

## Rapport technique d'expérimentation - Maraîchage - 2020

### Etude de 3 paillages organiques sur une culture de courge

Hélène VEDIE – Abderraouf SASSI – Priscille GELLY – Laura AFFRIAT - Renaud BRIAS

#### Résumé :

En 2020, nous avons comparé 3 paillages organiques différents : foin de luzerne, paille de graminée et compost de déchets verts sur une culture de courges butternut, en plein champ.

Les 3 paillages organiques testés en couches de 6 à 10 cm d'épaisseur ont permis de réduire l'utilisation d'eau par rapport au témoin sol nu, et assuré la maîtrise quasi totale des adventices, alors que le pourpier s'est beaucoup développé dans le témoin. Le rendement des courges est également amélioré, notamment avec le foin et la paille, avec un rendement commercialisable de 3,3 kg/m<sup>2</sup>, contre 2,6 sur compost de déchets verts et 2,3 sur sol nu.

Ces alternatives au plastique sont donc tout à fait intéressantes pour la courge. L'essai sera reconduit en 2021 de façon à évaluer l'impact de ces pratiques sur 2 années consécutives.

#### 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, est d'utiliser un mulch dit « de transfert », ou paillage organique. 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. Il peut être utilisé sous forme sèche (paille, foin) pour avoir de la souplesse sur les dates d'utilisation. 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 2018 et 2019, un essai a été mis en place pour étudier l'impact d'un mulch de foin de luzerne en culture d'été sous abri. Cette année, nous avons comparé 3 paillages organiques différents : foin de luzerne, paille de graminée et compost de déchets verts sur une culture de courges, en plein champ.

#### 2- MATERIEL ET METHODES

##### 2.1 Dispositif expérimental :

**Site : Parcelle plein champ** en AB – Station expérimentale du GRAB à Avignon (84)

Sol limono-argileux calcaire profond

Surface de l'essai : 200 m<sup>2</sup> (4 m x 50 m)

**Dispositif :** Essai à 4 modalités et 4 répétitions (2 blocs et 2 sous blocs) : voir plan d'essai en annexe.

- **Paillage de foin de luzerne** : foin disposé en couche de 10 cm d'épaisseur
- **Paillage de paille de graminée** : paille disposée en couche de 10 cm d'épaisseur,
- **Compost de déchets verts** : couche de 6 cm d'épaisseur
- **Témoin sol nu**
- 4 placettes de 8 plantes par modalité

##### 2.2 Conditions de culture :

- Plantation : 3 juin 2020
- Culture : courge variété Havana AB. Rangs distants de 2 m et plantes tous les 50 cm sur le rang : densité de 1 plant/m<sup>2</sup>
- Fertilisation : 3 t/ha de 4-8-10 (ABFlor) soient 120 N / 240 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / 300 K<sub>2</sub>O le 25 mai
- Irrigation goutte à goutte (2 rampes/rang de culture) + ajout 2 rampes sur témoin sol nu le 17/06
- Récolte : 15 septembre

Les paillages organiques sont disposés après travail du sol et avant plantation.

## **2.3 Mesures et observations :**

### **Caractérisation des matières organiques utilisées en paillage**

Analyse teneur en C, N, P, K.

### **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 ; Enregistrement volumes d'eau par irrigation
- **Mesures de l'azote minéral du sol** :  
Azote nitrique sur 0-25 cm : échantillons composites de 15 prélèvements par parcelle élémentaire (soit 2 répétitions par modalité) toutes les 3 semaines. Dosage au nitrack + mesure du taux d'humidité.
- **Tea Bag Index** : 3 couples de sachets de thé vert et roïbos par modalité. Pose des sachets à 8 cm de profondeur le 10 juin, retrait le 15 septembre.

### **Suivi des performances des cultures :**

- Suivi du développement des plantes et de la vigueur au cours de la croissance
- Indicateur de nutrition azotée : Azote nitrique du jus pétioleaire. Mesures tous les 15 jours sur 12 pétioles de jeunes feuilles adultes/culture prélevés par modalité. Dosage au nitrack
- Mesures des rendements en fruits sur 4 placettes de mesures de 8 plantes par modalité

### **Suivi des adventices :**

- Densité adventices par espèces 15 jours après plantation : 2 placettes de 0,25 m<sup>2</sup> par parcelle élémentaire, soit 4 répétitions par modalité.
- Appréciation globale de la présence d'adventices pendant la culture, temps de désherbage



Vue de l'essai avant plantation : paille et foin de luzerne sur la planche de gauche, compost et témoin sol nu sur la planche de droite

## **3- RESULTATS :**

### **3.1 Caractérisation des paillages organiques :**

La composition des différents paillages organiques utilisés figure dans le tableau 1. Le foin de luzerne et le compost de déchets verts sont caractérisés par un C/N de l'ordre de 20 alors que la paille de graminée a un C/N de 108. Le foin de luzerne a des teneurs en azote et phosphore plus importantes que la paille, et le compost a la teneur en phosphore la plus importante avec 5,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par kg de produit brut. Pour les doses épandues, correspondant selon les paillages à 6 ou 10 cm de hauteur, les quantités de nutriments

apportées sont très élevées, notamment pour le compost de déchets verts. Mais la cinétique de libération sera plus (foin) ou moins (compost) rapide selon les produits.

**Tableau 1: Caractéristiques des paillages organiques (analyses AUREA)**

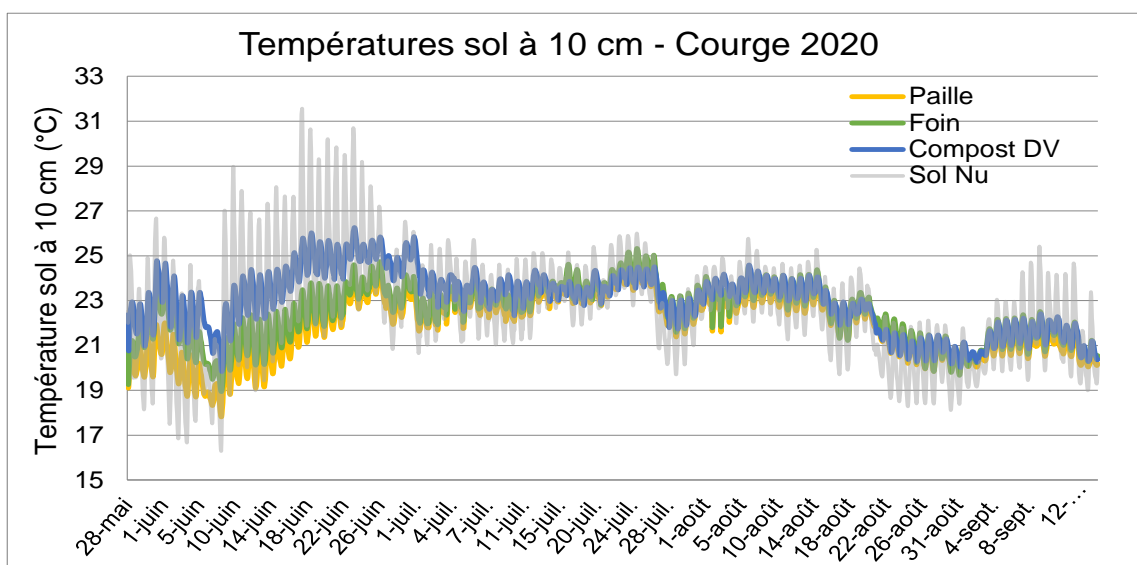
Produit organique	Dose épandue (t/ha)	C/N	Teneurs (g/kg produit brut)			Quantités de nutriments apportées (u/ha)		
			N total	P2O5	K2O	N total	P2O5	K2O
Compost déchets verts	210	20,4	8,1	5,5	18,5	1701	1155	3885
Paille de blé	23	108	4,2	0,6	16,3	96	14	375
Foin de luzerne	32	21,9	20,4	2,7	13,0	654	85	416

### 3.1 Indicateurs sol :

#### 3.1.1 Températures du sol :

Les températures de sol à 10 cm de profondeur sont globalement plus élevées sous le compost, puis le foin et la paille, notamment pendant le mois de juin où elles sont inférieures aux températures mesurées sous sol nu (graphique 1). Ils limitent à la fois les températures maximales et minimales par rapport au sol nu et ont donc un effet isolant.

On distingue 3 périodes distinctes : **de la fin mai à la mi-juillet**, les différences entre modalités sont importantes, les températures moyennes étant assez proche entre le compost et le sol nu, et supérieures au foin, ce dernier ayant une température supérieure à celle de la paille. **A partir du 15 juillet**, il y a peu de différences entre les différents paillages, et moins d'amplitude que par rapport au sol nu. **A partir de la fin août**, les températures de sol montrent à nouveau un effet isolant des paillages qui conservent la chaleur et ralentissent l'effet de températures minimales plus basses visibles sur le sol nu.



**Graphique 1** : Températures sol à 10 cm sous les différents paillages organiques et sol nu

Le tableau des valeurs de température moyenne, minimale et maximale sur les 3 périodes (tableau 1), permet de quantifier les différences. De fin mai à mi-juillet, la paille limite le réchauffement du sol de 1,5 degré en moyenne, le foin de 1°C, alors le compost n'a pas d'impact. Il n'y a plus de différence de température moyenne à partir du 15 juillet. Les 3 paillages ont un effet tampon en limitant l'échauffement en journée, et le refroidissement la nuit.

**Tableau 2 : Températures moyennes, minimales et maximales sur différentes périodes de la culture**

		Paille	Foin	Compost	Sol nu
28/05 - 14/07	T° moy	21,7	22,4	23,6	23,3
	T° mini	21,0	21,7	22,8	20,7
	T° maxi	22,5	23,2	24,5	26,3
16/07-20/08	T° moy	23,1	23,4	23,4	23,2
	T° mini	22,5	22,8	22,9	21,9
	T° maxi	23,6	24,0	23,9	24,6
21/08-15/09	T° moy	20,9	21,2	21,2	20,9
	T° mini	20,4	20,6	20,7	19,4
	T° maxi	21,4	21,8	21,7	22,7
Durée de culture	T° moy	22,0	22,5	23,0	22,7
	T° mini	21,4	21,8	22,4	20,8
	T° maxi	22,6	23,1	23,6	24,9

### 3.1.2 Humidité du sol et irrigation :

L'utilisation de sondes Watermark pour piloter l'irrigation nous a conduits à adapter les apports d'eau sur la modalité témoin sol nu, qui était nettement plus sèche, et où la courge montrait des signes de manque d'eau. Nous avons donc mis en place le 17 juin (2 semaines après plantation) un 2<sup>ème</sup> réseau d'irrigation goutte à goutte de façon à pouvoir apporter de l'eau sur les parcelles témoin uniquement lorsque cela était nécessaire. Au total, 370 et 384 mm d'eau ont été apportés sur les modalités paillages de foin et paille d'une part et compost de déchets verts d'autre part et 403 mm sur le témoin sol nu. L'économie d'eau n'a donc été que de 5% sur les paillages organiques, mais au vu des courbes tensiométriques (annexe 2), le sol nu aurait pu être arrosé de façon un peu plus importante.

Les courbes des valeurs tensiométriques sous les différents traitements et aux différentes profondeurs sont présentées en annexe 2.

Les tensions sont restées basses jusqu'à la fin juin, puis ont oscillé entre 0 et 70 cbar.

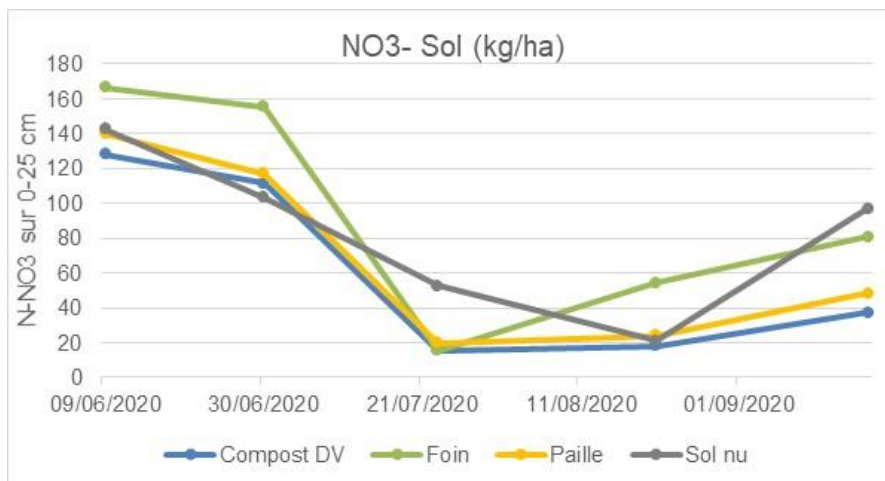
On a peu de différences entre les modalités foin et paille à 15 cm et 45 cm de profondeur. A 30 cm, on a des tensions en tendance plus faibles sur la modalité paille que sur la modalité foin, traduisant un sol globalement plus humide sous le paillage de paille.

La comparaison des tensions sous le compost de déchets verts et le témoin sol nu montre que : 1) à 15 cm de profondeur, le sol est resté plus sec sous sol nu, malgré une irrigation un peu plus importante sur cette modalité, mais cette tendance s'inverse à partir du mois d'août, 2) les tensions sont proches à 30 et 45 cm de profondeur, mais avec des oscillations plus importantes sous le sol nu, notamment en 2<sup>ème</sup> partie du cycle de culture.

Le compost de déchets verts semble donc le paillage le plus à même de tamponner et de conserver l'humidité, suivi par la paille puis le foin.

### 3.1.3 Mesures de l'azote minéral du sol : Azote nitrique sur 0-25 cm

Les mesures d'azote nitrique dans l'horizon supérieur réalisées de façon régulière pendant la culture révèlent peu de différences entre les différents paillages : les teneurs sont élevées, entre 100 et 165 kg/ha, pendant le mois de juin, baissent rapidement au cours du mois de juillet à des valeurs inférieures à 60 kg/ha, pour remonter légèrement à la fin de la culture, notamment sur les modalités sol nu et foin de luzerne (graphique 2). En tendance, les valeurs sont globalement légèrement plus élevées, de 30 à 40 kg/ha, sous le foin de luzerne par rapport aux autres modalités, ce qui peut laisser penser que le foin libère un peu de son azote pendant la culture de courges. Cet effet du foin de luzerne à relativement court terme avait été observé en 2018 et 2019 pour des cultures d'été sous abri (voir compte-rendus L18-PACA- 1101-03 et L19-PACA-1101-03).



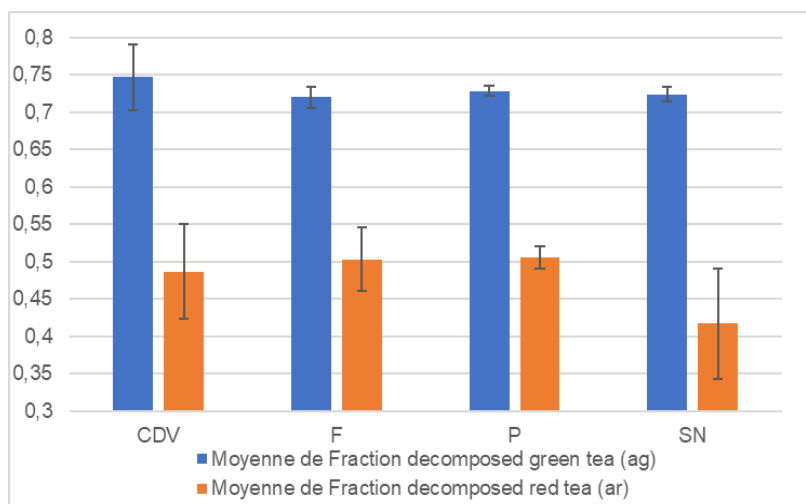
**Graphique 2 :** Quantité d'azote nitrique du sol (kg/ha) dans l'horizon 0-25 cm pendant la culture

### 3.1.4 Tea Bag Index

La méthode (cf <http://www.teatime4science.org/>) permet d'estimer 2 indicateurs de l'évolution de la MO dans le sol : le taux de décomposition k et l'indice de stabilisation S. k donne la rapidité de la décomposition des fractions de MO labiles, et S la part de MO restant dans le sol sous des formes stables.

Dans notre cas, le calcul de l'indice k n'a pas été possible car le roïbos était trop décomposé par rapport au référentiel de la méthode : il aurait fallu retirer les sachets avant 3 mois de présence dans le sol.

Nous avons donc calculé les indices de décomposition des 2 types de thé : le thé vert, plus labile, et le roïbos, plus récalcitrant à la décomposition. Il n'y a pas de différence significative des taux de décomposition entre les modalités. En tendance, la décomposition du thé vert est légèrement plus importante pour le compost, et celle du roïbos, pour le sol nu. Mais les écart-types sont importants et le nombre de répétitions (3) trop faible pour mettre en évidence des différences.



**Graphique 3 :** Fractions de thé vert et Roïbos décomposées en 3 mois sous les modalités CDV (Compost), F (foin), P (paille) et SN (Sol Nu)

## 3.2 Performances culturales :

### 3.2.1 Croissance de la culture

Les plants ont démarré rapidement après la plantation. Au démarrage, ils sont plus développés sur les paillis organiques, car le sol nu était plus sec avant la mise en place d'une irrigation complémentaire sur cette modalité (voir photos page suivante). A partir de la mi-juillet, les plantes étaient visuellement plus vigoureuses sur la modalité foin que sur les autres.





CDV (haut) et Sol nu (bas)

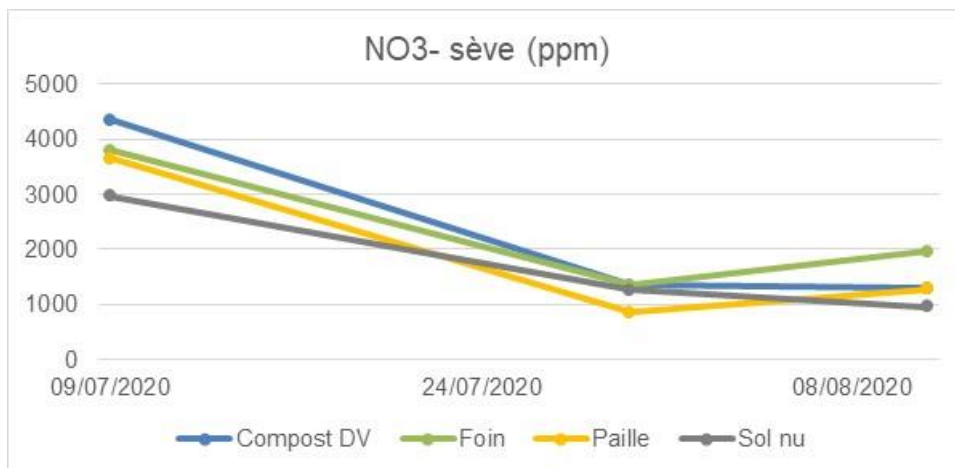
Foin (haut) et Paille (bas)

**Vues de la culture de courge sur les différentes modalités 3 semaines après plantation**

**3.2.2 Azote nitrique du jus pétioleire**

Cette mesure, basée sur la méthodologie PILAzo, reflète le statut de nutrition azotée des plantes. Elle a été réalisée à 3 dates. Les différences sont peu marquées entre les modalités (graphique 4) et ne sont pas toujours en adéquation avec les mesures des niveaux d'azote nitrique dans le sol. Au début de la culture, la teneur en azote nitrique de la sève est plus élevée pour le compost de déchets verts, et en fin de culture, pour le foin de luzerne. Les courges sur sol nu ont globalement des teneurs en NO<sub>3</sub> pétioleires plus faibles.



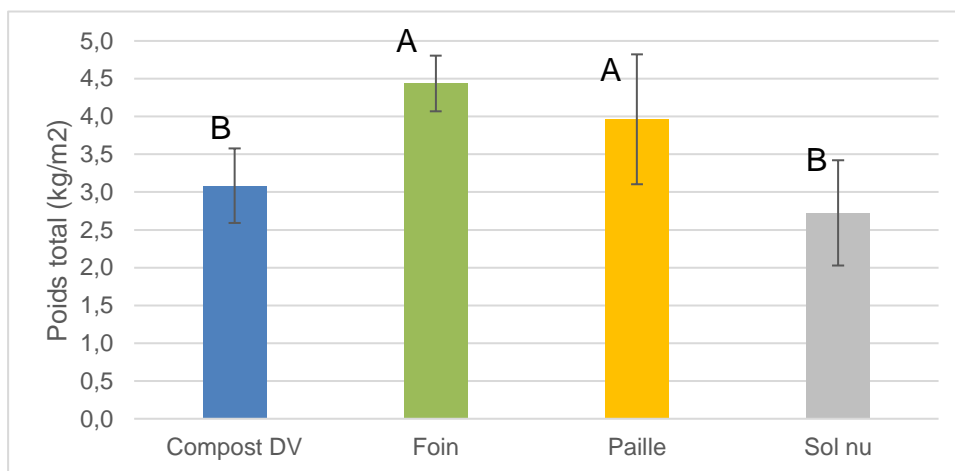


**Graphique 4** : Concentration en azote nitrique (ppm) de la sève pétiolaire des plantes pendant la culture

### 3.2.3 Rendement

Le poids total de courges récoltées est supérieur sur les modalités Foin (4,4 kg/m<sup>2</sup>) et Paille (4 kg/m<sup>2</sup>) que sur les modalités Compost de déchets verts (3,1 kg/m<sup>2</sup>) et sol nu (2,7 kg/m<sup>2</sup>). La différence est statistiquement significative (graphique 5).

Le rendement commercialisable est également statistiquement différent avec le même classement des modalités, et un rendement légèrement supérieur sur compost que sur sol nu. Il résulte à la fois d'un nombre de fruits commercialisables plus important pour les modalités foin et paille, 2,4 fruits/m<sup>2</sup> en moyenne contre 1,9 pour les modalités compost et sol nu, et d'un poids moyen plus élevé sur les paillages organiques, avec 1,4 kg/fruit sur les paillages organiques, contre 1,1 kg/fruit sur sol nu.



**Graphique 5** : Rendement total des courges sur les différentes modalités

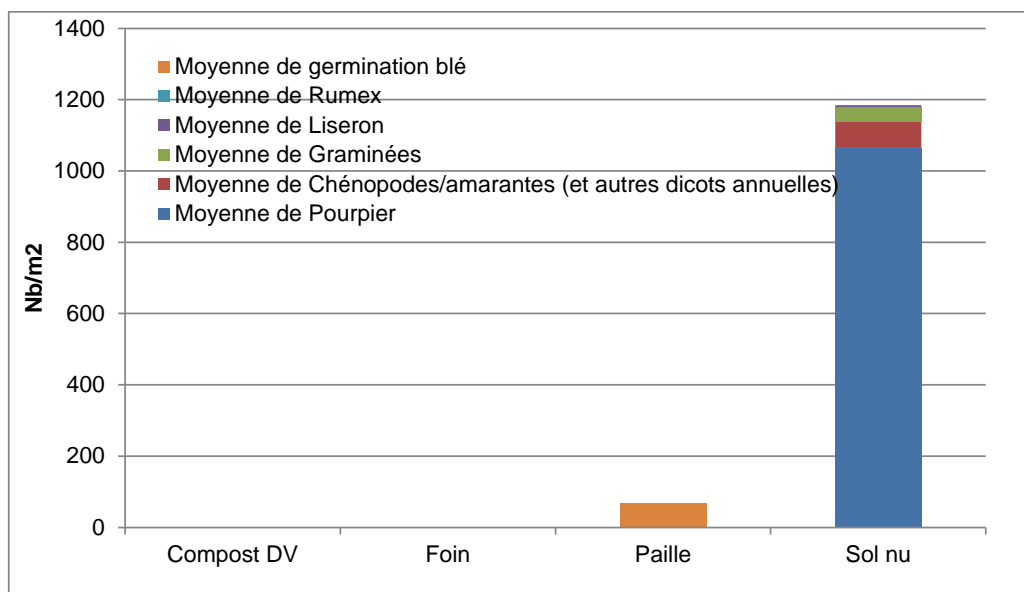
Les lettres représentent des groupes statistiques différents selon le Test de Newman Keuls au seuil de  $p=0,05$

### 3.3 Gestion des adventices :

Les paillages organiques ont permis de créer une barrière physique efficace contre la levée des adventices, en réduisant de 100% le nombre de plantules 15 jours après plantation. Sur la modalité sol nu, le nombre de plantules s'élève à 1200/m<sup>2</sup>. Elles sont essentiellement composées de pourpier (90%), ainsi que d'amarantes, chénopodes et graminées (graphique 6). On n'a quasiment aucune plantule sur les paillages organiques, sauf sur la paille où des germinations de blé sont apparues. Ce paillage n'était donc pas indemne de graines... Les photos en page 6 illustrent la présence des différentes plantules sur les modalités.

Au cours du temps, alors que l'épaisseur de la couche de paillage diminue progressivement, ou sur les zones où il est un peu moins épais, certaines adventices parviennent à se développer. On note la présence éparse de liseron sur les 3 paillages organiques, et quelques « nids » de pourpier dans les zones moins épaisses.

Les différences de densité d'adventices ont conduit à passer l'équivalent de 190 h/ha au désherbage manuel (raclette) sur la modalité sol nu, contre l'équivalent de 15h/ha sur les modalités paillages organiques.



**Graphique 6** : Densité d'adventices et répartition par espèces 15 jours après plantation

## CONCLUSION :

Utilisés en paillage de cultures d'été en plein champ, les paillages organiques n'ont pas d'effet négatif sur la précocité des cultures, contrairement à ce que nous avons pu l'observer avec des paillages précoces (mars) sous abri en 2018 et 2019. Les 3 paillages testés ont permis de tamponner la température du sol et de limiter l'irrigation par rapport à un sol nu, et de limiter très efficacement les adventices. A court terme, les effets sur la disponibilité de l'azote ou l'activité biologique du sol (TBI) ne sont pas très marqués. On a par contre des résultats différenciés sur le rendement de la courge, avec de meilleurs résultats pour le foin de luzerne et la paille.

L'essai sera reconduit en 2021, avec répétition des mêmes modalités sur les mêmes parcelles élémentaires de façon à conforter ces observations et mesurer un éventuel effet du cumul de 2 années de pratiques.

*Etude réalisée avec le concours financier de l'agence de l'eau RMC et de la région PACA*



**COPREAU : des COuverts végétaux pour Préserver la Ressource en EAU**

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2018 - ANNEE DE FIN D'ACTION : 2020

ACTION : nouvelle ○

en cours ●

en projet ○

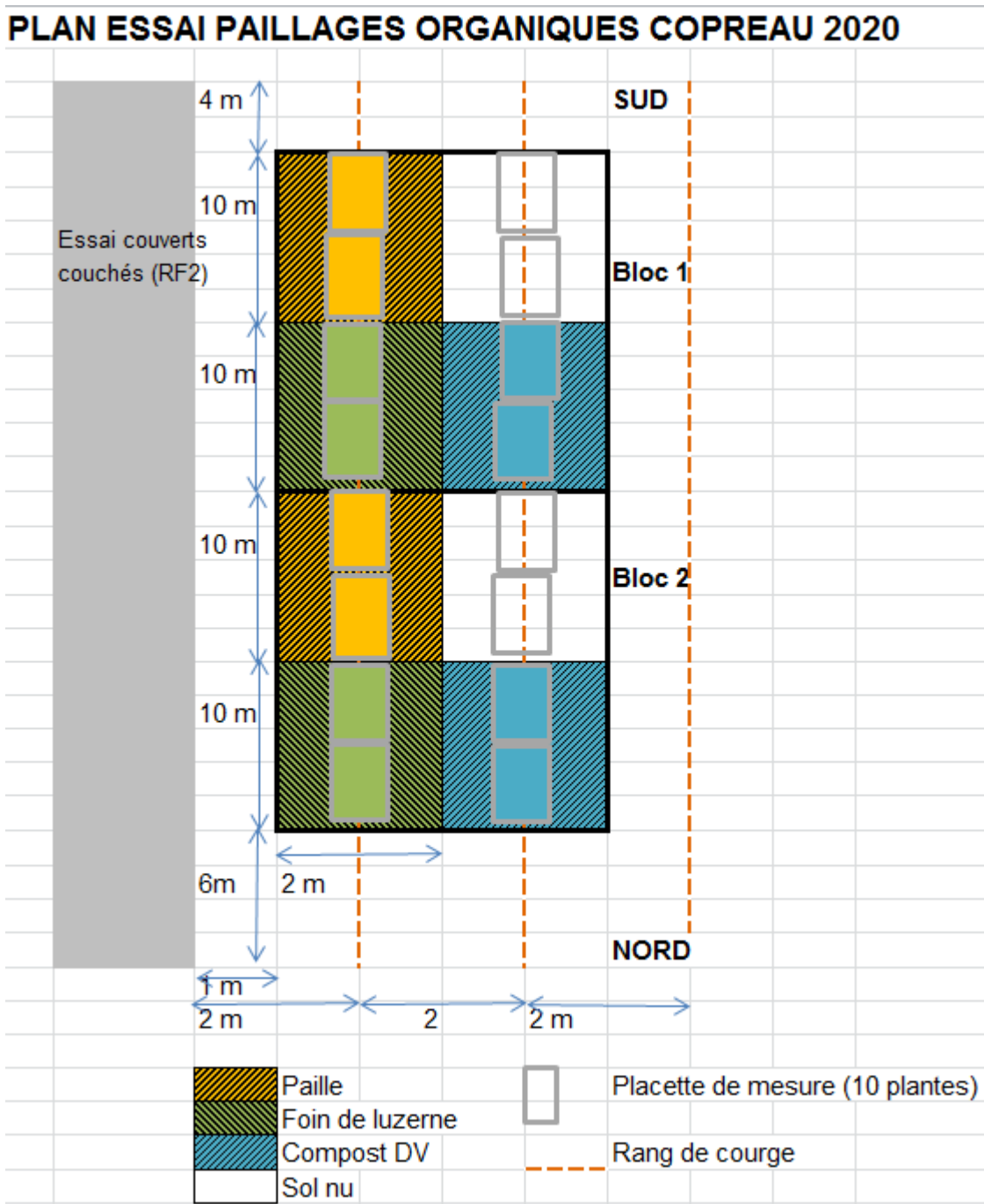
Renseignements complémentaires auprès de : H. Védie - GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 – fax : 04 90 84 00 37 – E-mail : helene.vedie@grab.fr

**Mots clés** : Maraîchage – Agriculture Biologique - Mulch organique - Foin de luzerne – Compost de déchets verts – Paille

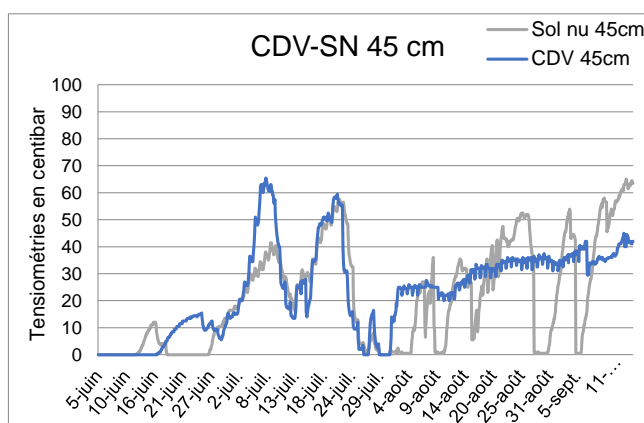
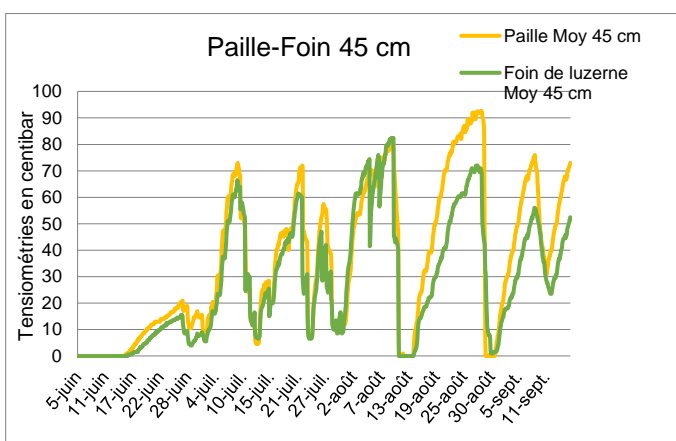
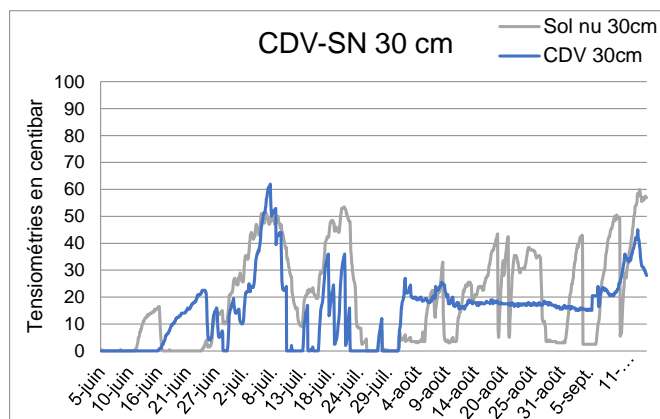
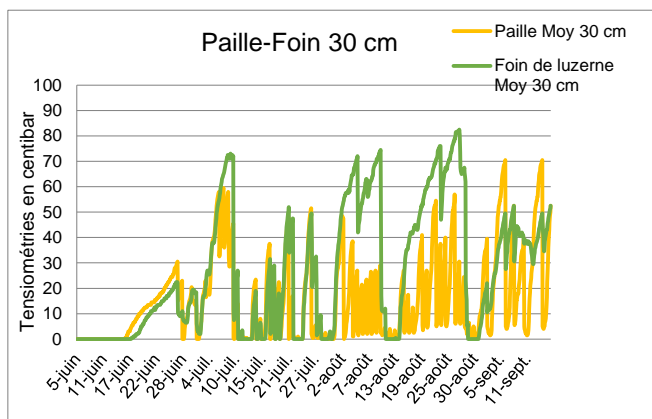
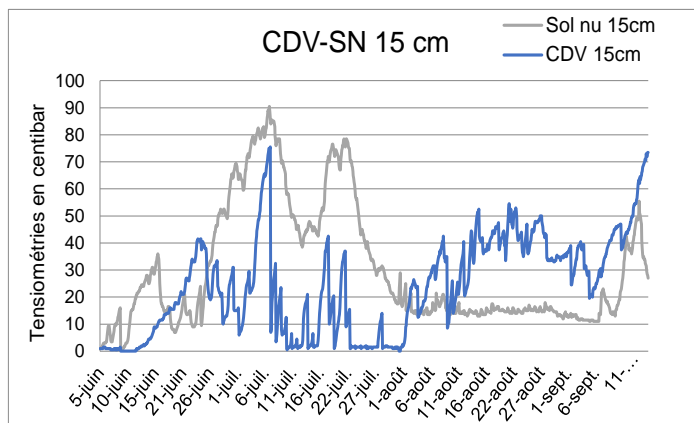
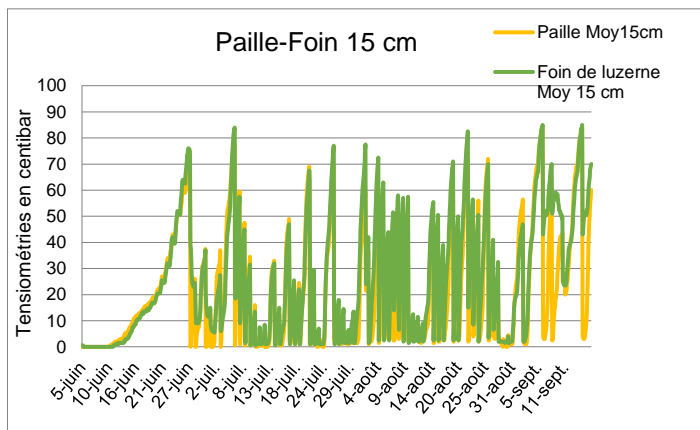
**Date de création de cette fiche** : mai 2021



**Annexe 1 : Plan de l'essai paillages Organiques 2020**



**Annexe 2 : Suivis tensiomètres à 15, 30 et 45 cm de profondeur sur modalités Paille-Foin d'une part, et CDV-Sol nu d'autre part**



**Diffusion :**

**Articles :**

- Article : « Des paillages organiques pour limiter intrants et plastiques ». Biofil n° 131, p.47-49, Sept/oct 2020.
- Résumé de l'essai dans le rapport d'activité 2020 du GRAB
- Diffusion du Compte-rendu sur le site internet [www.grab.fr](http://www.grab.fr) à venir

**Visites :**

- Visite de l'essai le 9 juillet 2020, lors de la journée Portes Ouvertes de la station du GRAB à Avignon – 50 Participants