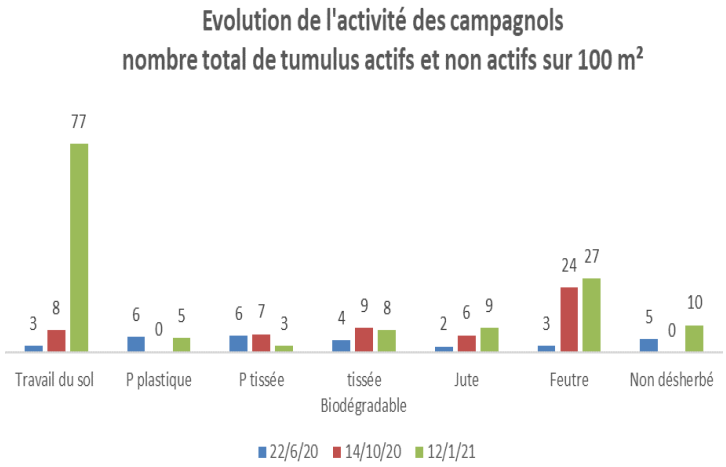
Nombre total de tumulus (actifs et non actifs) estimé sur 100 m² et pourcentage de tumulus actifs

	22 juin 2020		14 octobre 2020			12 janvier 2021		
	Nombre total /100 m²	% total Actifs*	Nombre total /100 m²	% total Actifs*	% actifs localisé /Rang	Nombre total /100 m²	% total Actifs*	% actifs localisé /Rang
Travail du sol	2,5	94%	8,2	83%	83%	76,7	74%	50%
P plastique	5,7	11%	0,3	100%	100%	5,4	62%	41%
P tissée	6,2	33%	6,8	84%	12%	2,5	56%	38%
Tissée Biodégradable	4,4	21%	9,2	83%	0%	8,2	65%	50%
Jute	2,2	71%	6,3	80%	80%	9,2	66%	24%
Feutre	2,5	25%	23,8	47%	35%	27,3	48%	23%
Non désherbé	5,0	0%	0,0	0%	0%	10,1	50%	50%
Moyenne	4	37%	8	68%	44%	20	60%	39%

*Pourcentage total de tumulus actifs sur le rang et l'inter rang

Les résultats de ces comptages ne sont pas tout à fait comparables. Sur la référence travail du sol, tous les tumuli sont visibles. Sur les modalités paillées, seuls les tumuli en lisière de paillage sont comptabilisés, ils résultent d'une activité sur la lisière des paillages. Les galeries creusées par le campagnol sous les différents types de paillages ne sont pas visibles et son activité est donc évaluée de façon moins précise que sur la référence. Toutefois, les trois profils de sol réalisés sur les paillages plastique et tissés ont très peu révélé la présence de galeries sous les paillages. Sur des profils réalisés sur d'autres parcelles paillées et avec des niveaux de population comparables ou plus élevés, le nombre de galeries sous les paillages était également peu important.

Galeries de campagnol creusées sous le paillage



Le premier comptage de tumulus réalisé au mois de juin révèle une faible pression des populations de campagnols Provençal. Le nombre total de tumulus dénombré et la proportion récemment créée par l'activité des campagnols (dénommés actifs) sont peu importants (entre 2.5 et 6.2 tumuli pour 100m²).
Durant la période estivale, on observe peu d'évolution, les adventices sur l'inter rang non irrigué sont quasiment toutes mortes et peu de tumulus sont visibles.
Les conditions chaudes et humides de l'automne favorisent les remontées de population. Le comptage réalisé au 14 octobre met en évidence une petite augmentation du nombre total de tumulus pour 100 m² (de 4 à 8 en moyenne) avec une hausse importante de tumulus actifs (de 37 à 68%). La majorité de ces tumuli sont localisés sur l'inter rang et sur la modalité feutre en bordure de la zone des deux rangs de pommiers arrachés.
En janvier 2021, les populations de campagnols se sont fortement développées sur la référence travail du sol, et surtout sur le premier rang au sud de la haie de thuya.
Deux hypothèses peuvent être à l'origine de cette très forte localisation (77 tumulus au total /100 m² avec 57 tumulus actifs) :

- Le salissement important du sol au pied des arbres, recouvert à 100% par les adventices, la dernière intervention de travail du sol a été réalisée le 10 juin. Cette hypothèse n'est pas forcément validée par l'activité constatée sur les deux zones de témoin non désherbées. Toutefois, la surface de cette modalité est 10 fois plus restreinte et donc moins représentative.
- L'hiver fortement pluvieux peut également expliquer cette concentration sur une zone plus chaude et plus abritée, beaucoup plus favorable au développement du campagnol.

Sur les autres modalités, le nombre de tumulus reste relativement stable et l'activité semble s'être homogénéisée (50 à 60% de tumulus actifs).
Les différents types de paillage semblent donc ne pas avoir d'effet sur le développement des populations de campagnols.
En fin de troisième année, on n'observe aucun impact de la présence du campagnol Provençal sur la croissance des arbres.
Plusieurs années seront encore nécessaires avant de valider l'effet des paillages sur ce rongeur.

4.12. Durée de vie des paillages

	% dégradation du paillage		
	2019	2020	Fin 2020
Plastique	10%	10%	10%
Tissé	5%	5%	5%
Tissé biodégradable	5%	10%	10%
Jute	20%	20 à 40 %	70%
Feutre	10%	10 à 20 %	20 à 30 %

Sur les trois années d'observations, les paillages plastique, tissé et tissé biodégradables ont une évolution comparable avec une bonne résistance au vieillissement et plus particulièrement marquée sur la toile tissée noire en polypropylène.
Les dégradations observées sur les paillages sont minimes, quelques accros ont été occasionnés par le passage de la tondeuse sur la bordure, on observe également quelques petits trous supplémentaires sur les zones très tendues du paillage tissé bio-compostable, ou des percements de plastique occasionnés par les différentes interventions manuelles.
En fin 2020, ces trois types de paillage ont encore un rôle très efficace sur la gestion de la flore adventive au pied des arbres.
Les deux autres types de paillage biodégradables sont moins résistants, le feutre a également été endommagé par le passage de la tondeuse et commence à être colonisé et percé par le développement des adventices qui s'implantent sur le rang.
Le jute/sisal s'est nettement plus vite dégradé. Dès la deuxième année, il a été percé par l'implantation des adventices, puis s'est en partie décomposé. En troisième feuille, il est envahi par les adventices, ou arraché par les rafales de vent.
En fin 2020, ce type de paillage n'est plus efficace.
NB : La durée de vie du paillage Jute /sisal est estimée à moins de deux ans, sous un système d'irrigation microjets sous frondaison (résultats observés sur une autre parcelle d'essai). Le feutre se dégrade également plus vite sous ce type d'irrigation, il est en fin de vie dès trois ans après son installation.

Dégradation du jute/sisal en 2ème année

Etat représentatif des paillages en fin de troisième année

Paillage plastique

Paillage tissé polypropylène

Paillage tissé Biodégradable

Feutre de paillage

Paillage jute/sisal

4.13 Evaluation de la flore et de son impact concurrentiel

Echelle de notation

0 absence de l'espèce
1 présence en très faible quantité
2 développement significatif
3 développement important de l'espèce
4 développement potentiellement concurrentiel à la culture sur certaine zone
5 développement très concurrentiel à la culture

	2018	2019	2020
Chiendent*	**1 à 2**	**1 à 4**	**2 à 4**
Sétaire*	**3**	**4**	**4**
Panic*	**3**	**3**	**3 à 4**
Sorgho d'Alep*	**1**	**1 à 4**	**1 à 4**
Ray gras*	**0**	**2**	**3 à 4**
Brome stérile	0	1	1
Orge des rats	0	1	1
Digitaire sanguine	3	3	3
Liseron*	**2 à 4**	**3 à 4**	**3 à 4**
Cirse*	**2**	**3 à 4**	**2 à 4**
Véronique	0	2	4
Capselle bourse à Pasteur	1	2	3
Laiteron*	**1**	**1**	**2 à 4**
Euphorbe prostrée	1	1 à 3	1 à 3
Prêle	1	1	3
Mouron	0	3	3
Lamier amplexicaule	0	1	3
Stellaire	0	2	3
Amarante	1	2	1
Chénopode	1	1	1
Erigéron Canada	0	1	1
Picris	1	1	1
Pourpier	1	2	1
Euphorbe réveille matin	1	1	1
Morelle noire	1	1	1
Sèneçon	1	1	1
Rumex	0	1	1
Renouée des oiseaux	1	1	1
Capselle bourse à Pasteur	0	1	1
Minette	0	1	1
Pissenlit	0	1	1
Potentille rampante	0	1	1
Gaillet grateron	0	1	1

*Adventices potentiellement concurrentielles soit par la densité de levée soit par le volume de développement

Recouvrement sol	50 à 100%	80 à100%	100%
Moyenne	75%	90%	100%

La flore présente sur la parcelle est variée (33 espèces identifiées) et évolue dans le temps. En 2018, le travail du sol et le sélectrum freinent l'installation des adventices, mais le printemps pluvieux limite rapidement l'efficacité de ce pré émergent et le sol est très vite colonisé par des levées de graminées et de dicotylédones estivales. Le recouvrement du sol sur les deux rangs travaillés reste hétérogène avec des zones moyennement recouvertes et des zones très colonisées. Sur les deux années suivantes, le taux de recouvrement du sol avant intervention est toujours homogène et élevé sur la totalité de la surface des deux rangs.

Le travail du sol ne parvient pas à éliminer la présence du chiendent, cette graminée s'est installée sur le rang de bordure et par l'extérieur de la parcelle, et a été propagée par les différentes interventions de travail du sol. Cette espèce s'est implantée au fil des années sur les zones non atteintes par la herse rotative (au pied des arbres ou des piquets de palissage).
Les levées importantes de sétaires, panic ray grass et digitaire ou le développement végétatif important du sorgho d'Alep sur certaines zones difficiles à travailler, ont également pu pénaliser la croissance des poiriers. Contrairement au chiendent, le Sorgho d'Alep est très peu présent sur la parcelle et a été relativement bien maîtrisé par le travail du sol (mécanique et manuel) et l'herbanet®.

Implantation du chiendent au pied des arbres

Parmi les dicotylédones, le liseron constitue l'espèce potentiellement la plus concurrentielle. Ces adventices se développent dans les arbres à partir des zones non atteintes par la herse rotative ou l'herbanet® et sont difficiles à détruire. Les laiterons non atteints par le travail du sol ont également des développements végétatifs importants jusqu' à plus de 2 mètres de haut, toutefois la présence de ces cas reste limitée.
Le cirse et la prêle sont également partiellement maîtrisées par le travail du sol et ces vivaces très localisées ont une extension très limitée sur les trois ans.
La présence de véronique en sortie d'hiver est peu concurrentielle. Les autres adventices à développement rampant ou étalé comme la stellaire, l'euphorbe prostrée ou la renouée des oiseaux, constituent également un faible potentiel concurrentiel et sont bien maîtrisées par le travail du sol.
A l'inverse, le paillage favorise leur développement à partir de la bordure ou des zones peu étanches aux pieds des arbres, des piquets de palissage ou au travers des raccords peu étanches. Les adventices à fort développement telles que amarantes, chénopode ou érigéron du Canada, voire les semis de peuplier implantés sur le bord des paillages sont plus difficiles à détruire et ont également un développement beaucoup plus important.
En saison, 40 à 100 % de la surface paillée de l'ensemble des modalités est donc colonisée soit par ces adventices rampantes ou à port étalé (renouée des oiseaux, liseron…) soit par des adventices à fort développement qui ont été couchées sur les rangs par le sabot de la tondeuse (chénopode, amarante ….). Cette zone colonisée par ces adventices n'est pas du tout concurrentielle pour les poiriers, car le paillage évite toute implantation racinaire.
Toutefois, certaines adventices comme la potentille rampante ont la capacité de transpercer les paillages biodégradables, voire le paillage tissé en polypropylène, et arrivent ainsi à coloniser le rang (phénomène constaté sur d'autres parcelles en dehors de l'essai).

Bordure de paillage zone d'entretien difficile et de colonisation du rang par la renouée des oiseaux

5. Discussion

La disparition programmée du glyphosate et la diminution des matières actives disponibles pour le désherbage des plantations nécessitent de trouver de nouvelles solutions pour entretenir le rang sur les jeunes plantations et les vergers adultes. Le travail du sol s'impose comme la seule alternative possible et se développe de plus en plus, notamment avec l'augmentation des surfaces conduites en agriculture biologique.
Les progrès de la technique permettent de proposer des outils variés et de plus en plus performants. Toutefois, le désherbage mécanique reste une technique qui nécessite un investissement dans du matériel coûteux, des temps de

travaux et des coûts nettement supérieurs à ceux du désherbage chimique, et une main d'œuvre expérimentée au risque d'abimer les arbres et le matériel. Le développement de cette pratique n'est également pas neutre sur l'environnement, les nombreux passages nécessitent une puissance de travail plus importante et augmentent les rejets de $C0_2$ dans l'atmosphère.
Dans ce contexte, la technique du paillage parait être une alternative intéressante, et plus particulièrement sur le poirier qui est peu sensible au campagnol Provençal.
Les résultats acquis durant les trois années démontrent l'intérêt agronomique et économique du paillage plastique et du paillage tissé en polypropylène noir. Ces deux types de paillage ont le meilleur rapport investissement / efficacité.
Le paillage plastique est deux fois moins couteux et tout aussi efficace que le paillage tissé sur les trois premières années de pose. Cependant, la pollution du sol et de l'environnement par la dégradation du plastique ou du polypropylène nécessite un retrait des paillages en fin de vie. La possibilité de recycler ces matériaux avec un taux de souillure élevé, est susceptible de compliquer le recyclage par la filière A.D.I. VALOR. La faisabilité et le coût de la récupération du plastique ou du polypropylène, doivent également être intégré à l'impact économique et environnemental de ces deux techniques.
Dans ce contexte, les paillages bio-compostables peuvent avoir un intérêt, leur décomposition dans le sol élimine toutes ces questions sur les déchets et les coûts de recyclage. Si l'on intègre ce raisonnement dans le choix, le coût de ces matériaux 2 à 3 fois plus élevé pourrait devenir économiquement rentable. Toutefois, la durée de vie de ces types de paillage et l'impact réel de la décomposition des microparticules de la toile tissée biodégradable ou polypropylène sur le sol et l'environnement doivent encore être validés.
Le jute/ sisal est difficile et plus couteux à installer. Il a une durée de vie et une efficacité insuffisante (début de dégradation dès la seconde année et fin de vie en troisième année). Cette dégradation est encore plus importante et plus rapide sous un système de micro-aspersion sous frondaison. Ce type de paillage n'est donc pas adapté à l'arboriculture.
Le coût, la facilité de pose, l'efficacité et la tenue supérieure du feutre, rendent ce paillage nettement plus intéressant que le jute/sisal. La durée de vie sera certainement limitée à quatre ans. En général, à cet âge-là, un verger de poirier est bien implanté et cette durée de protection semble suffisante pour assurer une bonne implantation. La toile tissée biodégradable est sans aucun doute la plus résistante, la durée de vie déterminera l'intérêt économique de ce type de paillage qui est trois fois plus cher à l'achat que celui de la toile tissée polypropylène.

La croissance racinaire, la migration de l'azote apporté sur le paillage et l'activité microbienne ne semblent nullement être perturbées par le paillage plastique microperforé ou le paillage tissé prolypopylène noir. Ces deux types de paillages semblent même favoriser l'activité des vers de terre. La croissance et la production des arbres semblent même légèrement plus importantes par rapport à celles de la référence travail du sol. Néanmoins, la différence obtenue est trop faible pour être significative. Ce petit effet sur la croissance et la mise à fruit se vérifie également avec le paillage tissé bio compostable.
Ces modalités nécessitent un investissement supplémentaire en coût et en temps de travail non négligeable à l'installation du verger, toutefois celui-ci est rapidement récupéré. Tout d'abord sur le confort de travail (intellectuel et opérationnel) on n'a plus le risque d'être débordé par les « mauvaises herbes » et notamment sur les années pluvieuses. La suppression des interventions de travail du sol représente un coût non négligeable qui permet de récupérer l'investissement au bout de 2 ans pour le paillage plastique et de 3 à 4 ans pour le paillage tissé propylène noir. Ce temps libéré peut être consacré à d'autres taches sur l'exploitation.
La pression importante des adventices sur la bordure des paillages, certainement accentuée par l'irrigation goutte à goutte, nécessitera de trouver une technique adaptée en alternative au désherbage de cette zone.
Malgré la présence de tumuli en bordure et de galeries sous les paillages, le campagnol Provençal ne semble pas particulièrement attiré par cette zone pour l'instant. Pour l'instant, la pression modérée de ce rongeur sur la parcelle, ne permet donc pas de tirer de conclusion par rapport à l'impact du paillage.

6. Conclusion

Cette étude conduite durant 3 ans a permis de mettre en évidence l'intérêt du paillage sur les jeunes plantations de poirier.
Cette technique constitue une alternative intéressante au désherbage chimique et/ou au travail du sol qui se rentabilise sur une période estimée entre deux et quatre ans pour les paillages plastiques et tissé polypropylène noir. Toutefois, la difficulté potentielle du recyclage pour ces deux types de paillages pose un problème environnemental et éthique important. Celui-ci pourrait être résolu avec l'utilisation des paillages compostables.
Parmi ces paillages, le jute /sisal a une efficacité nettement insuffisante. Les toiles de feutre et tissées compostable sont plus résistantes et plus efficaces, cependant leur coût plus élevé nécessite d'avoir une période de vie et d'efficacité

suffisamment importante pour être rentabilisée. En troisième feuille, on ne peut donc pas encore valider leur intérêt technico- économique.
Les paillages constituent également un facteur d'économie d'eau non négligeable sur les deux premières années d'implantation du verger. Toutefois, le mode d'irrigation goutte à goutte ne parait pas être le système d'irrigation le plus adapté. En période estivale, l'enherbement de l'inter rang est brulé par le soleil et le manque d'eau. Les adventices fonctionnelles sont majoritairement concentrées en lisière de la zone humide ou du paillage.

Valorisation et communications sur l'essai.

Tout au long de l'année, de nombreux producteurs, techniciens ou groupes scolaires sont reçus sur le site de la Pugère. Cet essai a été systématiquement intégré et présenté à toutes les visites de groupes ou individuelles qui ont été réalisées sur les thèmes des variétés ou de l'itinéraire technique sur la culture du poirier. L'essai paillage a systématiquement été présenté aux producteurs et techniciens qui sont venus sur le site. Il a également été présenté aux groupes d'étudiants ainsi qu'au « grand public » lors d'une journée porte ouvertes le 17 octobre 2020. Ainsi, sur les 3 ans, il a été visité par environ 350 personnes.
Suite à ces visites, quelques producteurs ont commencé à utiliser du paillage tissé noir sur les nouvelles plantations de poiriers.

Les deux journées techniques réalisées en 2019 ont également fait l'objet de trois articles dans la presse régionale et nationale. Une synthèse plus complète sur les résultats en cours a également été rédigée dans l'Arboriculture Fruitière en mai 2020.

La thématique du paillage a été présentées dans un reportage télévisé réalisé sur la station expérimentale de la Pugère avec les thèmes des panneaux agrivoltaïques et de la conduite de l'amandier. Ce reportage a été diffusé aux actualités régionales de France 3 en février 2020.

En 2021, une vidéo tournée sur le thème du paillage par Benoit Buteau Chauvet (technicien CA 26) devrait être mis en ligne sur YouTube.

Année 2018

Type	Date	Titre / Intitulé	Auteur / Intervenant / Personne citée (La Pugère)	Niveau d'intervention	Support de diffusion et public	Nombre de participants
Visite	10 Avril	Pomme et Poire : présentation générale des essais	Vincent LESNIAK Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : accueil étudiants Suisses	**15**
Visite	20 juin	Poire visite des essais conduites	Bernard FLORENS	Intervention orale	Groupe techniciens Val de Loire, Savoie, Sud Est	**9**
Visite	10 Juillet	- Présentation du verger Bas Intrants et du - Projet Agence de l'Eau	Vincent LESNIAK	Intervention orale	La Pugère : Accueil Société BLEDINA	**15**
Visite	16 Juillet	Présentation de la Variété QTEE	Vincent LESNIAK	Intervention orale	Station La Pugère : Accueil pépinières WOUTERS	**15**
Visite	17 Juillet	Présentation du verger Bas Intrants et du Projet Agence de l'Eau.	Vincent LESNIAK	Intervention orale	La Pugère : Accueil du Préfet de Région	**19**
Visite	6 Août	Variétés de Poires	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Producteur	**1**
Visite	7 Août	Présentation du verger Bas Intrants et du Projet Agence de l'Eau.	Vincent LESNIAK	Intervention orale	La Pugère : Accueil de la Chargée de l'Agriculture au Conseil Régional	**21**
Visite	29 Août	Conduite Poire	Bernard FLORENS	Intervention Orale	La Pugère : 1 Technicien + Producteurs des Pyrénées Orientales	**4**
Visite	10 Décembre	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Productrice	**1**
Visite	13 Décembre	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Technicien CA 66	**1**

Année 2019

Type	Date	Titre / Intitulé	Auteur / Intervenant / Personne citée (La Pugère)	Niveau d'intervention	Support de diffusion et public	Nombre de participants
Visite	29 janvier	Réunion réseau DEPHY	Vincent LESNIAK	Intervention orale	Montpellier	**> à 100**
Commission technique	28 Février	Commission Technique Poire	Bernard FLORENS	Animation	La Pugère	**8**
Rendez-vous technique	19 Mars	variété QTEE	Bernard FLORENS	Animation	Visite WOUTERS France et Australie sur la variété QTEE	**3**
Rendez-vous technique	19 Mars	Réception du Groupe STANOR : point sur les variétés QTEE et FRED	Bernard FLORENS	Animation	La Pugère	**10**
Rendez-vous technique	20 Mars	Visite président de l'ANPP	Vincent LESNIAK Jean-Noël FABRE	Animation	La Pugère	**3**
Visite	24 Avril	Mode de conduite Poirier	Bernard FLORENS	Intervention orale	ADFPA 05	**5**
Formation	25 Avril	Stratégies Paillage	Vincent LESNIAK	Intervention orale	Jeunes Agriculteurs 84	**7**
Visite	5 Juin	Conduite Poirier et Variété Fred	Bernard FLORENS	Intervention orale	OP Fruits et Compagnie	**15**
Visite	2 Juillet	Demi-journée technique	Vincent LESNIAK Nicolas Salvajol	Intervention orale	Producteurs et techniciens	**55**
Visite	18 Juin	Itinéraire technique, variétés, porte greffe Pommier et poirier	Bernard FLORENS Vincent LESNIAK	Intervention orale	Groupe d'élèves Tunisiens	**19**
Visite	19 Septembre	ECOPHYTO	Equipe Pugère	Intervention orale	La Pugère Visite du Préfet	**15**
Visite	20 Septembre	Itinéraire Technique	Bernard FLORENS	Intervention orale	Pugère : Producteur	**1**
Visite	12 Novembre	Conduite, porte greffe, variétés Poirier	Bernard FLORENS	Intervention Orale	Producteurs + Technicien Montauban	**2**
Rendez-vous technique	28 Novembre	Matinée technique Pomme/Poire	Vincent LESNIAK Myriam BERUD Bernard FLORENS Nicolas Savajol	Intervention salle et terrain	La Pugère : Producteurs, Techniciens	**63**
Visite	28 Novembre	Porte greffe, conduite, variétés Poirier	Bernard FLORENS	Intervention orale	Producteurs	**3**

Année 2020

Type	Date	Titre / Intitulé	Auteur / Intervenant / Personne citée (La Pugère)	Niveau d'intervention	Support de diffusion et public	Nombre de participants
Visite	17 Janvier 27 Janvier	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Producteurs	**1** **2**
Visite	30 Janvier	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Groupe techniciens et producteurs Italiens	**8**
Visite	7 février 12 Février	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Producteurs	2 2
Visite	4 Mars	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Producteurs	**2**
Visite	19 Juin	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Producteurs	**2**
Visite	25 Juin	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Techniciens Val de Loire	**2**
Visite	17 aôut 25 aôut	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	La Pugère : Technicienne 05 Producteurs	**1** **3**
Visite	17 octobre	Conduite et variétés poire	Bernard FLORENS	Intervention orale	Journée portes ouvertes La Pugère : Grand public	10
Visite	25 Novembre	Paillage	Bernard FLORENS Vincent LESNIAK	Tournage d'une vidéo destinée à Yutube	Benoit Chauvin Buteau	1

Diffusion Dans la presse régionale et nationale

Type	Date	Titre / Intitulé	Auteur / Intervenant / Personne citée (La Pugère)	Niveau d'intervention	Support de diffusion	N¨Journal
Articles presse régionale	11 Octobre 2019	Paillage et irrigation : « Une méthode alternative en évaluation en verger »	Vincent LESNIAK	Interview	L'Agriculteur Provençal Vaucluse Agricole Paysan du Midi	N° 1854
Article presse nationale	Décembre 2019	« Les paillages en verger à l'essai »	Emmanuel Delaru Vincent LESNIAK	Interview	Réussir Fruits et Légumes	N° 400
Article presse nationale	Mai 2020	Une économie d'eau sous le paillage »	Caroline Evin Bernard Florens Nicolas Savajol	Interview	L'arboriculture fruitière	Hors-Série