



Rapport intermédiaire SOVIMED 2021

Evaluation d'un itinéraire technique d'une culture d'aubergine sous abris en non travail du sol en comparaison avec un sol travaillé



En partenariat avec :















1. But de l'essai

Suite à l'expérimentation sur melon en 2020, l'objectif de cette étude est d'expérimenter une culture d'aubergine greffée en non travail du sol (Tunnel 4) en comparaison avec un tunnel travaillé (Tunnel 3). L'aubergine a été choisie par sa durée de culture (6 à 7 mois) et son exigence en éléments nutritifs par rapport au melon qui avait un cycle plus court.

2. Dispositif expérimental et suivis réalisés

2.1 Dispositif expérimental

L'essai a lieu dans 2 tunnels froid certifié en maraîchage biologique. Les sols sont limono-sablo argileux (T3 et T4). Les modalités de plantation sont les mêmes dans les 2 tunnels.

4 modalités ont été testés sur la variété Black PEARL (VITALIS) :

- Fertilisation intégrale à 240 unités d'azote en tunnel travaillé (T3)
- Fertilisation intégrale à 240 unités d'azote en tunnel non travaillé (T4)
- Demi-fertilisation à 140 unités d'azote en tunnel travaillé (T3)
- Demi-fertilisation à 140 unités d'azote en tunnel non travaillé (T4)

2 modalités ont été testées sur la variété TRAVIATA (PROSEM) :

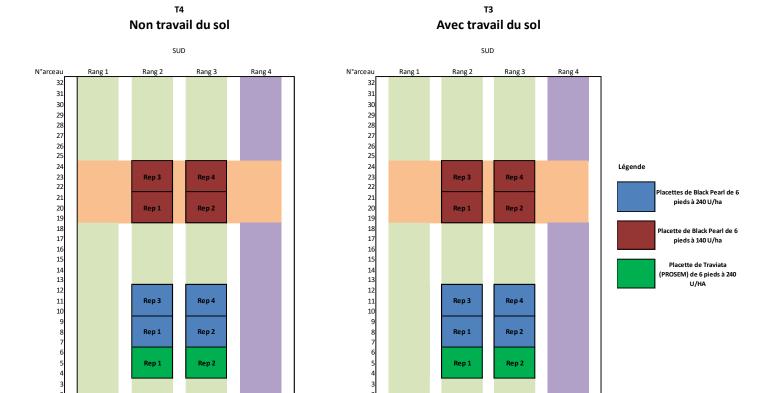
- Fertilisation intégrale à 240 unités d'azote en tunnel travaillé (T2)
- Fertilisation intégrale à 240 unités d'azote en tunnel non travaillé (T4)

Le choix des modalités de fertilisation a été choisi afin d'évaluer la capacité des plants d'aubergines à s'adapter selon l'apport en azote réalisé. En effet, l'aubergine étant une culture exigeante par sa durée de cycle, elle peut rapidement marquer des symptômes visuels si la plante est en carence. De plus, l'absence de travail du sol est supposée entrainer une diminution de la vitesse de minéralisation des éléments minéraux et notamment de l'azote dans le sol. Ainsi, une sur-fertilisation pourrait être éventuellement recommandée pour compenser cet effet.

Les plants greffés sont connus pour avoir une puissance racinaire supérieure avec des résistances aux ravageurs comme les nématodes et sont souvent utilisés dans les exploitations maraîchères plutôt orientées en circuit long.

Le rang 4 de chacun des 2 tunnels a été planté avec une variété graffiti LEIRE afin de diversifier les ventes. Aucune mesure n'a été réalisé sur cette variété.





NORD

Figure 1 : Dispositif expérimental de l'essai

Données culturales :

NORD

	Non travail du sol (T4)	Travail du sol (T3)	
Précédent	Dernier travail du sol en décembre 2018	Aubergine de mars à décembre 2019	
	Eté 2019 : Sorgho	<u>Décembre 2019 : Laitue</u>	
	<u>Décembre 2019 : Laitue</u>	Eté 2020 : Melon puis sorgho/pois	
	Eté 2020 : Melon puis sorgho/pois fourrager	<u>fourrager</u>	
	<u>Automne 2020-2021 : Laitue</u>	Automne 2020-2021 : Laitue	
Préparation	Occultation pendant 11 jours (18-29 mars	Canadienne + Herse rotative	
du sol	2021)		
Paillage	Opaque thermique 1.20 m		
Palissage	Palissage en V – buisson contenu (voir photo)		
Variétés	BLACK PEARL et TRAVIATA		
Semis	10 février		
Plantation	1 ^{er} avril 2021		
Densité	1 plant/m² - plants greffés (EMPERADOR). Espacement de 50 cm entre plant	
Fertilisation	Végéthumus – 3t/ha		
	7-5-11 – 140 et 240 unités selon le	es résultats des tests nitrates	
Irrigation	Goutte à goutte 2 lignes, goutteurs tous les 30 cm/ Gestion de l'irrigation à l'ETP, à la		
_	tarière et avec les sonde	es tensiométriques	
Début récolte	2 juin		





Figure 2 : Palissage aubergine en V avec piquets de vigne

Etapes T4

Etapes T3





Figure 3 : Etapes des itinéraires techniques sur les 2 tunnels :

- **Tunnel non travaillé (T4)**: Photos 1-2-3 : (1) Occultation de 11 jours, (2) Résultat après occultation et désherbage manuel, (3) Pose du paillage plastique dans le tunnel sans travail de sol.
- Tunnel travaillé (T3): Photos 4-5-6: (4) Canadienne, (5) herse rotative avec rouleau et (6) pose du paillage plastique dans le tunnel avec travail de sol avec compteur d'eau.



2.2 Notations et mesures réalisés :

a. Mesures du climat et irrigation :

- Suivi du climat : pluviométrie et températures
- Suivi des irrigations : enregistrement des temps d'irrigations
- Evaluation de l'humidité du sol dans chaque tunnel avec des sondes watermark : Installation de 3 paires de sondes par tunnel à 15 et 50 cm. Ces sondes ont été placées dans la modalité fertilisée à 240 unités d'azote.

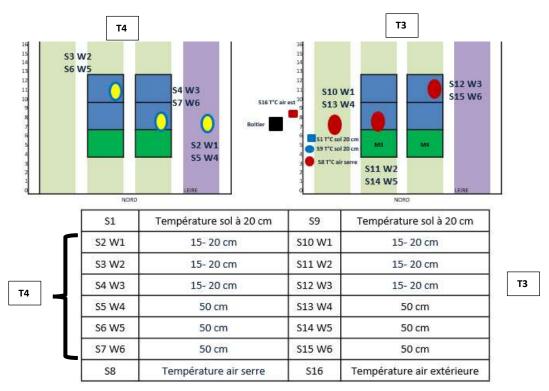


Figure 4 : Schéma de positionnement des sondes tensiométriques dans le T4 et T3

b. Mesure de la biodiversité :

- Suivi de la biodiversité des parcelles tous les 15 jours à une fois par mois afin d'évaluer l'impact du non travail du sol sur la pression ravageur/maladie et présence d'auxiliaires.
- Evaluation de la pression nématodes en fin de culture sur le système racinaire.
- Suivi de l'enherbement dans les 2 tunnels et caractérisation des adventices observées.

c. Mesure de la fertilité du sol

- Evaluation de l'abondance de vers de terre dans le tunnel en non travail du sol en comparaison avec un sol travaillé.
- Suivi de l'azote dans le sol par le Nitrachek 1 fois tous les 15 jours.
- Evaluation de l'activité microbienne avec le test du slip.
- Evaluation de la cohésion des agrégats avec le Slack test en fin de culture.
- Profil de sol réalisé en fin de culture (22 octobre)
- Analyse du pourcentage de Matière Organique



d. Résultats agronomiques et analyses statistiques

- Evaluation des rendements cumulés par modalité
- Caractérisation et notation des déchets
- Notation du poids moyen des fruits par modalité

3. Résultats:

0

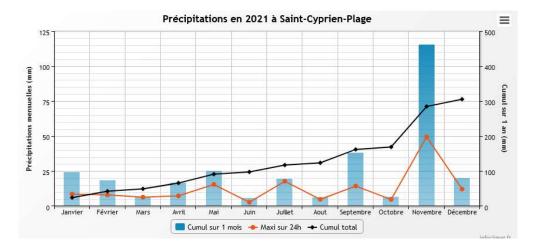
juin 2021

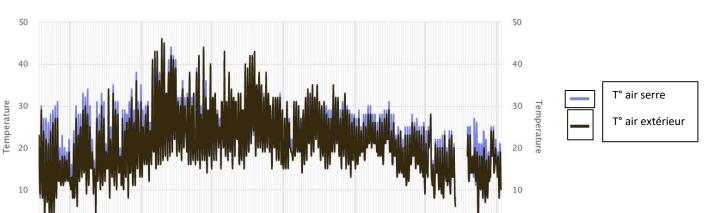
juillet 2021

a. Résultats mesures climatiques et irrigation :

- Données climatiques :

L'année 2021 a été marqué par un manque important de précipitations avec un cumul de 167 mm seulement en 10 mois (janvier – octobre 2021) contre 410 mm environ en 2020 sur les mêmes mois. Les températures ont été marquées par un printemps frais avec notamment 0° le 7 avril et assez chaud en été avec un pic de chaleur en juin : 35.5°C le 15 juin (infoclimat Saint Cyprien et Théza).





septembre 2021

octobre 2021

Figure 5 : Bilan des températures aériennes dans un tunnel (T3) et à l'extérieur

août 2021



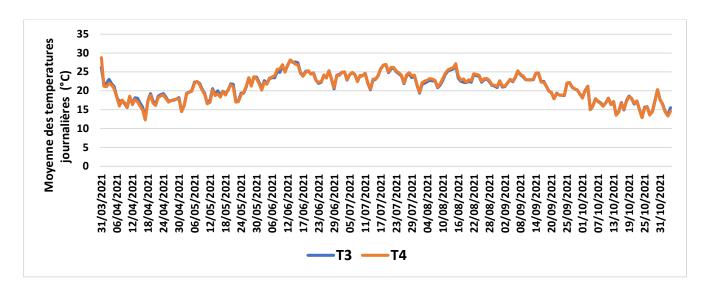
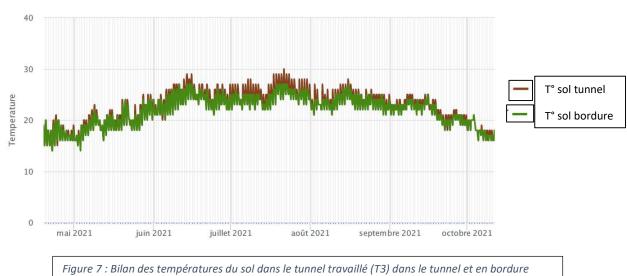


Figure 6 : Bilan des températures aériennes dans les tunnels 3 et 4

Il n'y a pas de réelles différences entre les températures aérienne relevées.



Par manque de longueur, les sondes qui relèvent la température du sol n'ont pas pu être placées dans le tunnel non travaillé. Plus la sonde est proche de la bordure du tunnel, plus le sol est froid.

Mesure de l'irrigation :

Enregistrement des temps d'irrigation par tunnels :

Les temps d'irrigations ont été déterminées selon plusieurs indicateurs : la tarière, l'ETP calculé selon le besoin de la plante en fonction du stade ou encore par les sondes tensiométriques installées pour l'essai.



Figure 8 : Tableau bilan des apports d'eaux réalisés sur la culture d'aubergine au T4 et T3

Dates	T4 : Non travail du sol (min/jour)	T3 : Travail du sol (min/jour)	
1 ^{er} avril	Aspersions régulières liées aux plants soulevés par les tumuli de rongeurs	Aspersions jusqu'à la reprise	
14 avril	20		
22 avril	25		
29 avril	10		
A partir de début juin jusqu'à fin août	8 min/j environ + 1h aspersion tous les 3j environ		
Début septembre	8		

Résultats des sondes tensiométriques :

Les sondes tensiométriques ont été installées le 16 avril soit 15 jours après plantation. Des compteurs d'eau pour une gaine de goutteur ont été installés dans chaque tunnel à la plantation.

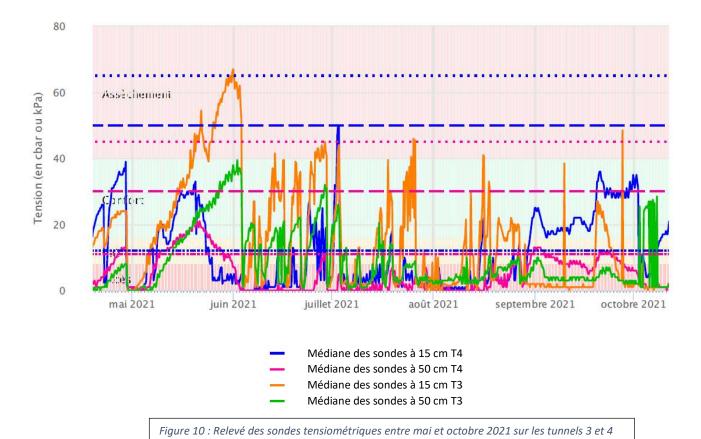




Figure 9 : Compteurs d'eau installés au niveau de la gaine de goutte à goutte et sondes implantées à 15 et 50 cm sur 3 secteurs différents/tunnel.

Les sondes tensiométriques relèvent la tension du sol, c'est-à-dire l'effort requis par le système racinaire pour extraire l'eau stockée dans le sol : plus la tension est basse (proche de zéro) plus c'est mouillé et plus elle monte, plus le sol est sec.





Le graphique des médianes montre que le tunnel travaillé a tendance à sécher beaucoup plus vite que le tunnel non travaillé. La tendance s'inverse à partir de septembre 2021 où les aspersions étaient moins régulières. Le sol est plus drainant dans le tunnel travaillé donc il va s'assécher plus

vite.

b. Mesure de la biodiversité et enherbement

- Suivi ravageurs/auxiliaires

Un suivi phytosanitaire de 40 plants au hasard dans chaque tunnel a été réalisé toutes les semaines à 15 jours.

Lors du débâchage de la bâche d'occultation, une présence importante de galeries de rongeurs a été observée. Après plantation, les tumuli engendrés par les rongeurs ont provoqué des basculements des mottes semi-enterrées dans ce tunnel.

Figure 11 : Galerie de rongeurs observées dans le T4 après retrait de la bâche d'occultation - 29 mars











Figure 12 : Basculement des plants non racinés lié aux tumuli de rongeurs dans le tunnel non travaillé. Présence des rongeurs dans les passes pieds.

La replantation des mottes a représenté un travail d'environ 2h/semaine pendant 15 jours (plantation et arrosage au pied pour favoriser la reprise ou aspersion générale).

Dès le 7 avril, des plants de la bordure gauche du tunnel travaillé ont présenté des dégâts de pseudomonas spp dû aux températures froides du mois d'avril. Ces dégâts se sont estompés avec les nouvelles feuilles et des températures plus clémentes.



Figure 13 : Dégâts de pseudomonas sur plants le 8 et 22 avril

Dès le 16 avril, 2 espèces de pucerons ont été observées dans le premier rang des tunnels travaillé et non travaillés. Les foyers se sont étendus au fur et à mesure du déroulé de la culture avec une forte infestation sur la bordure gauche du tunnel travaillé. Des fourmis ont contaminé les foyers de pucerons dès début juillet rendant les auxiliaires moins efficaces.

Suite à la difficulté à réguler les foyers, un prélèvement de pucerons et d'auxiliaires a été réalisé le 19 juin. Les résultats ont montré la présence d'Aphis gossyipii et aphidius colemani sur des foyers identifiés dans le tunnel travaillé.

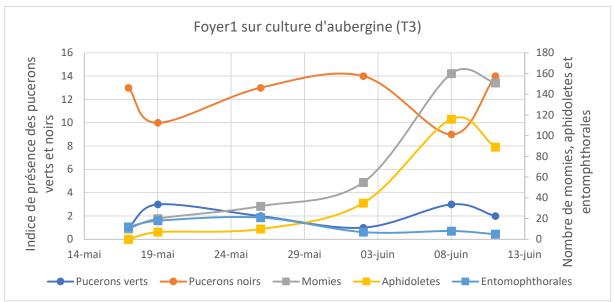
Les dégâts de pseudomonas sur le tunnel travaillé ont pu sensibiliser certains plants aux attaques de ravageurs.

Exemple de l'évolution d'un foyer de pucerons et des auxiliaires Figure 14 : Observation d'une feuille avec 2 présents dans le tunnel travaillé. Les pucerons ont été classé selon leur nombre (classes comprises entre 1 et 3) et les auxiliaires ont été

espèces de pucerons au tunnel travaillé

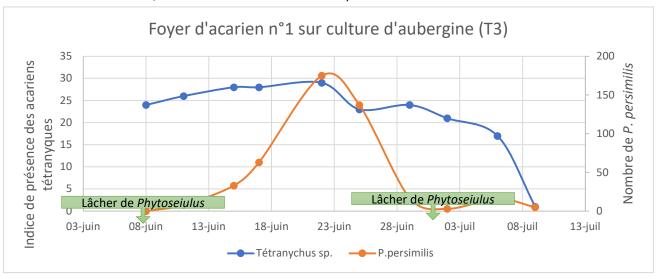
dénombrés. Les suivis sont réalisés sur 5 feuilles par foyer donc 5 notes comprises entre 1 et 3 pour chaque feuille (note maximale : 5*3 = 15).





On observe que les pucerons noirs sont très présents entre le 15 mai et le 13 juin. Le nombre de puceron diminue légèrement au 8 juin suite à une augmentation à la fois des momies et des *aphidoletes* introduits à plusieurs reprises.

A partir du 26 avril, les acariens tétranyques ont aussi été très présent tout au long de la culture. Des suivis de foyers ont également été réalisés mais rapidement régulariser avec les apports massifs de l'auxiliaire *Phytoseiulus persimilis*. Contrairement aux suivis de pucerons, 10 feuilles ont été notées avec des classes de 1 à 3, la note maximale sera donc 30 pour une feuille très infectée.



Des larves et adultes de punaises *Nezara viridula* ont été observées à partir de mi-juillet. Des retraits manuels ont été réalisés pour limiter les attaques.

Des aleurodes (*bemisia tabacii* et *trialeurodes vaporariorum*) ont été observé dans les 2 tunnels à partir de mi-août. Une concentration plus importante des aleurodes a été observée au début du tunnel travaillé.



Figure 15 : Bilan des traitements réalisés sur les différents tunnels

Actions	Date	Tunnel travaillé T3	Tunnel non travaillé T4	
Lutte contre thrips	13 avril	100 amblysieus swirskii/tunnel (1 pour 4 plantes et un par plante pour les modalités d'essais)		
Lutte contre pucerons	13 avril 28 avril 5 mai 17 mai 27 mai 2 juin	500 Aphidius colemani/tunnel 500 Aphidius colemani/tunnel + 500 parasitoïdes/tunnel 250 aphidius colemani/tunnel Savon noir à 3% 2000 aphidoletes + 500 aphidius colemani/tunnel Savon noir à 3% + 2000 aphidoletes/tunnel		
	5 mai	2000 <i>aphidoletes</i> dans le T3	X	
	2 juin	500 <i>aphidius colemani</i> pour le T3	X	
Lutte contre gastéropodes	19 mai 25 mai	SLUXX à 5kg/ha		
Lutte contre les acariens	5 mai 27 mai 2 juin 6 juillet	500 <i>Phytoseiulus persimilis</i> /tunnel (SPIDEX)		
Lutte contre les chenilles	18 juin	Bacillus Thuringiensis (Bt) réalisé dans les 2 tunnels à 1kg/ha		
Lutte contre les aleurodes	26 août 1 ^{er} septembre 14 septembre 27 septembre	Savon noir à 3% sur les foyers 1500 Encarcia formosa et 1500 Eretmocerus eremicus , tunnel Savon noir à 3% Naturalis à 1L/ha		
Blanchiment des serres	26 mai 18 juin 20 juillet 22 juillet	Argile blanche – entre 3 et 5 %		



Evaluation de la pression nématodes en fin de culture :

En fin de culture, la pression nématode à galles a été noté sur chaque pied selon une note de 1 à 10

(1 - absence de galle à 10 – 100% des racines touchées).

Les résultats montrent que le tunnel travaillé a été plus touché par

Les nématodes à galles que le non travaillé malgré la présence

Importante de manquants sur le rang 4 du tunnel travaillé

Classe Niveau d'infestation nématodes

Manquant

Des Niveau d'infestation nématodes

Manquant

Des Niveau d'infestation nématodes

Des Niv

Figure 16 : Dégâts et cartographie du niveau d'infestation des racines par les nématodes à galles dans les 2 tunnels expérimentaux

Mesure de l'enherbement du tunnel :

Une photo a été prise le 31 août au fond de chaque tunnel :



Sol travaillé : présence de *cyperus rotundus* – vivace a rhizome très présente.



Sol non travaillé : présence de liseron en fond de tunnel.



Le cyperus rotundus était présent dans les 2 tunnels avant le début de l'expérimentation en non travail du sol. Des 2020, une modification de la flore adventice a été observée dans ce tunnel avec une disparition progressive du cyperus et une présence plus importante de liseron. Le cyrperus est très présent en région méditerranéenne sur les sols maraîchers notamment et il est très difficile à combattre en agriculture biologique comme en agriculture conventionnelle.



Figure 17 : Exemple de cyperus rotundus transperçant une racine d'aubergine.

c. Mesure de la fertilité du sol

Evaluation de l'abondance de vers de terre et test bêche

Avant l'implantation de la culture d'aubergine, un test bêche a été réalisé le 29 mars selon le mode opératoire Test Bêche Structure et Vers de terre de l'université de Rennes 1.

Les prélèvements ont été effectués sur 3 zones du tunnel en non travail du sol, une zone dans un sol nu travaillé et une zone en prairie près des tunnels.

	Positionn ement	Humidité	% couverture de sol	Croûte battance	Turricules	Fissures	Vers de terre adultes	Vers de terre juvéniles
Tunnel	Arc 3 (rang 4)	Humide	80% sorgho sec	Non	Oui	Non	8	13
4 non travaill	Arc 15 (rang 2)	Plutôt sec	80% sorgho sec	Non	Oui	Non	3	0
é : Zone 1-2-3	Arc 29-30 (rang 1)	Humide	30% sorgho sec	Non	Oui	Non	2	6
Zone 4	Prairie achillée/ Trèfle	Humide	100% achillée trèfle	Non	Non	Non	0	0
Zone 5	Sol nu	Très sec	Aucune couverture	Non	Non	Non	0	3





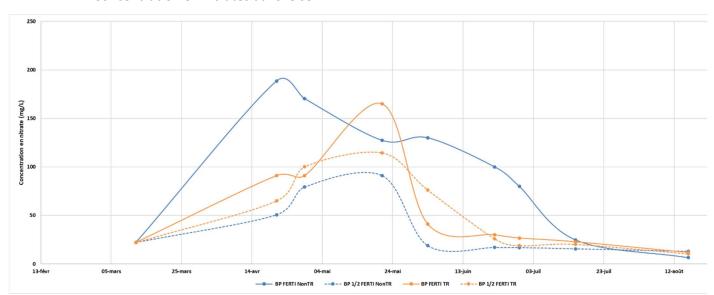




Globalement le sol du tunnel non travaillé ne présente aucun horizon et pas de croûte de battance. La présence de vers de terre n'est pas équivalente partout malgré la présence de turricule sur chaque prélèvement.

L'absence de vers de terre dans la prairie peut s'expliquer par le fait que le bloc de prélèvement était plus petit que les autres du fait de la difficulté à rentrer la bêche (sol trop sec).

Concentration en nitrates dans le sol



Des tests nitrates ont été réalisés tous les 15 jours environ après plantation le 1^{er} avril. Un test nitrate avant plantation mi-mars a révélé un reliquat de seulement 20 mg/l de nitrates dans le sol.

Les courbes des modalités « demi-fertilisé » des 2 tunnels suivent la même dynamique avec la différence que le tunnel travaillé a toujours une concentration en nitrate supérieure à celle du tunnel non travaillé. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'engrais a été enfoui dans le tunnel travaillé et donc plus rapidement décomposé que celui dans le non travail du sol qui a été juste déposé en surface.

Cependant, la modalité de fertilisation pleine dans le sol non travaillé montre une concentration supérieure que celle du tunnel travaillé.



Mesure de la décomposition de la matière organique (Test slip)

La décomposition de la matière organique dans le sol peut être évalué grâce à un test simple : le test du slip. Afin de mesurer la capacité d'un sol à décomposer les résidus de culture, ils sont remplacés par un slip 100% coton qui est laissé entre 2 et 3 mois dans le sol à 15 cm de profondeur. Les slips ont été enterrés le 16 avril dans chaque tunnel au même endroit puis retirer 45 jours après soit le 1^{er} juin.



Sol non travaillé

Sol travaillé

D'après la photo, le slip enterré dans le sol non travaillé semble moins dégradé que le slip en sol travaillé. L'activité biologique semble peu active dans le tunnel non travaillé.

- Mesure de la cohésion des agrégats (Slack Test) (Intervention d'Elie DUNAND) :

Le slake test a pour objectif d'évaluer la stabilité structurale et la cohésion des agrégats du sol. La stabilité du sol est un indicateur de l'activité biologique qu'il renferme : les liaisons entre les particules du sol sont constamment renouvelées par les processus biologiques donc plus cette activité est forte, plus les liaisons le sont aussi.

Un slake Test a été réalisé le 22 octobre en fin de culture. Cette photo représente le test 5 minutes après avoir immergé les 2 mottes de terres préalablement séchées.

Le T4 possède une stabilité structurale nettement plus importante et donc une activité biologique plus présente que le T3.



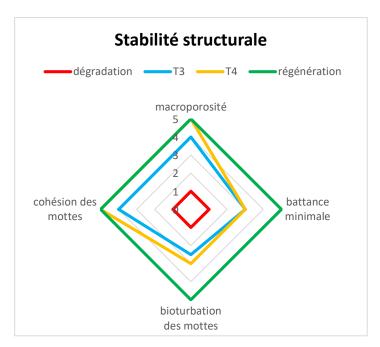
Figure 19 : Photo du Slake Test – 5 minutes après immersion le 22 octobre

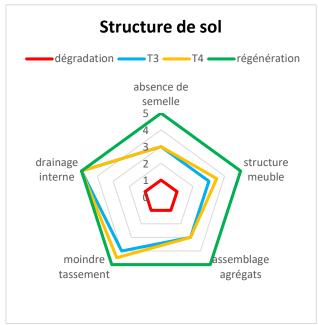


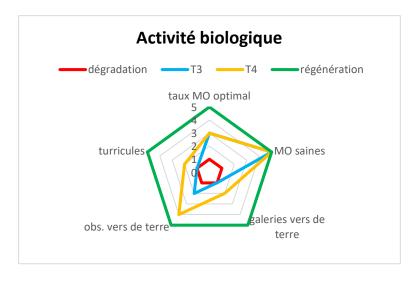
Bilan du profil de sol et test bêche

Bilan du test bêche réalisée le 22 octobre (Intervention d'Elie DUNAND).

	T3	T4
Humidité	Bonne humidité	Trop humide
Fente de retrait	Oui	Non
Turricules	Non	Oui
Profondeur bêche	25 cm	30 cm
Horizons	Tassement entre 5 et 10 cm puis à 15cm	Tassement à 30 cm
Sol sur la bêche	2 blocs avec fissure verticale. Motte Delta b. Angles des mottes plutôt arrondis	Fissure horizontale à 20-25 cm – mottes Delta b
Biodiversité lombricienne	Absence	Présence d'endogées mais pas d'anéciques
Conclusion	Sol très sensible au travail du sol, manque de fer car le fer retient mieux les agrégats, manque de ver de terre	Sol trop humide pour assurer des conclusions. Besoin d'apport en matière fraîche : broyat végétal pour augmenter la biomasse lombricienne.









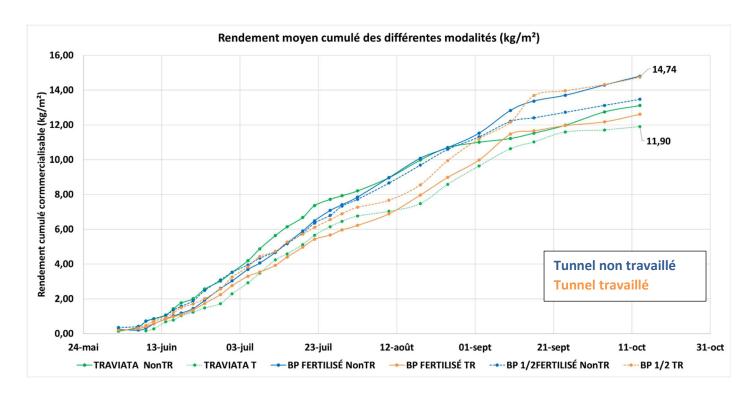
Le bilan a montré que le tunnel 4 est plus pourvu en vers de terre que le tunnel 3 mais présente une trop fable quantité de vers de terre anécique.

- Pourcentages de matières organiques totales dans les 2 tunnels relevés au 24 novembre 2021 :

Tunnels	% de Matière Organique (MO)
T3 – sol travaillé	2.36
T4 – sol non travaillé	2.02

Un redressement est nécessaire en 2022 sur les 2 tunnels. Des apports de compost seront réalisés en 2022.

- d. Résultats agronomiques et analyses statistiques
- Evaluation des rendements cumulés par modalité, déchets et poids moyen :



Les résultats montrent que le rendement cumulé des modalités Black Pearl du tunnel non travaillé a toujours été supérieur à celles du tunnel travaillé.

Traviata a été très productive notamment au mois de juillet dans le tunnel non travaillé et cela est confirmé avec une bordure hors essai qui a été récolté. La modalité black Pearl fertilisée en tunnel travaillé est plus faible dû à des attaques de pucerons et acariens sur les zones prises en comptes pour les notations.

Aucune différence n'a été trouvé sur les déchets ou 2nd choix par modalité. Par contre TRAVIATA présente plus de 2nd choix que la variété Black Pearl (notamment l'aspect boisé).



Figure 20 : Aspect dit boisé sur TRAVIATA (PROSEM)



Les poids moyens des aubergines récoltées varient entre **360 et 390 g** par modalité sans différence notable.

Photo prise le 16 août au fond de chacun des tunnels :

Tunnel non travaillé :



Tunnel travaillé :





- Analyses statistiques :

En termes d'analyses statistiques, il n'y a pas de différences significatives entre les 2 tunnels en termes de rendements :

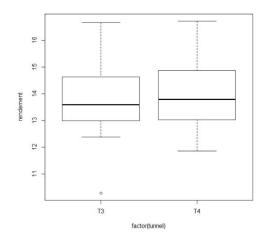


Figure 21 : Boxplot du rendement en fonction des tunnels sur black pearl en fin de culture

4. Conclusion

	Observations en non travail du sol
Climat	Moins d'amplitude thermique, moins chaud lors des pics de chaleur
Irrigation	Moins drainant, retiens l'humidité, sol plus humide qu'en sol travaillé
Ravageurs/maladies	Présence importante de rongeurs Présence de vers de terre Moins de nématodes
Adventices	Absence de cyperus Apparition de liseron
Productivité	Rendement quasi équivalent voir supérieur Vigueur marquée dans la zone non fertilisée
Analyse de sol	Meilleure stabilité structurale Pas d'horizons Manque de matière organique Manque de vers anéciques Manque d'activité biologique
Plantation	Plantation plus longue du fait du sol plus tassé

Renseignements complémentaires auprès de : Célia DAYRAUD - CIVAMBIO 66

15 Av de Grande Bretagne 66025 PERPIGNAN.

Tél.: 04 68 35 34 12 - celia.dayraud@bio66.com – 06 12 93 50 02 Diffusion publique totale (internet)