

Compte-rendu d'essai

EVALUATION DE PAILLAGES BIODEGRADABLES

2021

Cécile Adjamidis (CA34/SudExpé), Madeleine de Turckheim (SudExpé), Rémy Kulagowski (CA34/SudExpé)

Stagiaires SudExpé : Claire Dubois, Chloé Chartier, Maël Guymard

Thème de l'essai

Dans un contexte de relocalisation et de restructuration de la filière de recyclage du plastique agricole, il est aujourd'hui impératif de diminuer l'utilisation de plastique agricole non réutilisable et faiblement recyclable, tels que les paillages plastiques utilisés et jetés chaque campagne en culture de melon.

Une des propositions pour répondre à cette problématique est l'emploi de paillages biodégradables, qui seront dégradés dans le sol après enfouissement. Des essais dans les années 2000 ont montré les limites de l'utilisation de ces paillages en culture de melon, montrant parfois des impacts négatifs sur le rendement commercial, la précocité, ou la répartition des calibres. De nouvelles techniques et matériaux existent aujourd'hui, et des essais sur le terrain sont mis en place pour évaluer leur comportement en conditions de production.

1. Objectif de l'essai

Evaluation de la dégradation de paillages biodégradables pendant le cycle cultural et des impacts sur la production (rendement et qualité) en culture de melon.

2. Matériel et méthodes

Site d'implantation

SudExpé – Site de Marsillargues, Mas de Carrière, 34590 Marsillargues, Parcelle H.

Sol argilo-limoneux calcaire.

Dispositif expérimental

Essai sur 5 rangs 40 mètres linéaires de chacun. 4 répétitions de 9 mètres linéaires par rang.

Conduite de l'essai

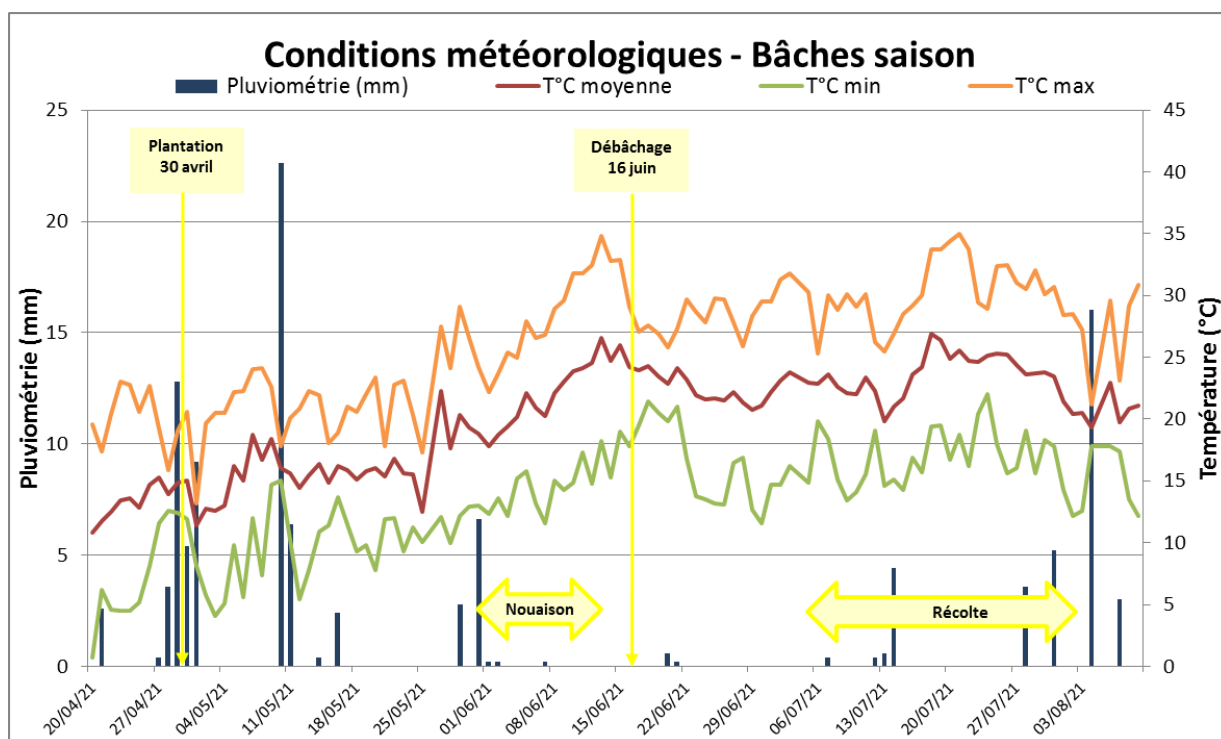
- Paillage : posé le 23/04/2021
- **Plantation : 30/04/2021**, densité de 0,95 plants/m² (60 cm entre plants)
- Variété : SV 6556
- Débâchage : 16/06/2020
- Irrigation goutte-à-goutte T-tape (débit : 1,62 mm/h) : apport de 91 mm
- Fertilisation : 69 UN, 75 UP, 161 UK
- **Récolte : du 05/07/2021 au 02/08/2021**

Modalités évaluées

	Origine	Matière Première	Epaisseur
Bionov B+ noir	Barbier		20 µm
Bionov B+ vert	Barbier		20 µm
Europlastic noir + additif	Europlastic		18 µm
Témoin PE noir	-	Polyéthylène	20 µm
Témoin PE transparent	-	Polyéthylène	20 µm

Concernant la modalité Europlastic noir, un additif est ajouté sur la face supérieure du paillage par le fabricant dans l'objectif de réduire les potentiels dépôts de plastique (paillettes) sur le melon.

Conditions météorologiques



La plantation de ce créneau a été décalée en raison des précipitations de la semaine 16. La plantation s'est réalisée sous la pluie, dans de plutôt bonnes conditions pour la culture.

Les nouaisons ont été assez faibles sur ce créneau, et les plantes étaient très vigoureuses ce qui peut expliquer les calibres globalement élevés à la récolte.

Entre la plantation et la fin de la récolte, un total de précipitations de 108 mm a été enregistré, principalement pendant le mois de mai. La température maximale enregistrée est de 35,4°C (13 juin), la température minimum de 3,4°C (5 mai).

Notations et mesures

Dégradation du paillage

Les notations de dégradation du paillage suivent un protocole commun entre stations expérimentales. A partir de la pose du paillage, les notations suivantes sont réalisées de manière hebdomadaire :

- **Dpf** : dommages occasionnés à la pose du paillage

DPF Dommages occasionnés à la pose et facilité de pose	
Note	Signification
1	Aucune déchirure ni trou. Pose mécanique identique au film témoin
2	Quelques rares trous ou déchirures acceptables. Pose mécanique identique au film témoin
3	Quelques rares trous ou déchirures acceptables. Pose mécanique possible avec vitesse adaptée
4	Pose mécanique possible mais beaucoup de trous ou de déchirures
5	Pose laborieuse, présence de trous ou de déchirure non acceptable en production
6	Pose mécanique impossible (déchirement)

- **Dpex** : dégradation de la partie exposée du film

DPEX Dégradation extérieure du paillage	
Note	Signification
1	0% de sol apparent, film intact
2	Trous ou déchirures ponctuelles et peu importantes, moins de 5% du sol apparent
3	Trous ou déchirures ponctuelles mais importantes, 5 à 15% du sol apparent
4	Trous ou déchirures réparties de façon homogène, 15 à 50% de sol apparent
5	Film en grande partie décomposé ou envolé, + de 50% de sol apparent
6	Plus aucun film, 100% du sol apparent

- **Dpst** : dégradation souterraine du paillage en post-récolte

DPST Dégradation souterraine du paillage	
Note	Signification
1	Film intact
2	Plus de 50% du film visible
3	Moins de 50% du film visible
4	Film complètement dégradé

Effet herbistatique

SAL Salissement	
Note	Signification
1	Aucune adventice
2	Moins de 1% de la surface occupée par des adventices
3	1 à 5% de la surface occupée par des adventices
4	5 à 10% de la surface occupée par des adventices
5	10 à 25% de la surface occupée par des adventices
6	+ 25% de la surface occupée par des adventices

Relevés de température sous le paillage

Quatre sondes de température sont disposées à 10 cm de profondeur sous chaque modalité de paillage. Les mesures sont relevées toutes les 5 minutes, entre le 27 avril et le 5 août 2021.

Production

- **QF Qualité des fruits**

Le calibre est effectué après chaque récolte, quatre fois par semaine, entre le 05 juillet et le 2 août 2021.

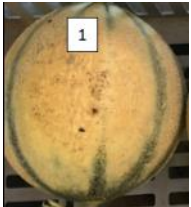
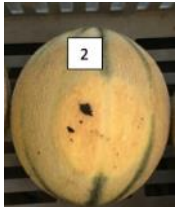
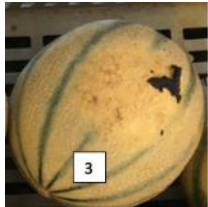
Chaque fruit est pesé et classé selon 3 catégories, permettant de calculer ainsi la productivité (rendement, calibre, précocité) et évaluer la qualité de la production (catégorie commerciale, présence de paillettes plastiques).

Définition des catégories		
Catégorie 1 Aucun défaut – défaut négligeable	Catégorie 2 Léger défaut – commercialisable	Catégorie 3 Défaut important – Déchet
		1 Pourriture
		2 Fentes de plus de 2 cm ou chair visible
		3 Coup de soleil important
		4 Tâche fluo plus grande qu'une pièce de 2 euros
		5 Déformation importante

Echelle des calibres retenue : Calibre 21-18 (fruit < 550g), Calibre 15 (550 à 800g), Calibre 12 (800 à 1150g), Calibre 11 (1150 à 1350g), Calibre 9 (1350 à 1750g).

- **QFP Qualité des fruits liée aux paillettes**

Les paillages plastiques biodégradables peuvent laisser des résidus (paillettes) sur les fruits en contact avec le film.

Notation de la qualité des fruits liée aux paillettes				
Note	0	1	2	3
Signification	Absence de paillettes	Présence de petites paillettes réparties	Présence de paillettes de taille moyenne de 1 à 2 cm ²	Présence de grosses paillettes > 2cm ²
Photographie correspondante				

- **QFT Qualité des fruits liée aux taupins**

Le taupin peut engendrer des dégâts en perçant l'épiderme des fruits. La zone impactée se situe au contact entre le fruit et le paillage.

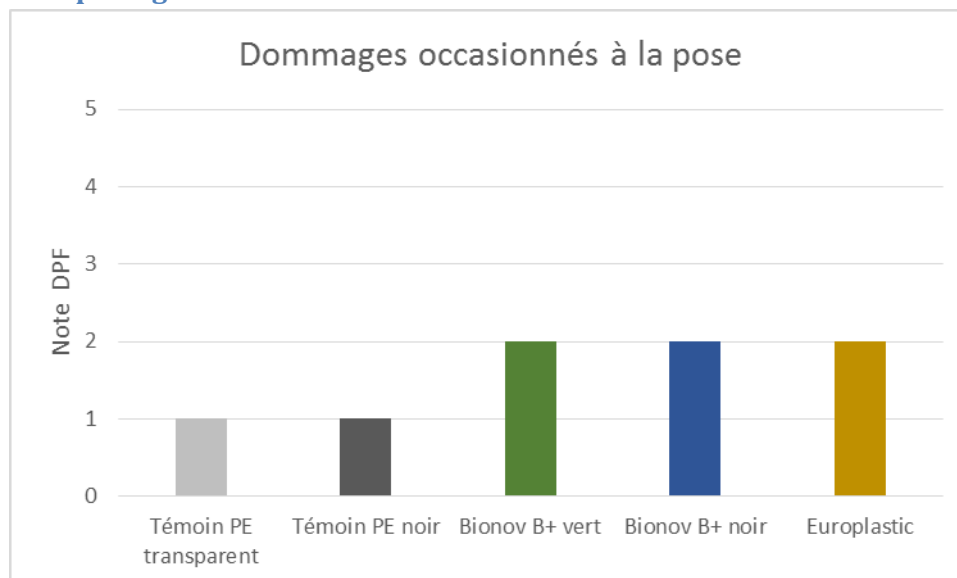
La possible fragilité des paillages plastiques biodégradables peut être un facteur favorisant l'attaque de taupins. Le cas échéant, le nombre de trous de taupins par fruit est comptabilisé.

Analyses statistiques

Les données sont analysées avec le complément ExpéR intégré à Microsoft Excel 2010. Si les hypothèses du modèle sont respectées, les modalités sont comparées statistiquement par une analyse de variance (ANOVA). En cas de significativité, un test post-hoc de Tukey est réalisé pour distinguer les groupes aux moyennes homogènes. Lorsque les hypothèses de l'ANOVA ne sont pas respectées, les variables sont transformées ou un test non paramétrique est effectué.

Résultats

1. Pose du paillage



La vitesse et les conditions de pose ont été identiques pour chaque modalité. Les paillages plastiques biodégradables semblent plus fragiles : des traces d'étirements et des trous de petites tailles sont observés.

2. Dégradation du paillage

- Dégradation de la partie exposée du film

Dégradation de la partie exposée du film						
Date	Stade	Témoin PE transparent	Témoin PE noir	Europlastic	Bionov B+ vert	Bionov B+ noir
26-mai		1,3	1,8	1,8	2,3	2,0
10-juin	Nouaison	1,8	1,8	2,8	3,3	2,0
18-juin		2,0	2,3	3,3	3,5	2,0
24-juin	Grossissement	2,0	2,3	3,0	3,8	2,0
01-juil	des fruits	2,0	2,3	3,0	3,8	3,0
09-juil	Récolte	2,0	2,3	3,0	4,0	3,0
15-juil		2,0	2,3	3,0	4,0	3,3
22-juil		2,0	2,3	3,5	4,0	3,3
29-juil		2,0	2,3	3,5	4,0	3,3

Echelle de notation

- 1 : film intact
- 2 : <5% du sol apparent
- 3 : 5 à 15% du sol apparent
- 4 : 15 à 50% du sol apparent
- 5 : +50% du sol apparent
- 6 : 100% du sol apparent

Les deux références en polyéthylène (Témoins PE noir et transparent) évoluent de manière similaire au cours du temps et présentent peu de dégradations tout au long du cycle de la culture (note autour de 2 : <5% du sol apparent).

Les 3 modalités de plastiques biodégradables présentent une note (variant de 1.8 à 2.3), comparable à celle des témoins au début des notations (26/5). A partir de la notation suivante (10/6), Bionov B+ vert et Europlastic présentent des notes supérieures (3.3 et 2.8, respectivement) aux autres modalités. Au début du grossissement des fruits (24/6), cette tendance se confirme : Bionov B+ vert présente une note de 3.8, Europlastic de 3, les notes des autres modalités n'évoluent pas. En fin de culture (29/7), les paillages en polyéthylène présentent une note moyenne de 2 et 2.3 pour le témoin PE transparent et noir, respectivement. Les paillages plastiques biodégradables ont des notes plus élevées : 3.3 pour Bionov B+ noir, 3.5 pour Europlastic, et 4 pour Bionov B+ vert.

- **Dégradation de la partie souterraine**

Dégradation souterraine du paillage						
Date	Stade	Témoin PE transparent	Témoin PE noir	Europlastic	Bionov B+ vert	Bionov B+ noir
5/8/21	Fin de récolte	1,0	1,0	2,5	2,3	2,3

Echelle de notation :

- 1 : film intact
- 2 : +50% du film visible
- 3 : <50% du film visible
- 4 : dégradation complète

En fin de récolte (5/8), les parties enterrées des témoins en PE sont intactes. Les paillages biodégradables Bionov B+ noir, et vert, ont une note de 2,3, Europlastic a une note de 2,5.

3. Effet herbistatique du paillage

Effet herbistatique des paillages						
Date	Stade	Témoin PE transparent	Témoin PE noir	Europlastic	Bionov B+ vert	Bionov B+ noir
26-mai		1,0	1,5	1,8	1,3	2,0
10-juin	Nouaison	1,0	2,3	2,0	2,0	2,0
18-juin		2,0	2,5	3,0	2,8	2,3
24-juin	Grossissement	2,5	2,5	3,3	2,5	2,3
01-juil	des fruits	2,7	3,0	3,8	3,0	2,5
09-juil	Récolte	3,0	3,3	4,5	4,0	3,5
15-juil		3,0	3,8	4,5	4,0	3,8
22-juil		3,0	3,8	4,8	4,0	4,3
29-juil		3,0	4,3	5,0	4,0	4,5

Echelle de notation : % recouvrement du paillage par les adventices

- 1 : aucune adventice
- 2 : <1% de recouvrement
- 3 : 1 à 5% de recouvrement
- 4 : 5 à 10% de recouvrement
- 5 : 10 à 25% de recouvrement

Globalement la pression des adventices a été moyenne et en augmentation au cours du cycle de la culture.

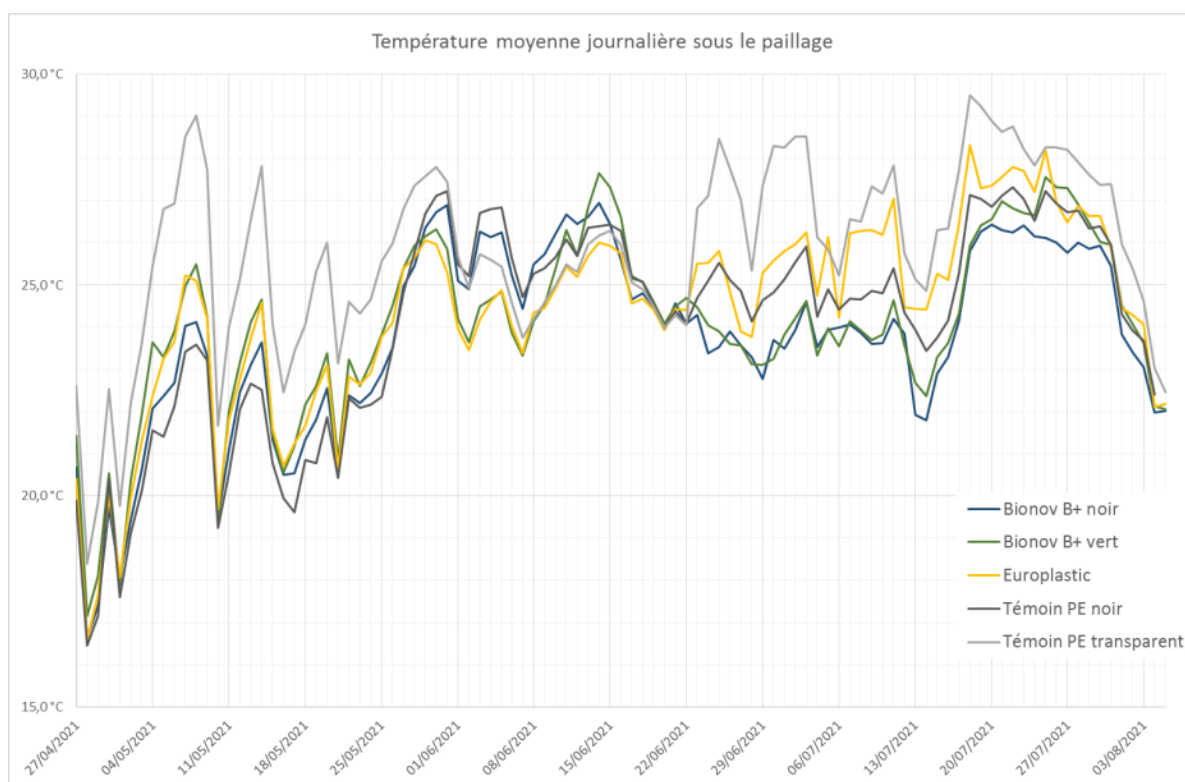
Le témoin PE transparent présente le plus faible recouvrement par les adventices tout au long de la

culture, et présente une note finale de 3 (1 à 5% de recouvrement).

Le témoin PE noir est plus recouvert, et plus rapidement, par des adventices que le PE transparent. La note finale est de 4,3 (5 à 10% de recouvrement).

Les modalités biodégradables présentent les recouvrements par les adventices les plus élevés. Les recouvrements sont comparables jusqu'à la nouaison (10/6) (note de 2 : <1% de recouvrement), puis cela évolue jusqu'à une note 2.3 pour Bionov B+ noir, 2.5 pour Bionov B+ vert, et 3.3 pour Europlastic en début de grossissement des fruits. En fin de récolte les notes sont de 4.0, 4.5, et 5.0 pour Bionov B+ vert, Bionov B+ noir, et Europlastic, respectivement.

4. Potentiel thermique du paillage



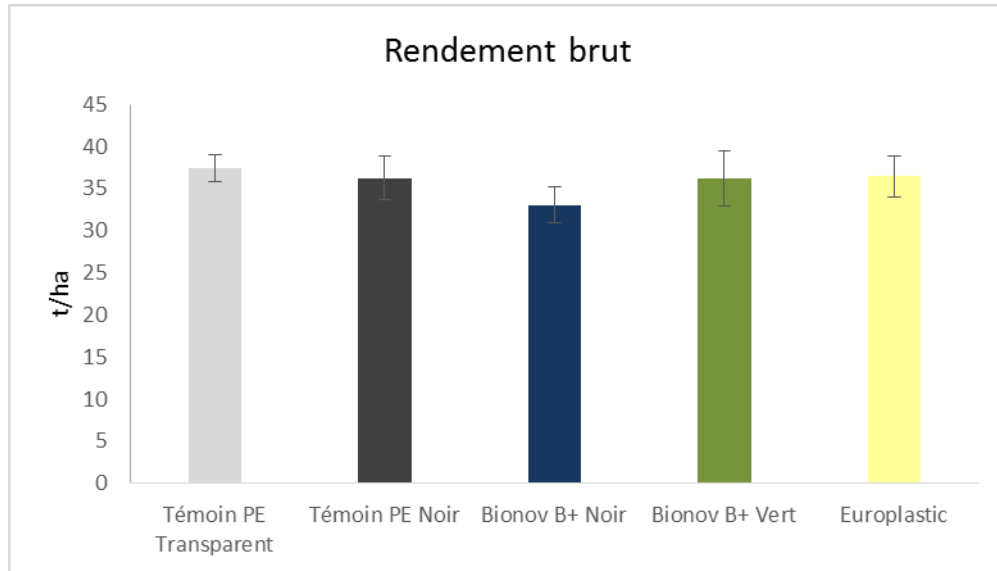
Le témoin PE transparent présente une température moyenne du sol globalement plus élevée que les autres modalités (+2°C en moyenne).

Les autres paillages (témoin PE noir, Bionov B+ noir, vert et Europlastic) semblent présenter des tendances comparables entre elles.

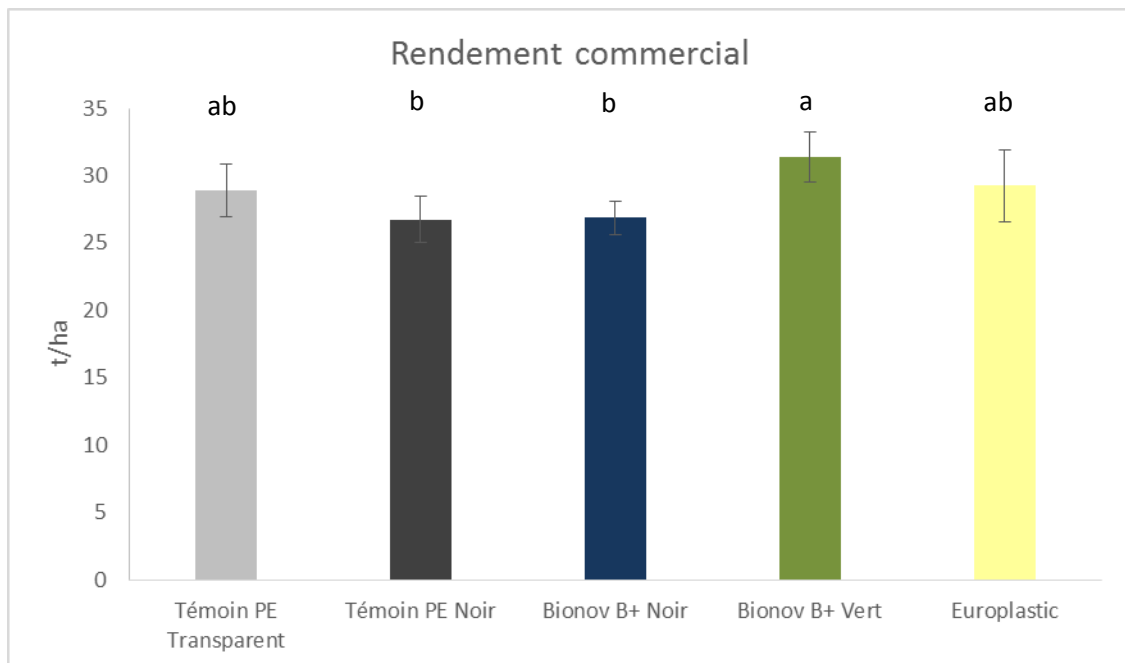
L'absence de répétition de la mesure de température ne permet qu'une analyse partielle de cette variable.

5. Évaluation de la productivité de la culture de melon

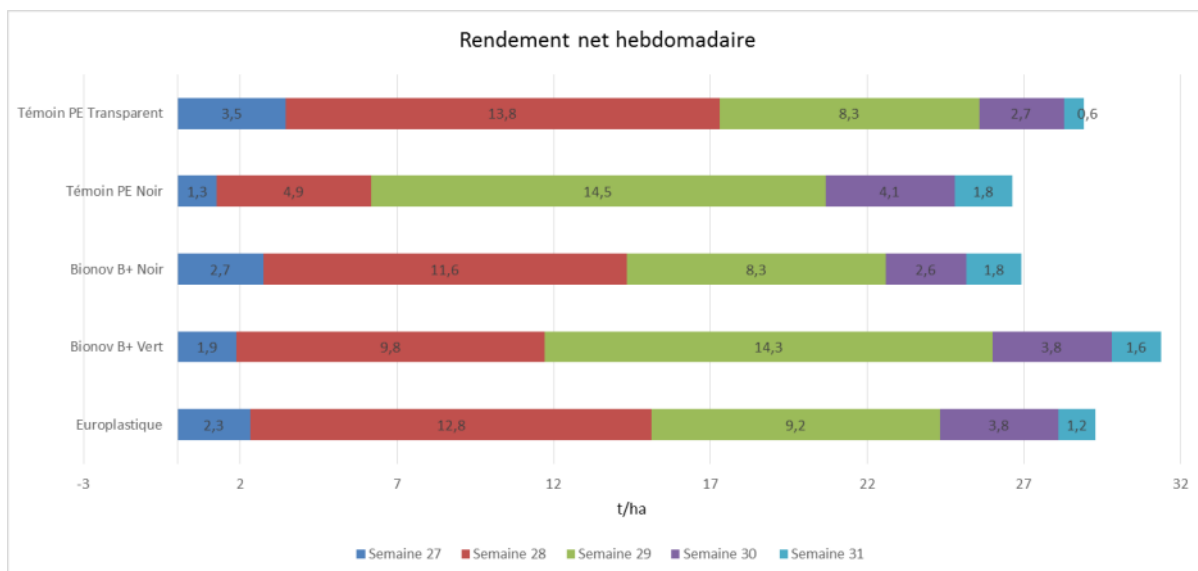
Rendements



Les rendements bruts sont relativement élevés et varient de 33.1 t/ha à 37.5 t/ha sans différence significative entre modalités (Bionov B+ noir (33,1 t/ha), Bionov B+ vert (36,2 t/ha), témoin PE noir (36,2 t/ha), Europlastic (36,5 t/ha), témoin PE transparent (37,5 t/ha)).



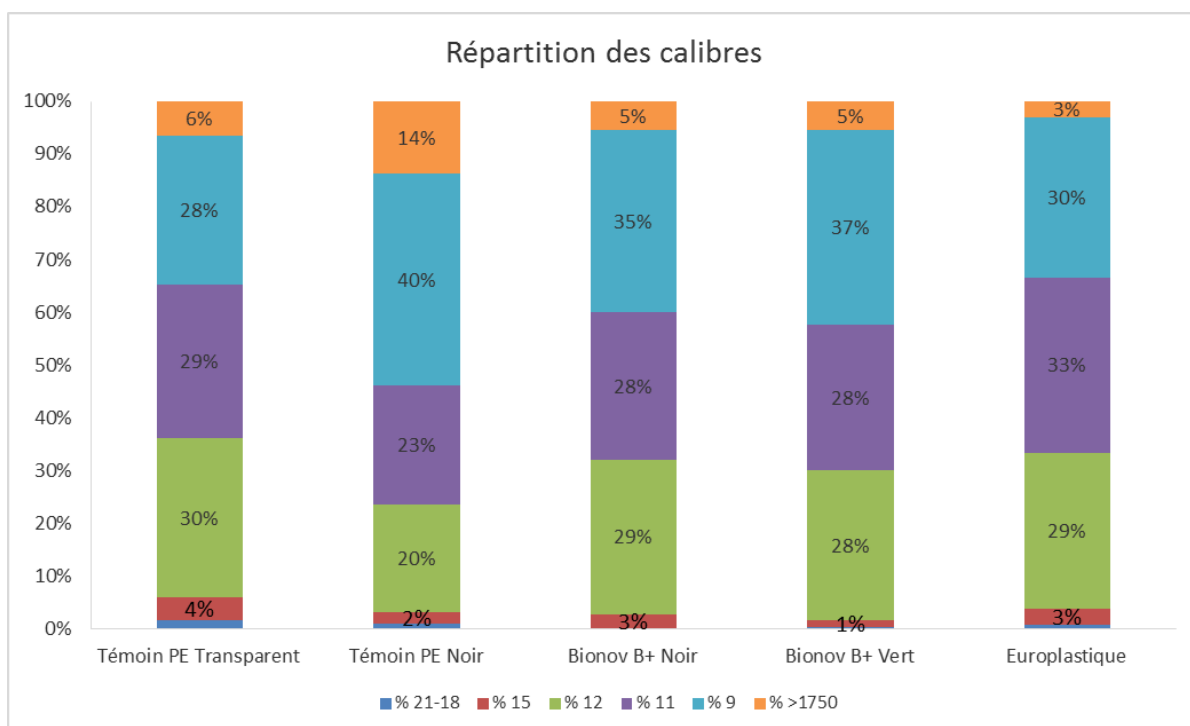
Les rendements commerciaux restent élevés, variant de 26.8 à 31.4 t/ha. Le paillage Bionov B+ vert présente le rendement commercial significativement le plus élevé (31,4 t/ha). Le témoin PE transparent et Europlastic présentent un rendement commercial intermédiaire de 29,3 t/ha et 28,9 t/ha, respectivement. Le témoin PE noir et Bionov B+ noir ont des rendements qui ont tendance à être inférieurs (26,9 t/ha et 26,8 t/ha, respectivement), sans différence significative (sauf par rapport à Bionov B+ vert). Ces différences devront être confirmées.



Toutes les modalités entrent en production le même jour.

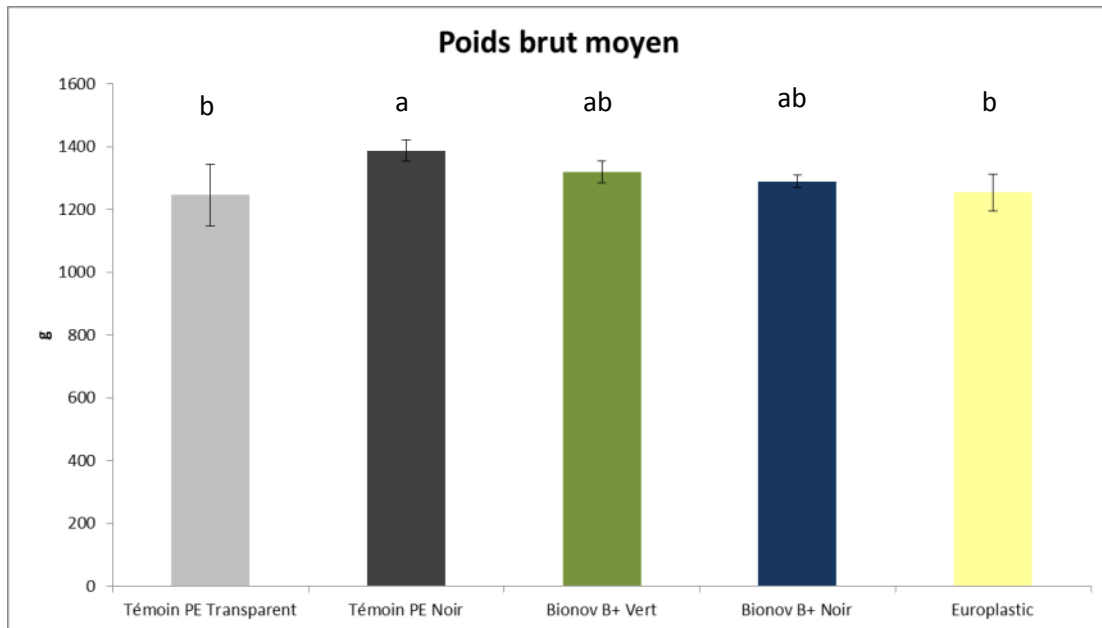
Comme attendu, le témoin PE transparent présente la précocité la plus importante, présentant un rendement de 3,5 t/ha en 1ère semaine de récolte ; le témoin PE noir présente le rendement le plus faible en 1ere semaine, avec un rendement de 1,3 t/ha. Les rendements de la 1ère semaine des modalités avec paillages biodégradables varient entre les tendances des 2 témoins précédents : Bionov B+ vert (1,9 t/ha), Europlastique (2,3 t/ha), et Bionov B+ noir (2,7 t/ha).

Calibres



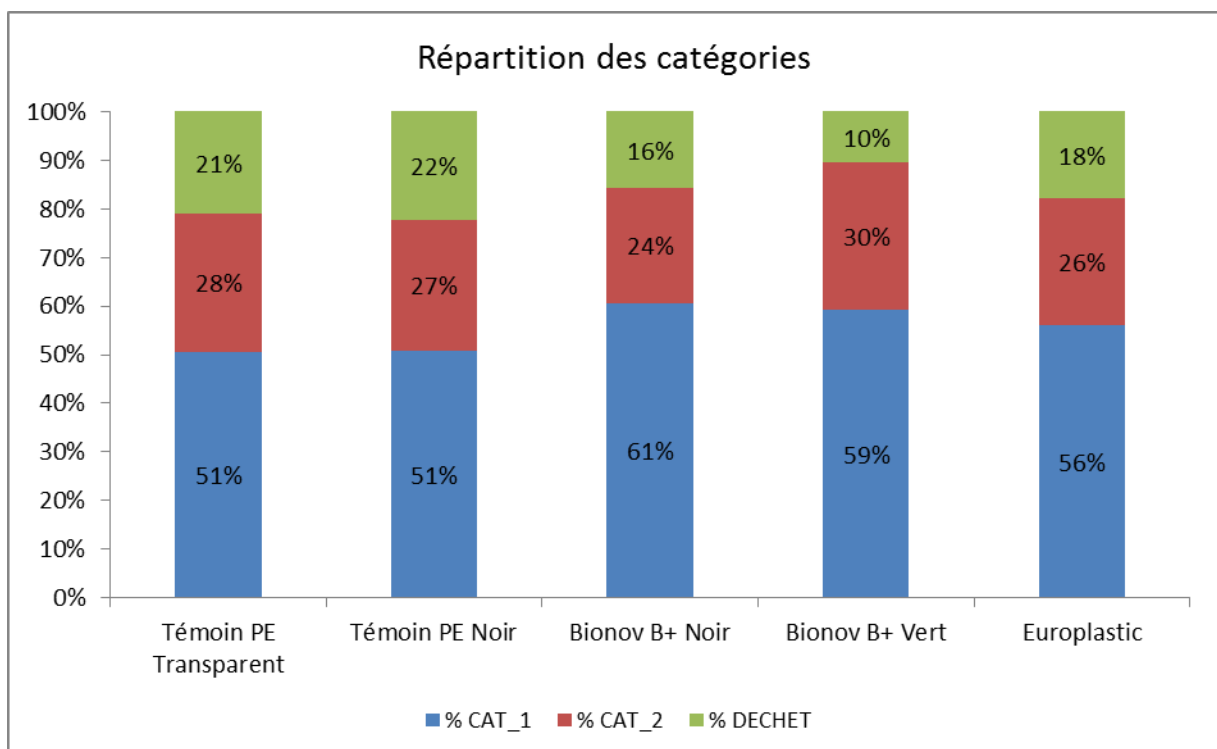
Le témoin PE noir engendre des fruits de calibres plus gros avec : 40% de calibre 9, et 14% de hors calibre (>1750 g). Le témoin PE transparent montre des calibres plus centrés autour de l'objectif commercial, avec environ 30% de calibre 12 et 11, 28% de calibre 9, et 6% de hors calibre.

Les paillages biodégradables présentent des répartitions de calibres des fruits proches de celle du témoin PE transparent.



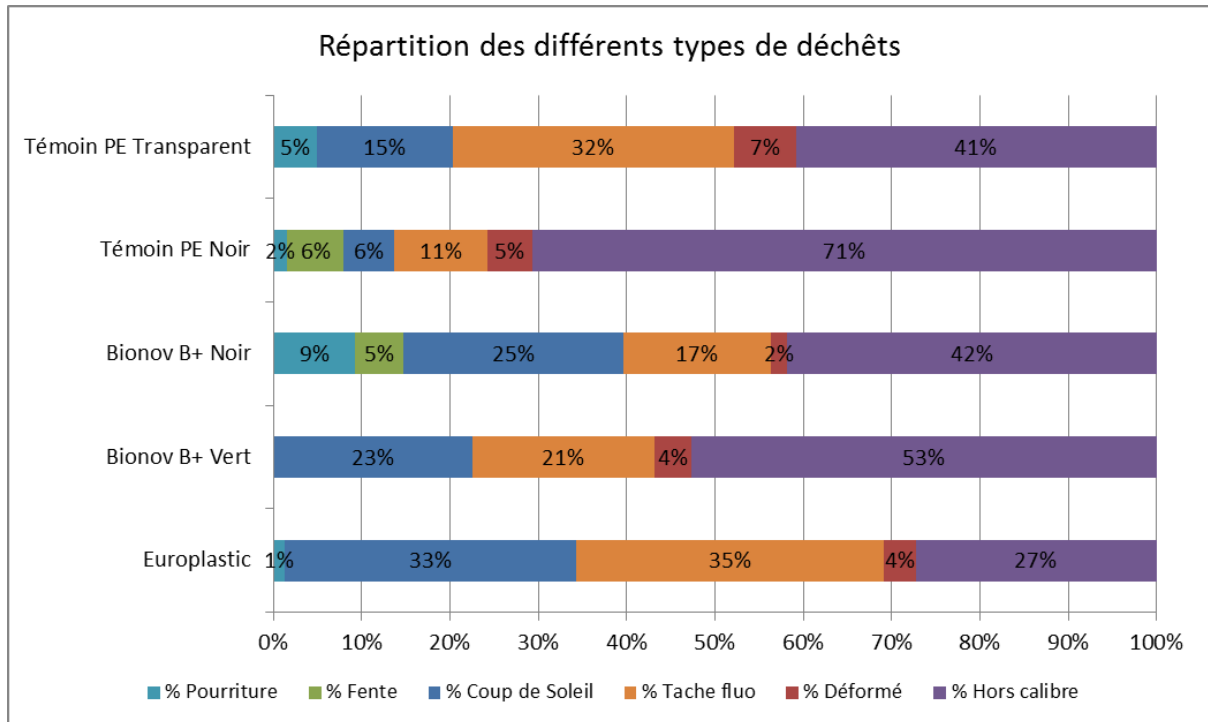
Cette tendance se confirme lorsqu'on compare les poids bruts moyens : le témoin PE noir présente le poids brut le plus élevé (1387,8g). Le témoin PE transparent et Europlastic présentent les poids bruts les plus faibles (1245,3g et 1254,4g, respectivement). Bionov B+ vert et noir ont des poids bruts moyens intermédiaires (1319,4g, et 1289,4g, respectivement). (Rappel de l'objectif commercial : Calibre 12 (800 à 1150g)).

Catégories et caractérisation des déchets

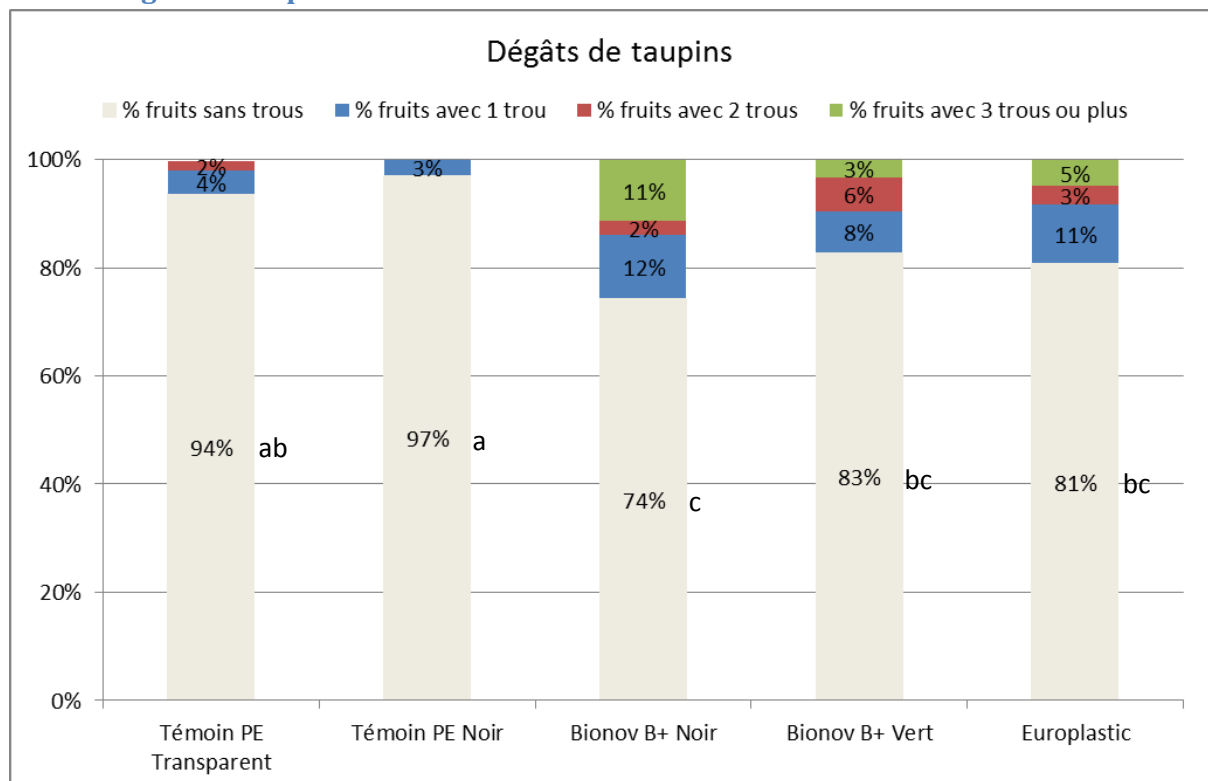


Les témoins PE noir et transparent ont une répartition en catégories très proches (51% en catégorie 1, environ 27% de catégorie 2, et 22% de déchets).

La répartition en catégorie 1 varie de 56 à 61% pour les modalités en paillage biodégradable, 24 à 26% de catégorie 2, et 10 à 18% de déchets.



6. Dégâts de taupins

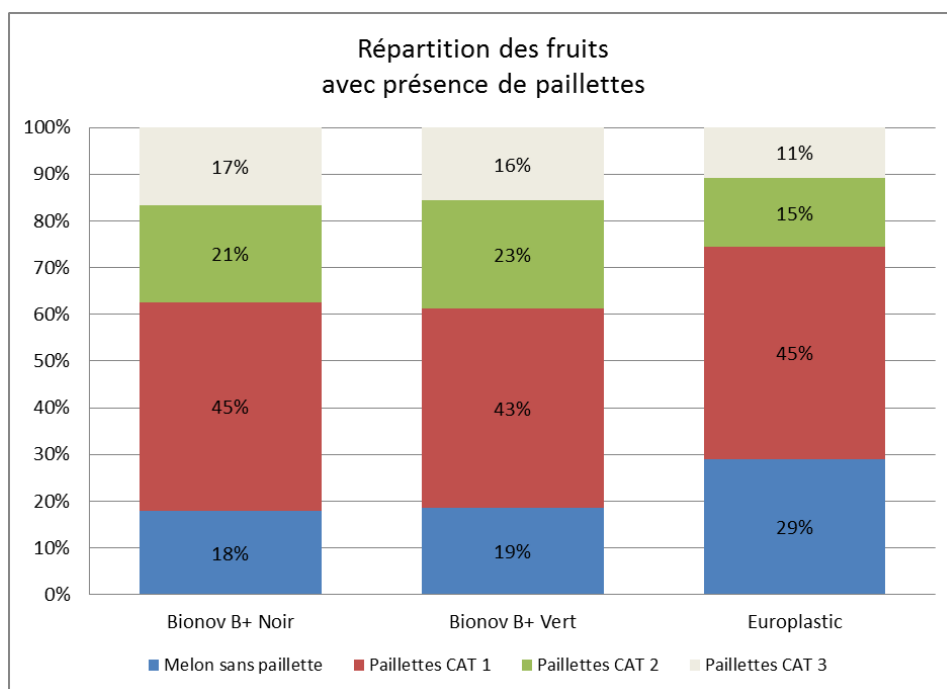


Les témoins PE noir et transparent présentent un nombre de fruits sains (sans dégâts de taupins) élevés et proches (97% et 94%, respectivement).

Les paillages biodégradables montrent un nombre de fruits sains inférieurs aux témoins, notamment au témoin PE noir, et non significativement différents entre eux.

Parmi les fruits présentant des dégâts de taupins, on note pour les modalités témoins PE noir et transparent un nombre de fruits avec 1 ou 2 trous faible et inférieur aux modalités en paillage biodégradable, et une absence de fruits avec 3 trous ou plus. Il n’y a pas de différence significative entre paillages biodégradables concernant le pourcentage de fruits avec 1, 2 ou 3 trous et plus.

7. Résidus de plastique biodégradable sur fruit ('paillettes')



Sur l'échantillon de melons évalué, on peut noter que 71 à 82% présentent des paillettes. La majorité des paillettes sur fruits sont de type 1 (environ 45% sur les 3 modalités de paillages biodégradables), les paillettes de type 2 et 3 représentent entre 11% et 23% des fruits échantillonnés, sans différence significative entre les modalités.

Les fruits ne sont pas passés par un processus de brossage-lavage, la persistance des résidus après ce type de traitement reste donc inconnue. Il est probable qu'un traitement de type brossage-lavage puisse éliminer les résidus de plastiques notés 1, voire 2 (une évaluation de ce type de traitement post-récolte pourrait être mise en place dans les prochaines évaluations).

L'évaluation approfondie de la dégradation des résidus de plastique biodégradable dans le sol pose également question, et pourrait être réalisée dans de prochaines évaluations.

Conclusions

L'expérimentation apporte différents résultats sur plusieurs domaines :

i) Dégradation et comportement des paillages pendant le cycle cultural du melon :

- Pose mécanique des paillages biodégradables possible et réalisée de manière identique à celle des témoins en PE,

- Au cours du cycle du melon :

Environ 2 mois après la pose : les paillages biodégradables ont eu tendance à montrer une dégradation légèrement supérieure à celles des témoins en PE.

Début de récolte : environ 15 à 20% du sol est apparent sur les modalités en paillages biodégradables (<5% sur les témoins en PE). Dans les conditions de l'expérimentation, cette différence n'a pas posé de problème particulier à la réalisation de la récolte.

Fin de récolte : les paillages biodégradables montrent des signes de dégradations mais sont encore bien visuellement présents.

Les mesures de températures sous les paillages semblent ne pas montrer de différences entre les paillages biodégradables et le témoin PE noir (+2°C sur le témoin PE transparent environ) (l'absence de répétition ne permet qu'une interprétation partielle des données).

ii) Effet herbistatique :

Dans les conditions de l'expérimentation, la surface recouverte par les adventices est assez comparable entre les paillages biodégradables (sans différenciation) et les témoins en PE jusqu'à la fin du grossissement des fruits (<5% de recouvrement).

A partir du début de la récolte, le recouvrement par les adventices augmente, et de manière supérieure sur les paillages biodégradables (jusqu'à 25%) par rapport aux témoins (entre 5 et 10%) sans que cela gêne la récolte. La gestion post-récolte de ces adventices reste importante et pose question pour la suite de la rotation.

iii) Impacts sur la productivité :

- Rendement :

Les paillages biodégradables n'ont pas montré de différence significative de précocité entre modalités, se situant entre les témoins transparent et noir, dans les conditions de l'essai.

Dans les conditions de l'expérimentation, les paillages biodégradables ont permis la réalisation de rendements bruts élevés (autour de 35 t/ha) sans différence significative entre les modalités.

Les rendements commerciaux sont comparables entre modalités, variant de 27 à 31 t/ha.

Les conditions de l'année et de nouaison sur le créneau ont montré une tendance générale à des calibres élevés, ce qui peut expliquer les poids bruts moyen mesurés assez élevés, quel que soit la modalité.

- Qualité :

La qualité des fruits a globalement été élevée, répondant aux critères de commercialisation.

Les paillages biodégradables ont montré un nombre de fruits présentant des dégâts de taupins significativement plus élevé que sur les modalités témoins.

Les fruits des modalités en paillage biodégradable ont présenté un nombre important de paillettes (70 à 80% des fruits échantillonnés), majoritairement superficielles, de faible surface, et probablement peu persistantes (à confirmer dans de prochaines évaluations).

Annexe 1 - Plan de l'essai

PARCELLE H 2021 MELON

BT - PAILLAGE BIODEG

48	1349 Témoïn PE noir rep 1	1350 Témoïn PE noir rep 2	1351 Témoïn PE noir rep 3	1352 Témoïn PE noir rep 4
49	1356 Bionov B + vert rep 1	1355 Bionov B + vert rep 2	1354 Bionov B + vert rep 3	1353 Bionov B + vert rep 4
50	1357 Bionov B + noir rep 1	1358 Bionov B + noir rep 2	1359 Bionov B + noir rep 3	1360 Bionov B + noir rep 4
51	1364 Europlastic rep 1	1363 Europlastic rep 2	1362 Europlastic rep 3	1361 Europlastic rep 4
52	1365 Témoïn PE transparent rep 1	1366 Témoïn PE transparent rep 2	1367 Témoïn PE transparent rep 3	1368 Témoïn PE transparent rep 4

1 m	9 m (18 plants)	1 m	9 m (18 plants)	1 m	9 m (18 plants)	1 m
-----	--------------------	-----	--------------------	-----	--------------------	-----

Bloc 4

Bloc 3

Bloc 2

Bloc 1

Annexe 2 – Photos

Illustrations de la dégradation de la partie extérieure du paillage (notation DPEX) :



Parcelle 1355
Paillage Bionov B+ vert
09/07/2021



Parcelle 1360
Paillage Bionov B+ noir
09/07/2021



Parcelle 1364
Paillage Europlastique
24/06/2021



Parcelle 1353
Paillage Bionov B+ vert
24/06/2021



Parcelle 1366
Témoïn PE transparent
09/07/2021



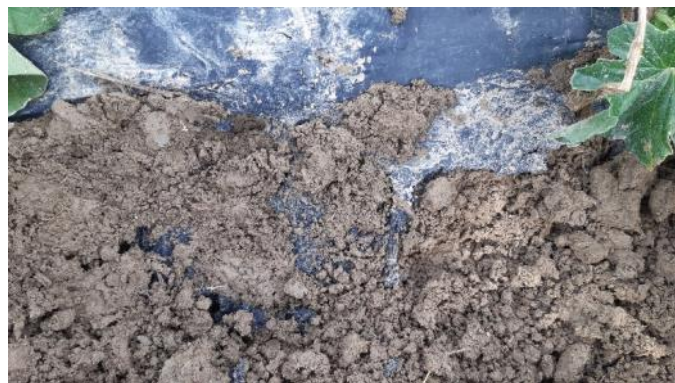
Parcelle 1362
Europlastique
09/07/2021

Illustrations de la dégradation de la partie souterraine du paillage (notation DPST) :



Témoin PE transparent

04/08/2021



Europlastic

04/08/2021



Bionov B+ noir

04/08/2021



Bionov B+ vert

04/08/2021



Témoin PE noir

04/08/2021

Illustration de l'effet herbistatique du paillage (notation SAL) :



Parcelle 1353
Paillage Bionov B+ vert
09/07/2021



Parcelle 1349
Témoin PE noir
09/07/2021



Parcelle 1358
Paillage Bionov B + noir
09/07/2021



Parcelle 1367
Paillage plastique PE transparent
09/07/2021