

Etude de l'effet d'un paillage de foin de luzerne sur culture d'été sous abri

Hélène VEDIE – Abderraouf SASSI – B. DESSAINT – M. MICHAUD – R. BRIAS

COPREAU : des Couverts végétaux pour Préserver la Ressource en EAU

1- CONTEXTE ET OBJECTIFS:

Le projet COPREAU vise à mettre au point, évaluer et développer des pratiques innovantes de maîtrise des adventices *via* l'utilisation de couverts végétaux. Le projet porte sur l'étude de plusieurs solutions techniques permettant de protéger la qualité de l'eau en réduisant l'utilisation d'herbicides et d'engrais, notamment azotés. Il repose sur un programme d'expérimentation conduit pendant 3 ans qui permettra de proposer différentes solutions adaptées à la gestion de l'enherbement dans les cultures de légumes, qu'il y ait possibilité d'interculture ou non. Une des possibilités en l'absence de période d'interculture, comme c'est souvent le cas sous abri, est d'utiliser un mulch dit « de transfert ». Ce mulch peut être récolté sur des surfaces exploitées (prairie, parcelle de plein champ) ou non (espaces inter-tunnels) et être épandu en couches de quelques cm d'épaisseur sur les rangs de la culture après plantation. Le mulch joue ainsi le rôle d'écran physique pour limiter le développement des adventices, et participe à une alimentation progressive de la culture en éléments nutritifs au fur et à mesure de sa dégradation. L'objectif est donc de pouvoir limiter le recours au paillage plastique ou au désherbage pour maîtriser les adventices, et de réduire l'utilisation d'engrais du commerce, améliorant ainsi l'autonomie des exploitations.

En 2019, l'essai a consisté, comme en 2018, à étudier l'impact d'un mulch de foin de luzerne en culture d'été sous abri.

2- MATERIEL ET METHODES

2.1 Dispositif expérimental :

Site : Tunnel froid (T6) en AB – Station expérimentale du GRAB à Avignon (84)

Sol limono-argileux calcaire profond

Surface de l'essai : 200 m² (8 m x 25 m) = ½ tunnel sud

Dispositif : Essai à 2 modalités en bandes

- **Mulch de foin de luzerne** (80 m²) : foin disposé en couche de 6-8 cm d'épaisseur, 1 rang
- **Paillage Polyéthylène thermique** opaque marron, 1 rang
- 4 placettes de 10 plantes par modalité

2.2 Conditions de culture :

- Plantation : 4 Avril 2019
- Culture : association d'aubergine et poivron 1 plant sur 2 sur le rang – 5 rangs - Densité de 1,56 plant/m² (0,8 aubergine + 0,5 poivron)
- Aubergine : Black pearl AB greffé sur solanum torvum (STT3).
- Poivron : Almuden NT franc
- Fertilisation : 1) Amendement organique Humicoop 13 (Germiflor) 2,1/1,6/2 : 5t/ha
2) Engrais : Tourteau de Ricin 5/2/1 : 3 t/ha sur paillage plastique et 2t/ha sur foin
- Début récolte : Aubergine : 3 juin - Poivron : 1 récolte en vert le 11 juin puis rouge
- Fin des récoltes : 23 septembre
- Irrigation goutte à goutte (2 rampes/rang de culture) + quelques aspersion en début de culture

Le foin de luzerne a été disposé après travail du sol et avant plantation, en déroulant les balles sur le sol (photo). L'épaisseur n'est pas toujours parfaitement homogène, mais représente environ 25 t/ha (équivalent d'une balle de 200 kg pour 80m² épandus).

Tableau 1 : Caractéristiques du foin de luzerne utilisé (analyse AUREA) :

Elément	%MS	C	N	P	K	Mg	Ca	Na	C/N
Teneur (g/kgMS)	90	450.7	18,89	2,06 = 4,7 P ₂ O ₅	21.14 = 25,5 K ₂ O	3,8	9,8	0,14	23,9
Quantité apportée pour 22,5 tMS/ha			425	46.4 = 106 P ₂ O ₅	379 = 457 K ₂ O	85,4	220	3	



Mise en place du foin de luzerne avant plantation.

2.3 Mesures et observations :

Suivi Sol :

- **Mesure de la température du sol** : sondes hobo disposées à 10 cm de profondeur, mesures horaires
- **Mesure de l'humidité du sol** : Tensiomètres watermark disposés à 15, 30 et 45 cm de profondeur, mesures horaires (voir dispositif de mesures sur le plan d'essai en fin de document)
- **Mesures de l'azote minéral du sol (et plantes)** :
 - * **Azote nitrique sur 0-25 cm** : échantillons composites de 15 prélèvements par modalité toutes les 3 semaines du 24 mai au 26 septembre. Dosage au nitratecheck + mesure du taux d'humidité.
 - * **Azote nitrique du jus pétiolaire** (indicateur de nutrition azotée): mesures toutes les 2 à 3 semaines sur 12 pétioles de jeunes feuilles adultes/culture prélevés par modalité. 2 analyses par modalité. Dosage au nitratecheck

Suivi des performances des cultures :

- Mesures des rendements en fruits sur 4 placettes de mesures de 10 plantes par modalité : 5 aubergines et 5 poivrons. Rendement total, rendement commercialisable, déchets par catégories (défauts de forme ou de coloration, dégâts de ravageurs...). + mesures sur 5 plants de concombre et 7 plants de tomates sur le sous facteur sol nu
- Mesure de la biomasse totale aérienne des plantes en fin de culture : pesée de 2 plantes entières par placette + teneur en matière sèche sur un échantillon aliquote.

Suivi des adventices :

- Appréciation globale de la présence d'adventices pendant la culture

3- RESULTATS :

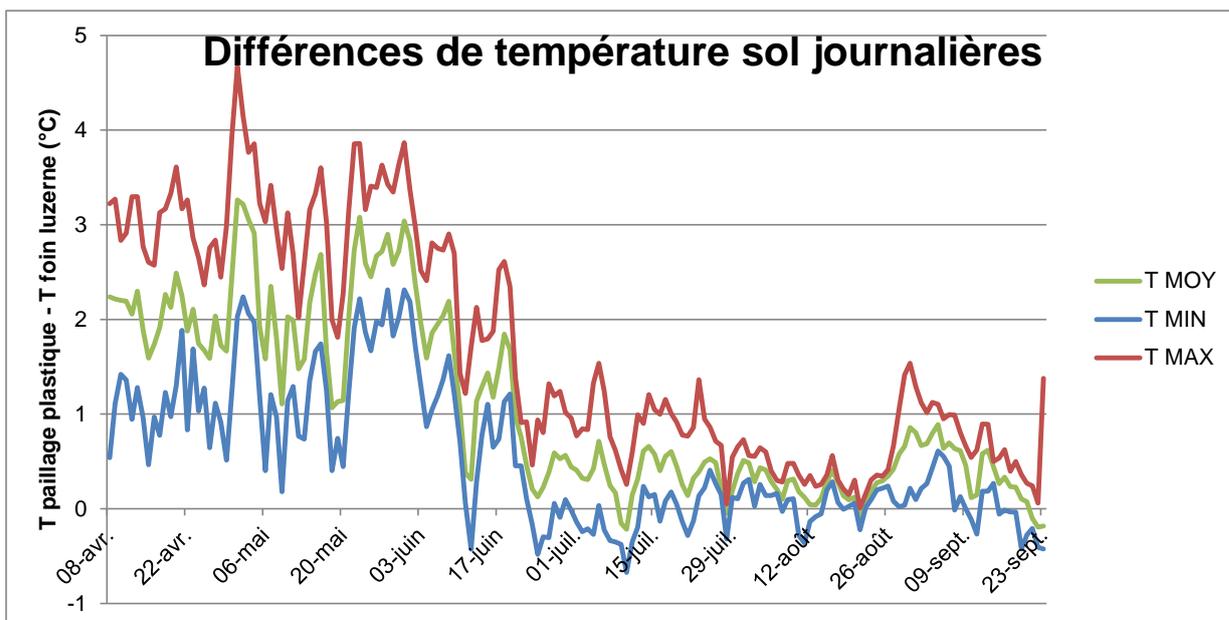
3.1 Indicateurs sol :

3.1.1 Températures du sol :

Les moyennes journalières des températures de sol à 10 cm de profondeur sont globalement plus élevées sous paillage plastique que mulch de foin de luzerne (graphique 1). On distingue 2 périodes distinctes où les différences sont contrastées : **du 8 avril au 21 juin, période « froide », où le paillage plastique occasionne une température moyenne plus élevée de 2 à 3°C**, puis la période « chaude », où la différence est de +0,4 °C environ.

Le tableau des valeurs de température moyenne, minimale et maximale sur les 2 périodes (tableau 1), montre que ce sont les températures maximales qui diffèrent le plus, avec 3°C de moins sous foin en période « froide », et 1°C en période « chaude ». En avril et en mai, pour les modalités avec paillage de foin de luzerne, la température du sol est fréquemment sous les 18°C, température en-deçà de laquelle la croissance de l'aubergine est ralentie, d'autant que le porte-greffe *Solanum torvum* est particulièrement exigeant en température.

Globalement, sur la durée des cultures, la température moyenne du sol est donc de 1,1°C moins élevée sous le foin de luzerne que sous le paillage plastique. Cette différence est quasiment identique à celle de l'essai 2018 (1,2°C), où le printemps avait été plus chaud qu'en 2019.



Graphique 1 : Différences de températures journalières sol à 10 cm entre paillage plastique thermique et mulch de foin de luzerne

Tableau 1 : Valeurs des températures sol mini, maxi et moyennes à 10 cm sur 2 périodes de la culture

Période	Températures moyennes		Températures mini		Températures maxi		T moy air
	Mulch	Plastique	Mulch	Plastique	Mulch	Plastique	
8/04-21/06	18,9	20,9	18,3	19,5	19,6	22,5	19,6
21/06-23/09	23,0	23,4	22,4	22,4	23,8	24,5	23,7
Moyenne	21,2	22,3	20,6	21,1	21,9	23,6	21,7

3.1.2 Humidité du sol :

Les courbes des valeurs tensiométriques sous les différents traitements et aux différentes profondeurs sont présentées sur le graphique 2.

Les tensions sont globalement assez élevées, avec des valeurs dépassant les 70 cbar en surface à partir de fin juillet. Au sud, on note de nombreux à-coups, avec des valeurs oscillant entre très faible et très élevé. Les variations sont moins fortes sous le foin que sous le plastique, mais l'assèchement est plus marqué en surface (15 cm). Le foin permet de tamponner et de conserver l'humidité mais, aux périodes les plus chaudes, il semble provoquer un assèchement plus important de l'horizon de surface.

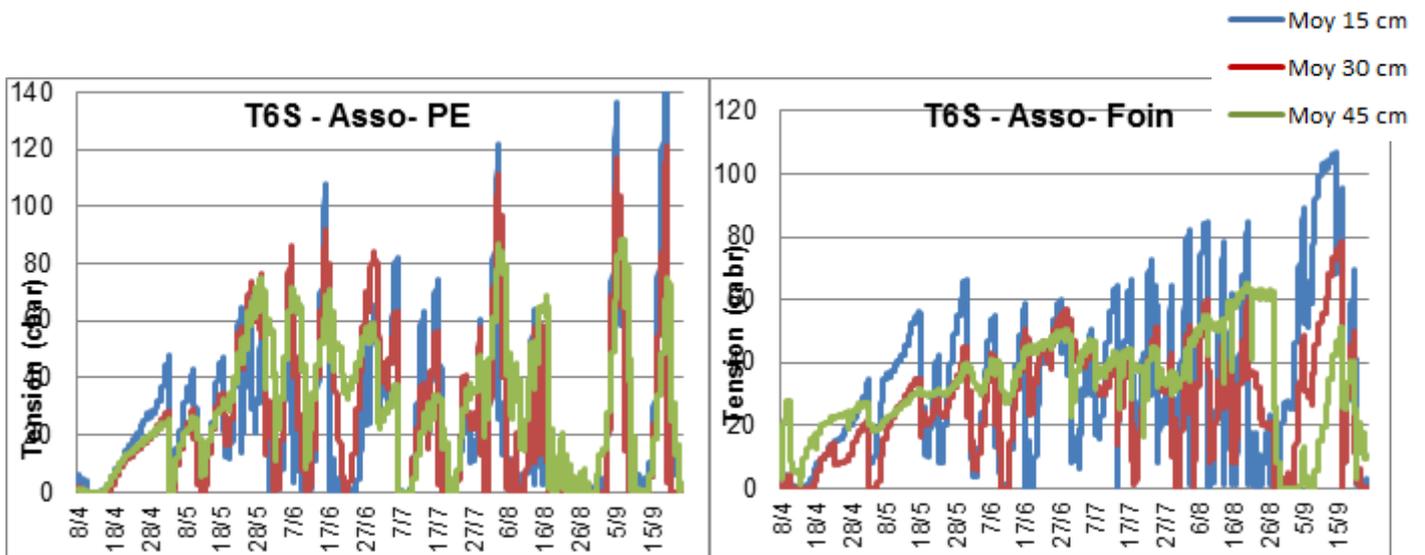
L'utilisation de sondes Watermark pour piloter l'irrigation nous a conduits à adapter les apports d'eau sous le foin. Si l'irrigation par aspersion, de l'ordre de 300 mm pendant la durée de la culture, est la même partout, les apports d'eau par goutte à goutte ont été réduits de 17% sous le foin : on a apporté 160 mm d'eau par goutte à goutte sous le foin contre 193 mm sur paillage plastique.

3.1.3 Mesures de l'azote minéral du sol (et plantes)

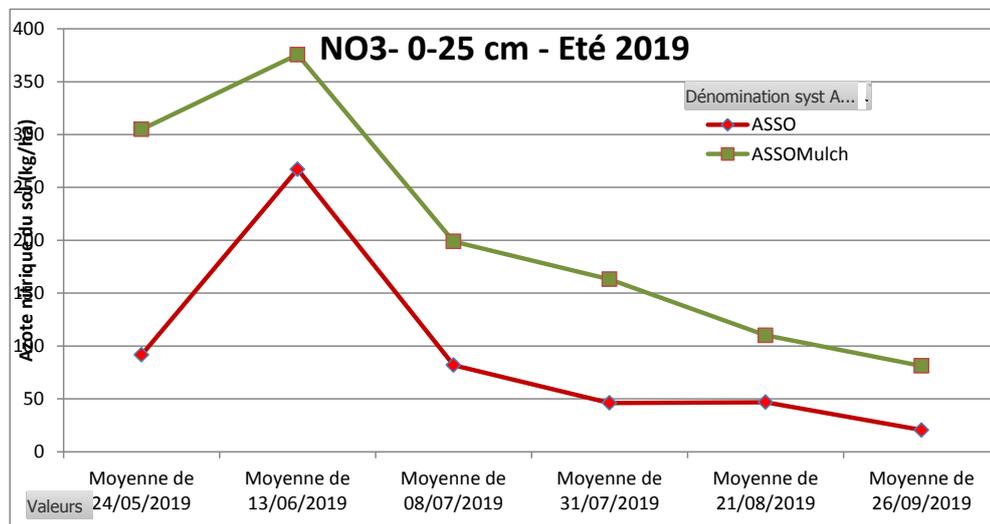
* Azote nitrique sur 0-25 cm

Les mesures d'azote nitrique dans l'horizon supérieur réalisées de façon régulière pendant la culture révèlent des différences entre le traitement « ASSOMulch » sur foin et ASSO sur plastique. Les quantités d'azote nitrique augmentent après la plantation jusqu'à des maximas élevés, de l'ordre de 250 kg/ha sur la modalité sur paillage plastique, et 375 kg/ha sur la modalité foin de luzerne, en lien avec la minéralisation de l'azote du sol et des engrais apportés. Les quantités diminuent à partir de la mi-juin, qui correspond aux débuts de récolte des aubergines et poivrons.

Les mesures montrent que la présence de foin de luzerne a occasionné environ 100 unités de nitrates de plus dans l'horizon 0-25 cm du sol à partir de la mi-mai, puis 50 unités de plus à partir de fin août dans (graphique 3). L'effet du foin de luzerne est significatif. Ces résultats montrent donc que le foin de luzerne apporté pour la 2^{ème} année contribue significativement à la fourniture d'azote (arrière effet de l'apport du printemps 2018 enfoui à l'automne + effet de l'apport du printemps 2019 en surface), et compense largement l'apport d'engrais réduit de 50 kgN/ha.



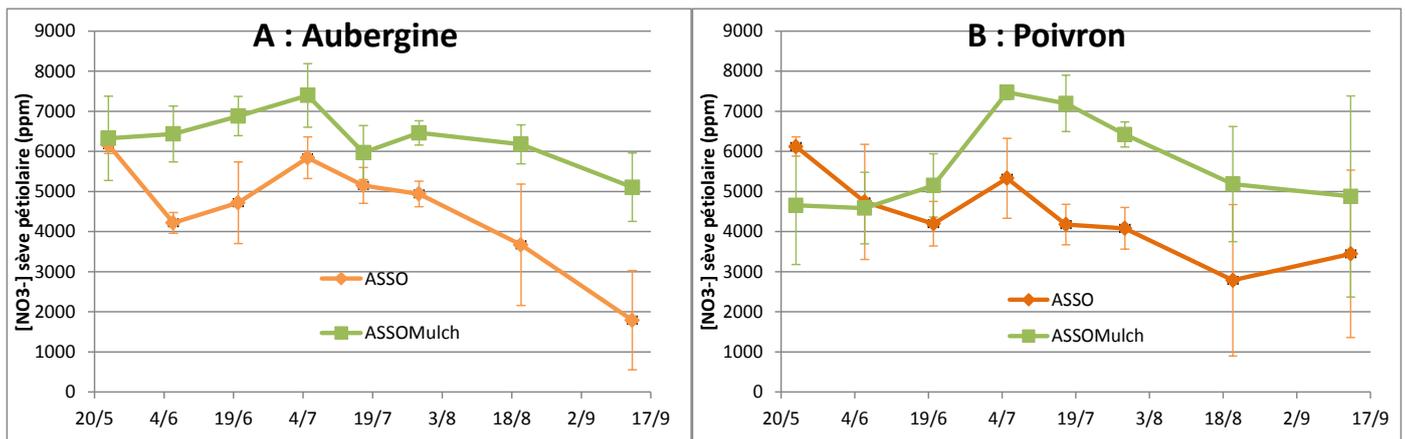
Graphique 2 : Courbes des sondes tensiométriques installées dans les différentes modalités de l'essai



Graphique 3 : Quantité d'azote nitrique du sol dans l'horizon 0-25 cm pendant la culture 2019

*** Azote nitrique du jus pétioleaire**

Cette mesure, basée sur la méthodologie PILAzo, reflète le statut de nutrition azotée des plantes. Les valeurs sont restées élevées sur chacune des cultures pendant toute la saison, l'azote n'ayant été limitant sur aucune des modalités d'après les références Pilazo (grilles de pilotage aubergine et poivron, Ctifl). Le suivi réalisé sur les cultures montre que les aubergines étaient significativement plus alimentées en azote sur la modalité foin (ASSOMulch) à partir de juin et ce jusqu'à la fin de la culture (graphique 4A). De même, sur la culture de poivron, la sève des pétioles est significativement plus concentrée en nitrates dans la modalité sur foin à partir du 19 juin (graphique 4B). Le foin de luzerne a donc positivement contribué à la nutrition des plantes, ce qui conforte les résultats d'analyse de nitrates dans le sol.



Graphique 4 : Concentration en azote nitrique (ppm) de la sève pétiolaire des plantes pendant la culture d'aubergine (A) et poivron (B)

3.2 Performances culturales :

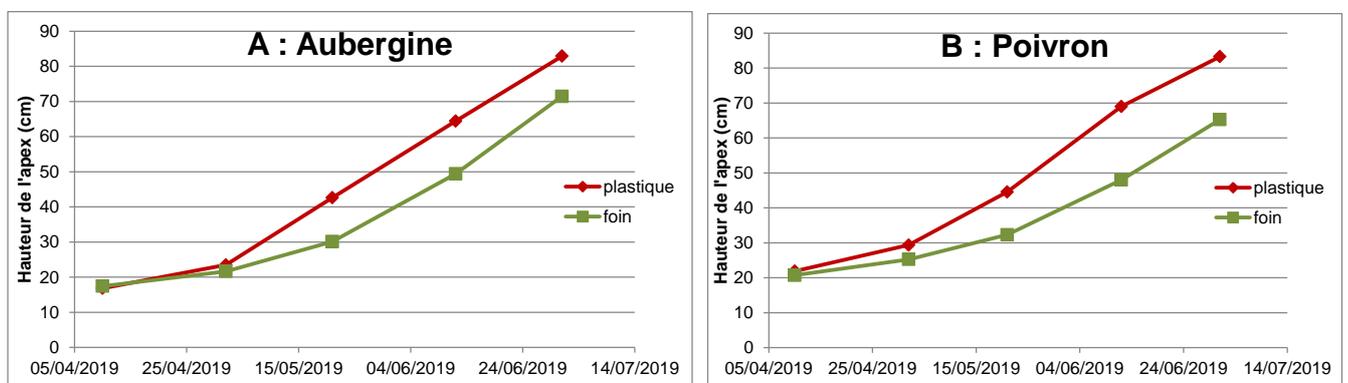
3.2.1 Croissance de la culture

Dès le début de la culture, les plantes d'aubergine et poivron montrent un retard de croissance sur la modalité mulch par rapport au paillage plastique (graphique 5). Pour l'aubergine, la différence de hauteur de plante est de l'ordre de 12 cm entre le mulch et le paillage plastique (photo) et tend à diminuer à partir de juillet. Pour le poivron, la différence est plus importante, comprise entre 15 et 20 cm, et sont statistiquement significatifs à chaque date.

Ces différences de croissance peuvent être largement attribuées aux moindres températures sous le foin de luzerne par rapport au paillage plastique. Le concombre, exigeant en chaleur, a été particulièrement pénalisé par des températures plus faibles, mais sans doute également par l'excès d'eau marqué sous le foin au début de la culture.



Retard de croissance des aubergines et poivrons sur mulch de transfert (à droite) par rapport au paillage plastique (à gauche)



Graphique 5 : Croissance des plantes d'aubergine (A) et poivron (B) dans chaque modalité au cours du temps

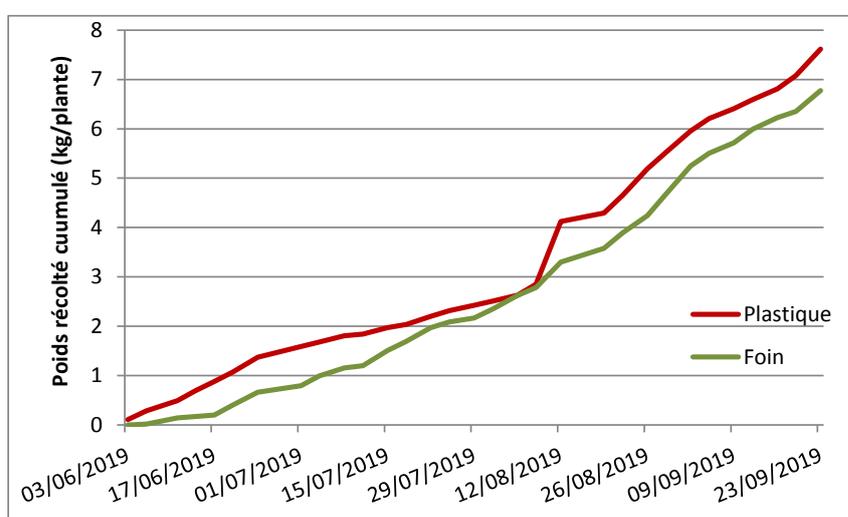
3.2.2 Rendement des cultures

* Rendement de la culture d'aubergine

L'analyse des courbes du rendement total cumulé en fruits sur les différents traitements (graphique 6) montre les évolutions suivantes au cours du temps :

- La croissance initiale des plantes a été ralentie sur les modalités « mulch » du fait du moindre réchauffement du sol. Le décalage est de 15 jours environ au début de la culture, puis de 8-10 jours à partir de la mi-août.
- A partir de début juillet, les pentes de production sont similaires entre « ASSO » et « ASSOMulch », ce qui signifie que, passé le retard initial, les plantes produisent au même rythme sur les 2 modalités.
- Il y a eu une forte attaque d'aubergine dans le tunnel qui nous a conduits à ôter tous les fruits sur les plantes début juillet et pratiquer des aspersion plus fréquentes pour relancer les plantes. Ceci s'est traduit par un très net ralentissement de la production d'aubergines jusqu'à début août, visible sur les courbes.

Sur la durée de la culture, l'aubergine a produit 7,6 et 6,8 kg/plante sur les modalités « paillage plastique » et « Mulch de foin de luzerne » respectivement. La différence n'est cependant pas statistiquement significative.



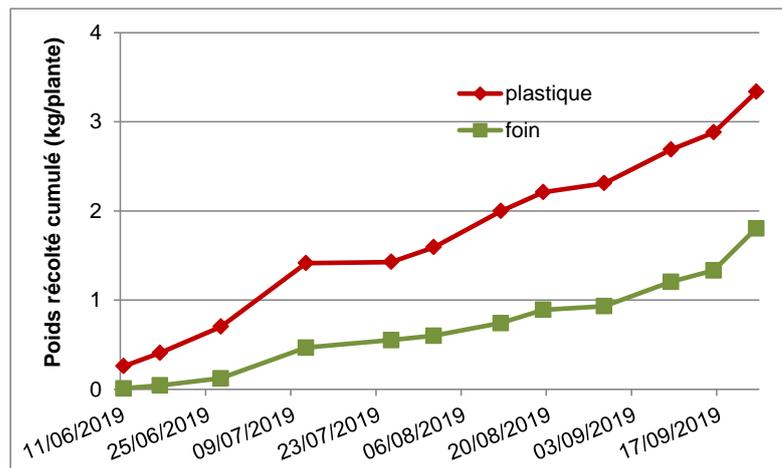
Graphique 6 : Rendement total cumulé des fruits d'aubergine sur la totalité de la période de récolte

Les rendements commercialisables sont assez élevés par rapport à la production totale, car le pourcentage de fruits déclassés, lié à des déformations de fruits et des dégâts d'escargots et d'acariens, est seulement compris entre 4 et 8% pour toutes les modalités. Le rendement commercialisable est de 7,2 et 6,3 kg/plante sur les modalités « paillage plastique » et « Mulch de foin de luzerne » respectivement. Le foin de luzerne, en limitant le développement initial des plantes et en retardant ainsi le début de la récolte, a pénalisé le rendement commercialisable par rapport au paillage plastique, avec un impact de 10% environ, l'effet est statistiquement significatif (Test de 2 échantillons appariés (Wilcoxon)).

* Rendement de la culture de poivrons

L'observation des courbes de rendement total cumulé du poivron sur les 2 modalités (graphique 7) montre que les poivrons sur les modalités « mulch » commencent à produire environ 15 jours après les modalités sur plastique. 1 mois après le début des récoltes, la différence de rendement est de 0,9 kg/plante environ, mais elle s'accroît ensuite. Les températures de sol inférieures sous foin de luzerne (voir 3.1.1) ont ralenti la croissance initiale des plantes, et les plantes n'ont pas rattrapé le retard par la suite. Le rendement total produit est de 3,3 et 1,8 kg/plante sur les modalités plastique et foin de luzerne respectivement. La différence est statistiquement significative ($p=0,006$, Test de 2 échantillons appariés Wilcoxon).

Le déclassement des poivrons représente 9,8% de la production sur plastique et 11,8% sur foin de luzerne, lié à des problèmes de coups de soleil, dégâts de ravageurs (escargots et noctuelles) et déformations de fruits. Le pourcentage de déchets est statistiquement plus élevé sur mulch de foin de luzerne, en lien avec un taux de fruits déformés plus importants.



Graphique 7 : Rendement total cumulé des fruits de poivron sur la totalité de la période de récolte

3.2.3 Productivité globale des systèmes

Sur les cultures de l'été 2019, la production de biomasse sèche totale (fruits+plantes) est significativement supérieure sur la modalité sur plastique avec 1,07 kgMS/m², contre 0,93 pour la modalité sur foin. Il résulte de l'impact négatif du foin de luzerne sur le rendement en fruits des poivrons (et, en tendance, sur celui de l'aubergine même si la différence n'est pas significative).

3.3 Gestion des adventices :



Levée d'adventices (*setaria adhaerens*) sur le foin



Adventices sur l'IR du plastique (dicotylédones)

Le mulch permet de créer une barrière physique efficace contre la levée des adventices, à la fois sur le rang et l'inter-rang. Néanmoins, au cours du temps, alors que l'épaisseur de la couche de foin diminue progressivement, certains adventices se développent et passent au travers. Il s'agit essentiellement de graminées (*setaria adhaerens*), qui se développent sur les bords de tunnel (photo). Cette observation est conforme à celle obtenue l'an dernier.

CONCLUSION :

La deuxième année d'essai a donné des résultats significatifs des avantages et inconvénients potentiels de l'utilisation de foin de luzerne comparativement à un paillage plastique.

Le foin de luzerne, comme observé en 2018, est à l'origine d'un décalage de production lié à un réchauffement de sol plus lent qui pénalise le rendement précoce. Celui-ci est partiellement compensé sur la culture d'aubergine, mais ne l'est pas sur la culture de poivron. Il contribue positivement à la nutrition azotée des cultures à partir de la mi-mai, et permet de diminuer les apports d'eau par irrigation. Il permet par ailleurs de maîtriser quasi totalement les adventices.

L'an prochain, le foin de luzerne sera comparé à la paille de graminées et au compost de déchets verts pour appréhender les différences entre plusieurs paillages organiques.

Cette action a reçu le soutien financier de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, et de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



ANNEE DE MISE EN PLACE : 2018 - ANNEE DE FIN D 'ACTION : non définie

ACTION : nouvelle ●

en cours ○

en projet ○

Renseignements complémentaires auprès de : H. Védie - GRAB BP 11283 84911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 – E-mail : helene.vedie@grab.fr

Mots clés : Maraîchage – Agriculture Biologique - Tunnel - Mulch organique - Foin de luzerne

Date de création de cette fiche : mai 2020