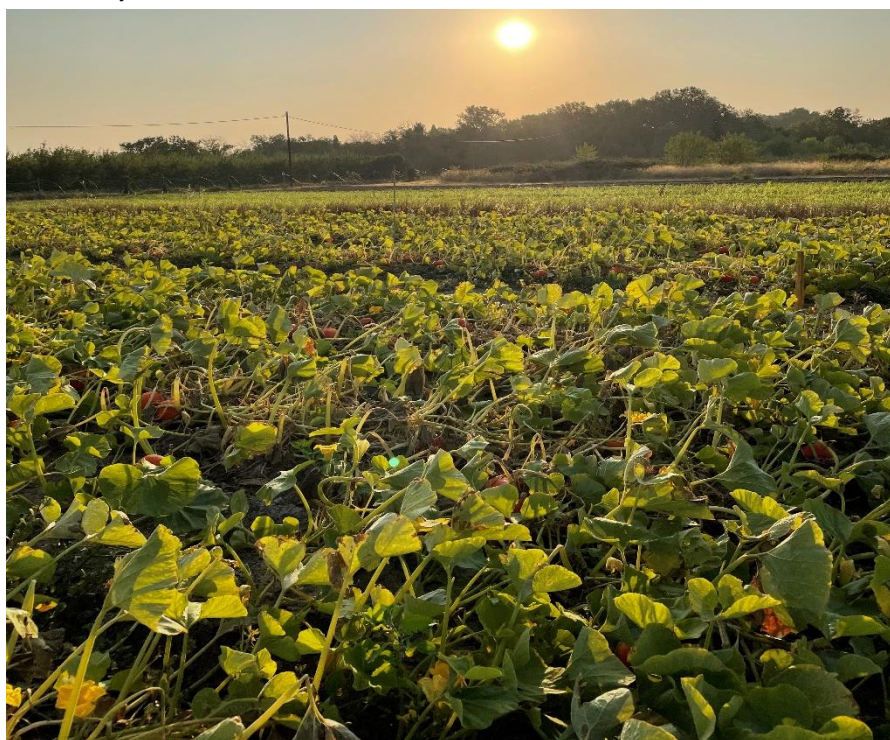




PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN AGRICOLE POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL
L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Rapport essai Sovimed été 2021

Thème : Etude du non travail du sol et des couverts végétaux sur la diminution des apports en eau, l'amélioration de la qualité du sol et la rétention des éléments fertilisants, en cultures maraîchères.



Année de campagne : 2021

Rédigé le : 22/11/2021

Rédacteur et fonction : Aude LUSETTI (Ingénieure), Maxime LAPAUW (Ingénieur), Lisandra GUIOT (Alternante)

SICA CENTREX – Chemin du Mas Faivre – 66440 TORREILLES

Contact : Alusetti.centrex@orange.fr

Tel : +33(0)6.75.25.34.72

Table des matières

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	3
1. Contexte et thème de l'essai	3
2. Objectifs de l'essai	3
3. Modalités étudiées	3
4. Matériel et méthodes	4
4.1. Localisation :	4
4.2. Dispositif expérimental.....	4
4.3. Matériel :	4
4.4. Mise en place de l'essai	5
4.5. Plan de l'essai	5
4.6. Conduite de culture	6
5. Observations et mesures	7
5.1. Reprise, vigueur et état sanitaire des plantes	7
5.2. Indicateurs agronomiques.....	7
5.3. Données météorologiques	7
5.4. Suivi de l'état hydrique du sol	8
5.5. Fertilité du sol.....	8
5.6. Indicateurs de suivi du sol	8
5.7. Indicateurs économiques et environnementaux.....	8
SYNTHESE DES RESULTATS	9
1. Déroulement de l'essai	9
2. Données météorologiques	9
3. Suivis du sol.....	10
3.1 Températures du sol	10
3.2 Fertilité du sol	11
3.3 Etat hydrique	12
3.2 Activité biologique du sol	14
4. Reprise, Homogénéité et Vigueur des plants	17
4.1 Vigueur.....	17
4.2 Homogénéité	18
4.2 Reprise des plants	18
4.3 Précocité de floraison	19
5. Résultats agronomiques	19
5.1. Potimarrons	19
5.2. Butternuts.....	21
5.3. Synthèse agronomique.....	22
6. Conclusions	22
Table des illustrations.....	23
Annexe 1. Conditions climatiques en cours d'essai, hygrométrie de l'air (source station agriscopie Torreilles).....	24
Annexe 2. Données d'irrigation volume d'eau journalier sur les modalités de l'essai Sovimed (en litres par parcelle).....	25

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. Contexte et thème de l'essai

Dans un contexte de développement de l'agroécologie au niveau populaire, scientifique et législatif, le non-travail du sol en agriculture présente de nombreux intérêts pour favoriser un sol « vivant » plus productif correspondant aux attentes de l'intensification écologique. Le projet SOVIMED, en culture maraîchère s'inscrit dans le projet agro-écologique lancé en 2012 par Stéphane Le Foll qui a pour objectif de combiner performance économique, environnementale et sociale pour l'agriculture française. La conservation, voir l'amélioration de la qualité des sols par non-travail du sol et couverture végétale, est un levier qui permettrait de répondre à la transition agro-écologique pour mettre en place des systèmes de production résilients.

L'objectif de SOVIMED est de mettre au point un système de production innovant répondant à une demande professionnelle, qu'elle s'inscrive dans une démarche de circuit court ou de circuit long. Ce projet permettra d'alimenter le Réseau Mixte Technologique (RMT) Biodiversité et Agriculture, projet agréé par le Ministère de l'Agriculture depuis 2014 qui constitue un réseau de partenaires professionnels de la recherche, du développement et de la formation, rassemblés autour de la thématique du Sols et Territoires en France.

Le non travail du sol et la mise en place d'un couvert végétal est l'une des pistes envisagées pour lutter contre les adventices. Un enherbement choisi permettrait aussi de favoriser l'implantation des auxiliaires.

L'utilisation de couverts permanents étant relativement récente et peu étudiée sur maraîchage, la demande en références technico-économiques de ce type de système est forte et les parcelles expérimentales insuffisantes. Le projet de mise en place de plantation d'artichaut en association avec des cultures de couverture répond aux attentes locales autant agronomiques, qu'économiques et environnementales.

2. Objectifs de l'essai

L'objectif global du projet est de comparer l'effet du non travail du sol avec un couvert permanent sur la conduite d'une culture, par rapport à une gestion avec travail du sol standard.

Plus précisément, nous souhaitons :

- **Acquérir des références sur le potentiel de production** de plusieurs espèces maraîchères en non-travail du sol en comparaison de parcelles travaillées. Les espèces maraîchères sont choisies selon les productions locales et les espèces de couvertures, le cas échéant pour leur capacité à limiter l'enherbement et apporter un amendement naturel à la culture (résidu de culture comme engrais vert)
- **Evaluer des itinéraires techniques économiquement viables** pour ce système (créneaux de plantations, irrigation, fertilisation...)
- **Etudier l'impact de la culture de couverture** sur le rendement de la production maraîchère suivante, la structure du sol, le besoin en irrigation, la biodiversité et la maîtrise de l'enherbement.

3. Modalités étudiées

Afin d'étudier les 2 facteurs de l'essai, 5 modalités sont mises en place :

- 2 modalités principales pour l'étude du facteur travail du sol
 - 1) Modalité avec travail du sol « Témoin travaillé »
 - 2) Modalité sans travail du sol « Non travaillée » avec couvert permanent

Et 3 modalités secondaires pour l'étude du facteur couverts végétaux sur la modalité « Non travaillée »

- 2.1) Modalité « Non travaillée Trèfle blanc » avec Couvert 100% trèfle blanc
- 2.2) Modalité « Non travaillée Achillée » avec Couvert Achillée Millefeuille + trèfle blanc
- 2.3) Modalité « Non travaillée Viver 50 » avec couvert « Viver 50 (50% Fétuque + 50% Ray gras) » + Trèfle

La modalité « travail du sol » est conduite sur paillage plastique biodégradable. La modalité Non travail du sol est conduite sans paillage plastique mais avec un couvert végétal permanent.

4. Matériel et méthodes

4.1. Localisation :

L'essai se situe sur une parcelle maraîchère en agriculture raisonnée de 2000 m², localisée à l'annexe 3 de la SICA Centrex – Chemin du Mas Faivre, 66440 Torreilles (Figure 1) en région méditerranéenne.

Figure 1 : Localisation de l'essai



Coordonnées GPS :

Latitude : 42,75429 N ; Longitude : 2,984185 E ; Altitude : 5 mètres, Angle par rapport au nord : 190°

4.2. Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale est divisée en 4 sous parcelles de 450 m² chacune dont 2 sont conduites en non travail du sol et 2 sont conduites en travail du sol.

Chaque sous – parcelles est divisée en 4 lignes de plantation de 55 à 60 mètres de long.

Dispositif expérimental : Criss-cross, témoin travaillé adjacent

4.3. Matériel :

2 parcelles ont été plantées avec des Potimarrons et 2 parcelles ont été plantées avec des butternuts.

Matériel végétal :

- Butternut variété « Havana »

- Potimarron variété « Orange summer »

Couvert végétal :

Sur les 2 parcelles en non travail du sol avec la répartition suivante :

1. Couvert 100% trèfle blanc
2. Couvert achillée + trèfle blanc
3. Couvert « Viver 50 » (50% fétuque et 50% ray gras) + trèfle blanc

4.4. Mise en place de l'essai

Distances et densité de plantation (Cf Figure 2):

Chaque sous parcelle est constituée de 4 rangs de 55 à 60 mètres de long

- Distance entre les rangs : 2 mètres
- Distance entre les plants sur le rang : 0.6 mètres
- Largeur des passes tracteurs entre 2 sous-parcelle : 2.5 mètres
- Densité de plantation sur chaque sous -parcelle : 0.833 plants / m²

Fertilisation de fond :

- 12/05/2021 : Compost, 15 T/ha de compost (18-46-0) (au niveau des rangs de plantation)
- 21/05/2021 : Engrais organique (12/12/17), 1 T/ha (au niveau des rangs de plantation) sur les parcelles travaillées
- 25/05/2021 : Engrais organique (12/12/17), 1 T/ha (au niveau des rangs de plantation) sur les parcelles non travaillées

Préparation du sol :

Modalité « Témoin Travaillé » :

- 21/05/2021 : Sous-soleuse (40 cm de profondeur) puis rotavator (30 cm de profondeur).
- Pose goutte à goutte puis paillage biodégradable sur le rang

Modalité « Non travaillée » :

- 25/05/2021 : Rotovator a faible profondeur sur le rang (5 cm) (80 cm de large).
- Culture à plat, pas de paillage, couvert permanent sur l'inter-rang entretenu par broyage/couchage.

Date de plantation : 26/05/2021

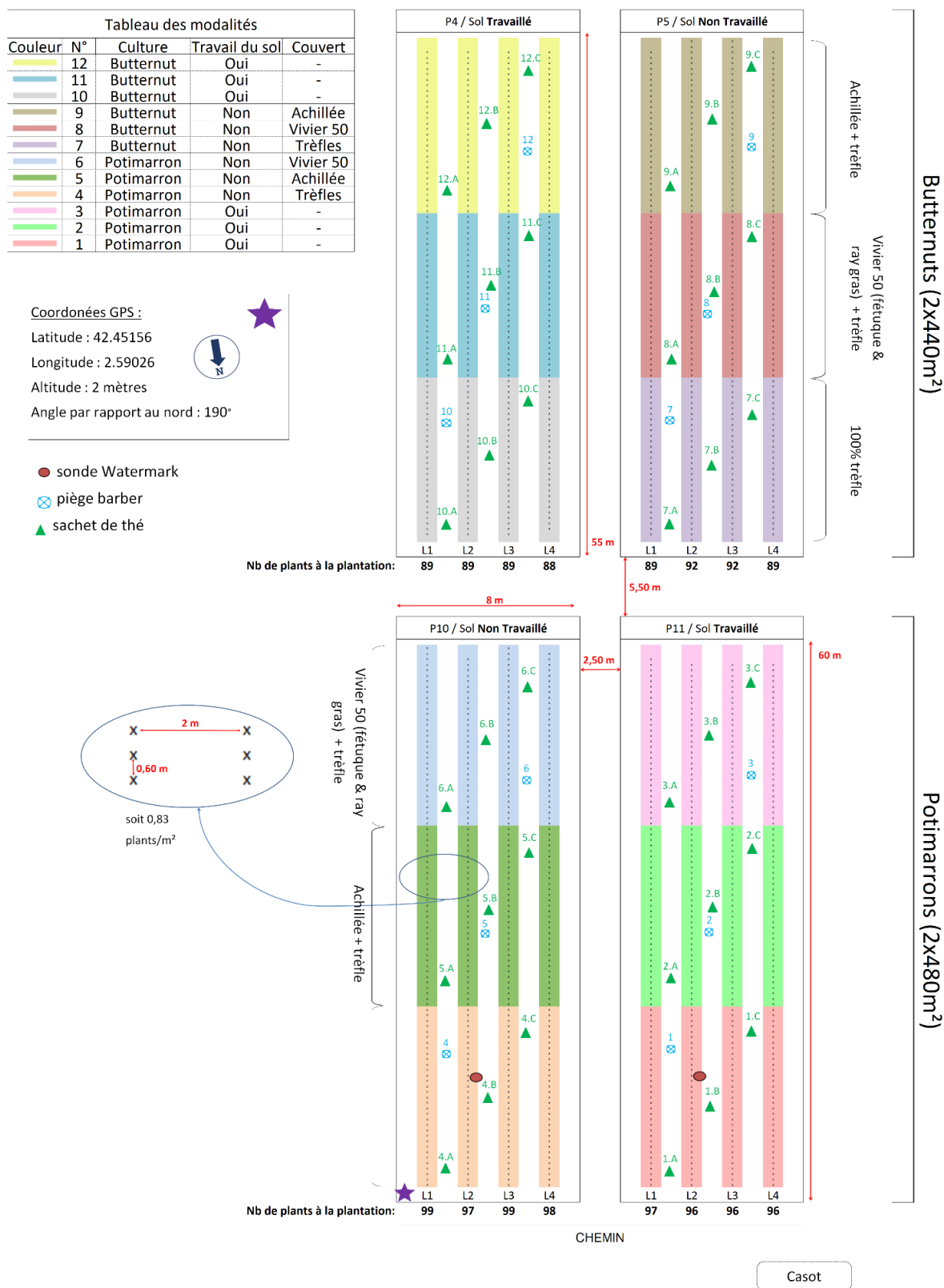
4.5. Plan de l'essai

La figure 2 présente le plan de l'essai.

Figure 2 : plan de l'essai

PLAN SOVIMED 2021/2022

Culture : cucurbitacées (26 mai 2021)



4.6. Conduite de culture

La culture a été conduite suivant les principes de l'agriculture conventionnelle raisonnée.

- Fertilisation : En cours de la culture, le taux de nitrate du sol a été évalué à l'aide d'un nitrachek (Challenge Agriculture). Aucun apport en cours de culture n'a été nécessaire dans le cadre de cet essai.
- Irrigation :
 - Irrigation au goutte à goutte
 - Suivi de l'irrigation par installation de 2 jeux de 6 sondes WATERMARK (Challenge Agriculture), sur les parcelles potimarrons (1 jeu en non travail du sol et 1 jeu sur la modalité sol travaillé). 3 sont placées à 25 cm et 3 autres à 50 cm de profondeur.
 - Les potimarrons et les butternuts sont gérés de la même façon. Cependant la fréquence et la durée d'irrigation est adaptée en fonction de la modalité (Non travail du sol ou parcelle travaillée).
 - Le seuil de déclenchement de l'irrigation est fixé à 45 cbar pour les sondes à 25 cm de profondeur et à 30 cbar pour les sondes à 50 cm de profondeur.
- Traitements : les traitements ont été déclenchés suivant les observations du suivi sanitaire. 1 seul traitement a été effectué le 01/07/2021 contre l'oïdium et les acariens sur l'ensemble des parcelles de l'essai (Armicarb 3 kg/ha et Vertimec 0.75 kg/ha)

5. Observations et mesures

5.1. Reprise, vigueur et état sanitaire des plantes

Après plantation, une évaluation du pourcentage de reprise est faite, pour évaluer le pourcentage de mortalité. En début de culture les plants morts sont remplacés. Un comptage de la mortalité des plants est effectué en fin de culture, avant la récolte afin de connaître le nombre de plants productifs.

Les observations concernant l'état sanitaire des plantes sont hebdomadaires. Une fois par semaine, 10 plants par modalités sont observés. Les plants observés sont sélectionnés en randomisation à chaque observation, sur ces plants sont identifiés et quantifiés les auxiliaires, les ravageurs et les maladies. Des commentaires peuvent être fait sur les maladies physiologiques, les dégâts climatiques ou sur l'état général des plants.

5.2. Indicateurs agronomiques

Lors de la récolte, le nombre de fruits et le poids brut de la récolte sont mesurés. Les fruits sont calibrés et triés afin de déterminer le rendement commercialisable et évaluer la qualité des produits. L'objectif est d'obtenir :

- Le rendement brut en kg/plant et kg/m²
- Le poids moyen des fruits
- La répartition par calibre
- Le pourcentage de déchets et leurs causes
- Le rendement commercialisable

5.3. Données météorologiques

Les données météorologiques sont acquises par les enregistrements de la station météo de Torreilles située à 500 mètres à vol d'oiseau du site expérimental. Des capteurs de températures du sol sont ajoutés sur chaque modalité.

L'objectif est de relever :

- La température de l'air
- La pluviométrie
- Le pourcentage d'humidité relative
- La température du sol

5.4. Suivi de l'état hydrique du sol

L'humidité du sol est enregistrée par 2 jeux de 6 sondes WATERMARK positionnées à 25 et 50 cm de profondeur, connectées en continue à un serveur internet. Des seuils d'humidités sont définis pour déclencher l'irrigation. Un compteur d'eau et un pluviomètre complètent le dispositif.

L'objectif est de relever, pour chaque modalité

- l'évolution de l'humidité du sol dans l'horizon 0-50 cm de profondeur
- Les apports en volumes d'eau rapportés au m²
- Les pluviométrie (en mm)

5.5. Fertilité du sol

Des test nitrate sont réalisés régulièrement en cours de culture, il permettent de suivre la teneur en azote du sol.

5.6. Indicateurs de suivi du sol

Six indicateurs ont été utilisés pour suivre la vie du sol :

- Test slip avant plantation pour évaluer vitesse de dégradation de composés organiques par les micro-organismes. Ils sont placés à plat à 15 cm de profondeur.
- Tests thé qui permettent d'évaluer la vitesse de dégradation de composés organiques par les micro-organismes. Les sachets de thé sont placés à 10 et 30 cm de profondeurs, et laissé en place 26 jours.
- Pièges Barber qui quantifié le nombres d'insectes rampants sur chaque parcelles
- Le suivi sanitaire des culture qui permet d'évaluer les populations de ravageurs et auxiliaires tous les 15 jours
- Le comptage des vers de terre du sol au printemps (mars/avril)
- Le nombre de pièges contre les campagnols terrestres (*Arvicola terrestris*) et le nombre d'individus piégés.

5.7. Indicateurs économiques et environnementaux

- Les temps de travaux sont comptabilisés dans chaque parcelle afin de faire un comparatif de la rentabilité entre les différents systèmes de cultures, les intrants et le coût de revient des cultures sont évalués
- Indice de fréquence de traitement pour évaluer les apports phytosanitaires
- Quantité d'amendements et de fertilisants apportés sur chaque culture (les apports en azote sont ajustés sur chaque parcelle en fonction des résultats des tests nitrates et des reliquats restants dans le sol)
- Quantité d'eau apportée
- Nb de passages avec les engins fonctionnant à l'énergie fossile

SYNTHESE DES RESULTATS

1. Déroulement de l'essai

Le tableau 1 liste les principales actions menées sur l'ensemble de l'essai entre le 17/05/2021 et le 01/09/2021.

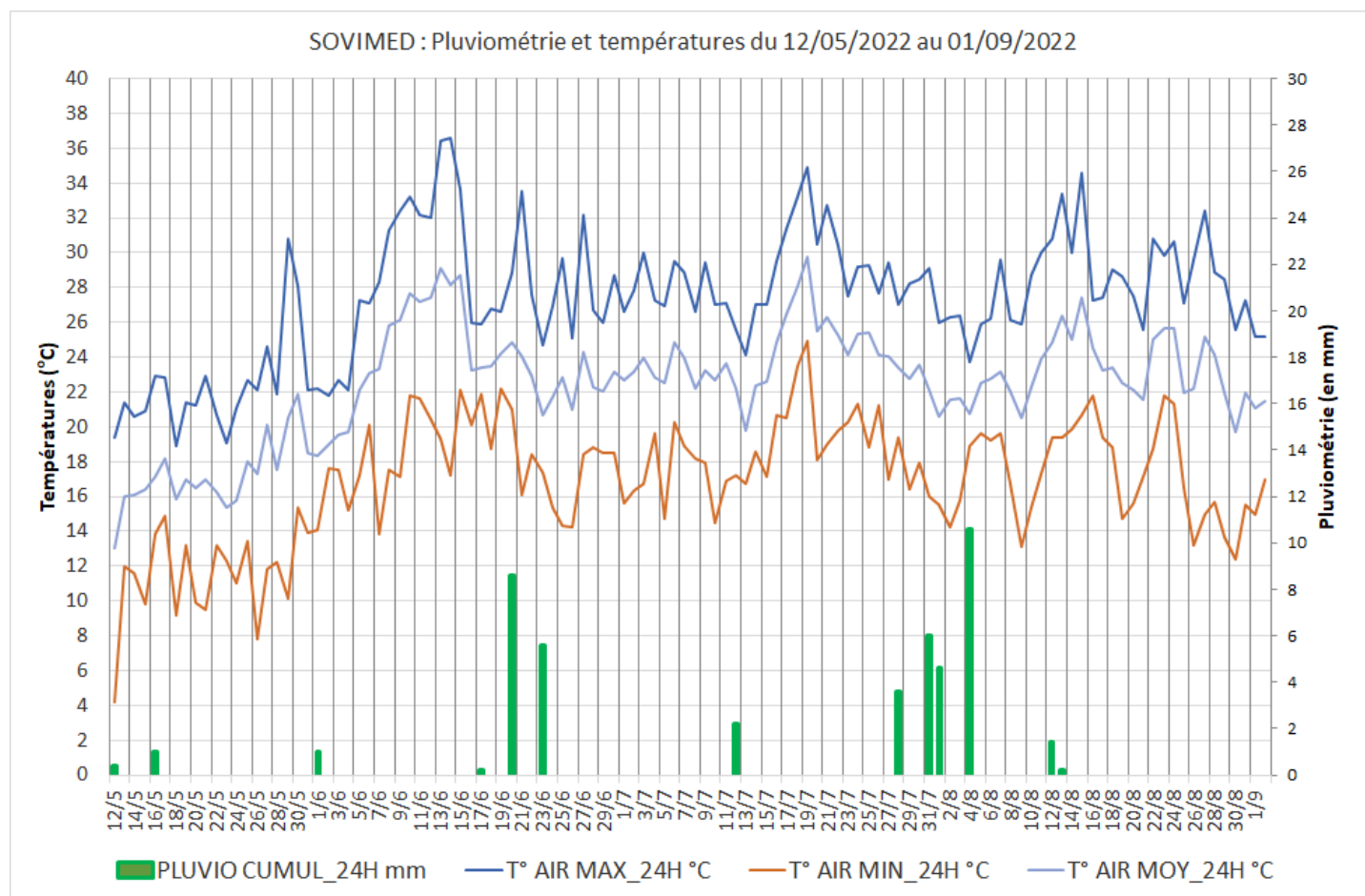
Tableau 1. Liste des principales actions de l'essai

DATE	ACTIONS
12/05/2021	Apport Compost 15 tonnes /hectare
17/05/2021	Nitratest 1
26/05/2021	Plantation Butternut et potimarrons
27/05/2021	Mise en place clôture lapin
28/05/2021	Mise en place Pièges rats-taupiers
02/06/2021	Mise en place des sondes Irrigation
03/06/2021	Mise en place pièges barber
07/06/2021	Nitratest 2
10/06/2021	Prélèvement piège barber
17/06/2021	Nitratest 3
28/06/2021	Nitratest 4
01/07/2021	Traitement Armicarb (oïdium) et Vertimec (acariens)
09/07/2021	Mise en place sachets de thé pour test décomposition
16/07/2021	Nitratest 5
22/07/2021	Nitratest 6
27/07/2021	Préparation récolte potimarrons (coupe des pédoncules)
28/07/2021	Récolte Potimarrons
29/07/2021	Arrachage pieds potimarrons et Suivi sanitaire des cultures
04/08/2021	Retrait sachet thé pour suivi décomposition
05/08/2021	Nitratest 7
01/09/2021	Récolte Butternut

2. Données météorologiques

Les données météorologiques (températures de l'air, humidité relative, pluviométrie, vitesse et direction du vent), ont été enregistrées par la station météo agriscopie de Torreilles situées à 500 mètres à vol d'oiseau de la parcelle SOVIMED. La figure 2 BIS présente les températures et la pluviométrie enregistrées au cours de l'essai. Les mesures de l'hygrométrie de l'air sont présentées en annexe 1.

Figure 2 BIS : Températures minimales, moyennes et maximales de l'air (en °C) et pluviométrie du 12/05/2021 au 01/09/2021 (source station agriscopie de Torreilles)



Données de contexte global :

- **La température moyenne de l'air** a fluctué entre 14°C et 30°C. Elle est restée stable durant la culture avec une légère vague de chaleur la première quinzaine de juin (températures maximales supérieures à 30 °C), 3 semaines après la plantation, et une autre aux alentours du 20 juillet, peu de temps avant la récolte des potimarrons.
- **La pluviométrie** enregistrée montre des pluies peu fréquentes. La quantité d'eau apportée par les précipitations est inférieure à 50 mm sur la saison. Globalement la pluviométrie enregistrée n'est pas suffisante au développement de la culture, cela explique la mise en place des stratégies d'irrigation sur les parcelles.

3. Suivis du sol

3.1 Températures du sol

- Sur potimarrons, les températures du sol ont été mesurées grâce aux système d'enregistrement de l'humidité du sol (sondes WATERMARK). La position précise de ces sondes sur le terrain est indiquée sur le plan de la Figure 1. L'enregistrement des températures du sol des 2 modalités Sovimed (sol travaillé et sol non travaillé) est présenté sur les Figures 3 et 4.

Figure 3 : Températures du sol (°C) sur la parcelle potimarron non travaillé (NT)

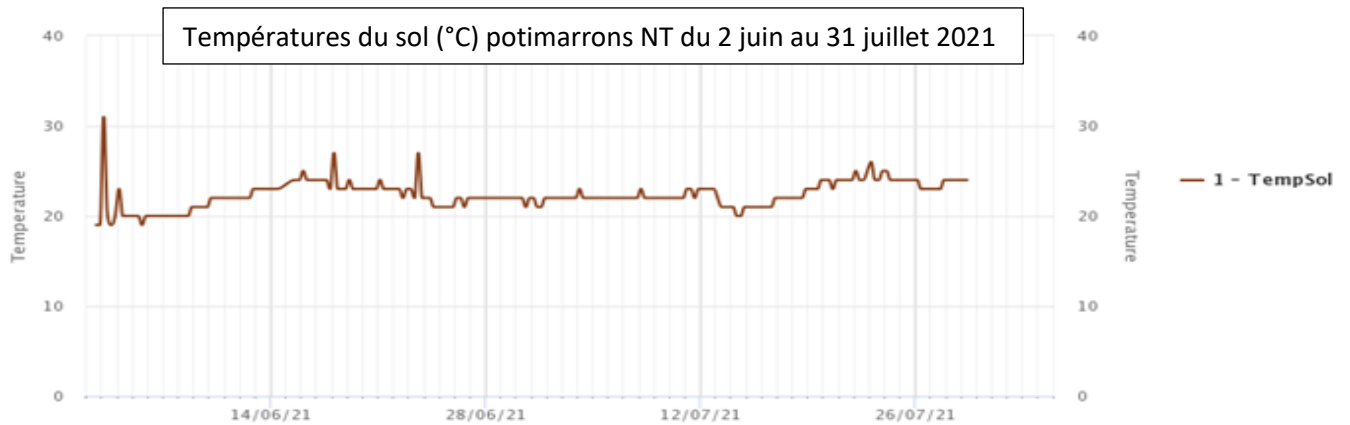
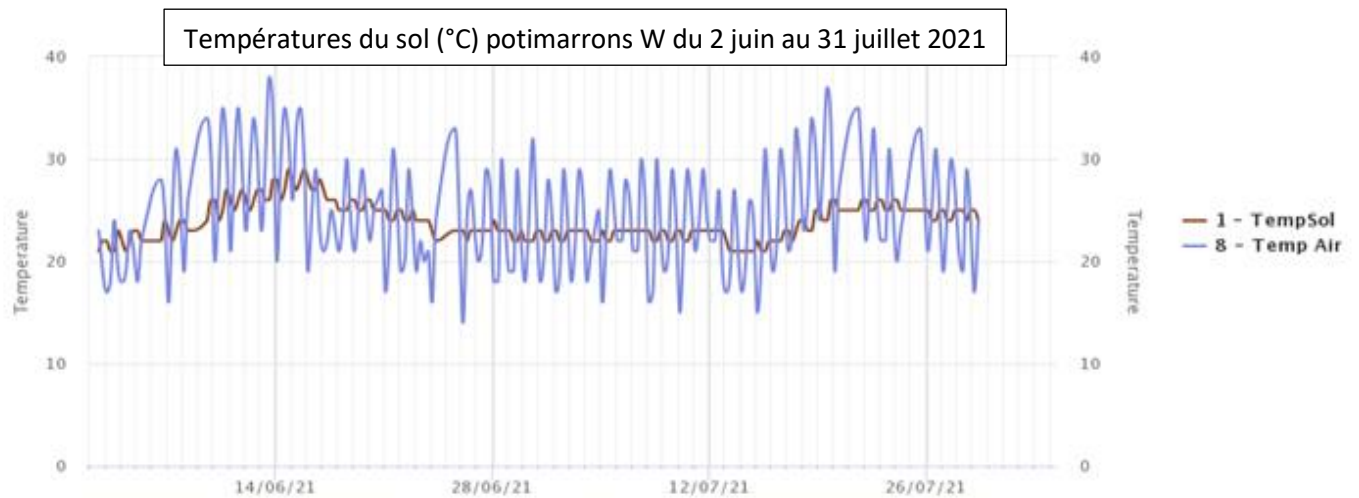


Figure 4 : Températures du sol (°C) sur la parcelle potimarrons travaillée (W)



Les températures du sol suivent sensiblement la même tendance sur les 2 modalités (travaillées W et non travaillée NT) avec un réchauffement du sol mi-juin et un autre fin juillet correspondant aux 2 pics de températures de l'air enregistrés par la station météorologiques de Torreilles (cf figure 2). Sur l'ensemble de la saison, les écarts de température du sol sont plus élevés sur la modalité travaillée (21-29°C) que sur la modalité non travaillée (20-25°C). Lors du pic de chaleur de début juin, alors que les plantes ne recouvraient pas encore le sol, les températures du sol sont montées plus haut sur la parcelle travaillée (29 °C au lieu de 25°C sur NT), ce qui peut s'expliquer par le paillage noir qui a faciliter la montée en chaleur du sol sur cette parcelle. Les écarts jours /nuits sont aussi plus importants en première partie de culture sur la parcelle travaillée (W). Par la suite, la végétation recouvrant le sol, les écarts entre la parcelle travaillée et la parcelle non travaillée s'estompent.

3.2 Fertilité du sol

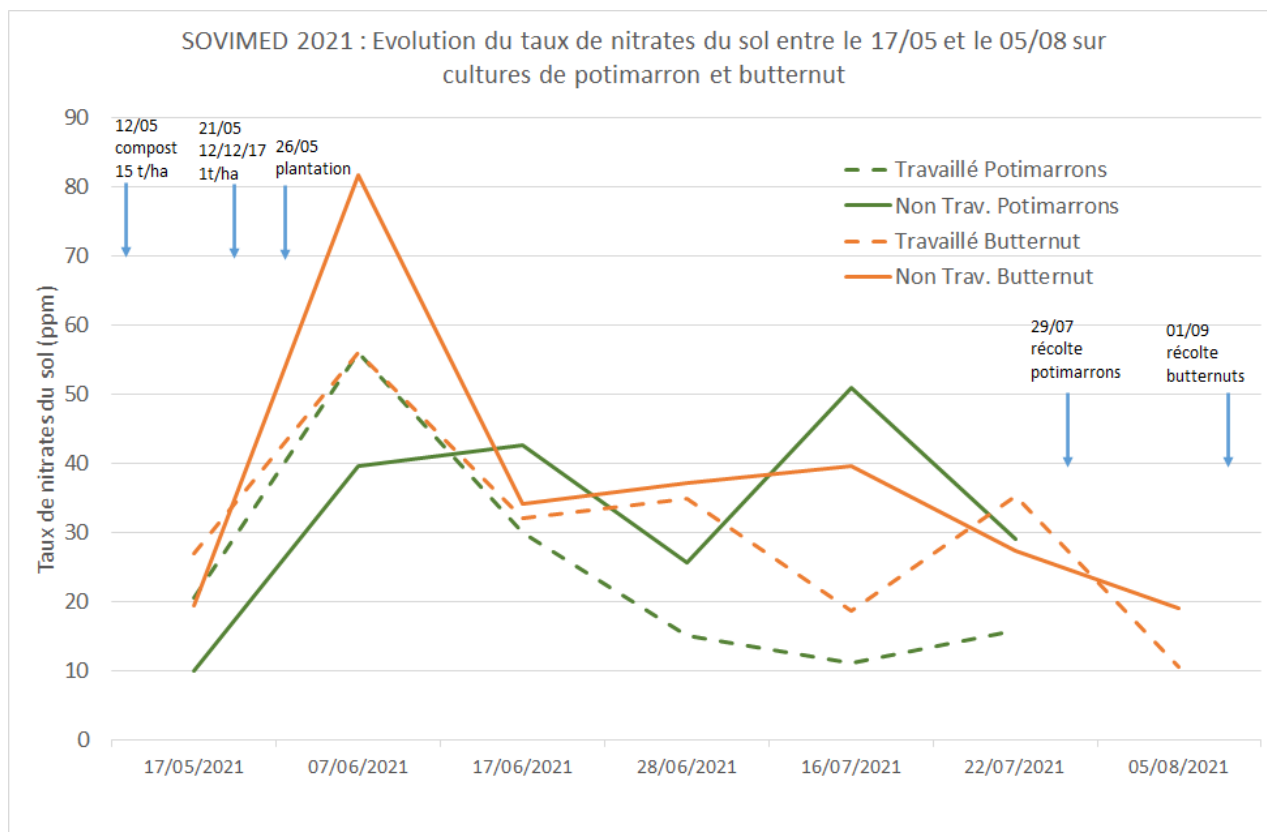
La fertilisation a été identique sur les 2 modalités. Les tests nitrates effectués le 17/05/2021 sur les parcelles travaillées et non travaillées indiquaient un reliquat d'azote inférieur à 20 unités dans le sol sur toutes les modalités. Un apport d'engrais organique (12-12-17), à 1 T/ha, a été effectué le 21/05/2021 afin de couvrir les besoins en courge (cf tableau 2). Cet apport vient en complément du compost (15 T/ha). L'apport en potassium (170 unités par hectare) est inférieur aux besoins car le sol de la parcelle Sovimed est très chargé en potassium, élément non limitant.

Tableau 2 : Besoins des courges et apports effectués le 21/05/2021 avant plantation

	N	P	K
Besoin des courges (en kg/ha	100-130	100	200-250
Apports (kg/ha)	120	120	170
% couverture des besoins	100%	100%	77%

La figure 5 présente l'évolution du taux de nitrates dans le sol (en ppm) entre le 17/05/2021 et le 05/08/2021.

Figure 5. Evolution du taux de nitrates du sol entre le 17/05/2021 et le 05/08/2021



Entre le 17/05/2021 et le 07/06/2021, la quantité d'azote du sol augmente sur les 2 modalités, liée à la libération de l'engrais organique. L'augmentation des nitrates dans le sol est plus forte sur la modalité travaillée en comparaison avec la modalité non travaillée. Par la suite, sur la modalité travaillée, le taux de nitrate du sol subit une baisse continue. Sur les parcelles non travaillées, les mesures sont plus stables et nous observons une augmentation du taux de nitrates le 16/07/2022 sur ces parcelles, une semaine avant les parcelles travaillées. Les niveaux de nitrates dans le sol sont similaires en fin de culture.

3.3 Etat hydrique

L'état hydrique du sol a été enregistré sur les parcelles potimarrons grâce à 2 jeux de 6 sondes watermark implantées à 25 cm (3 sondes) et 50 cm de profondeurs (3 sondes) sur les 2 modalités de l'essai. Les sondes ont été mises en place le 2 juin et retirées au moment de la récolte (début août). Les figures 6 et 7 présentent l'évolution de la tension du sol (en cbar) sur la modalité non travaillée (NT) et la modalité travaillée (W), respectivement.

Figure 6 : Suivi de la tension du sol (en cbar) à 25 et 50 cm de profondeur sur la parcelle Non travaillée (NT), période du 2 juin au 4 août 2022

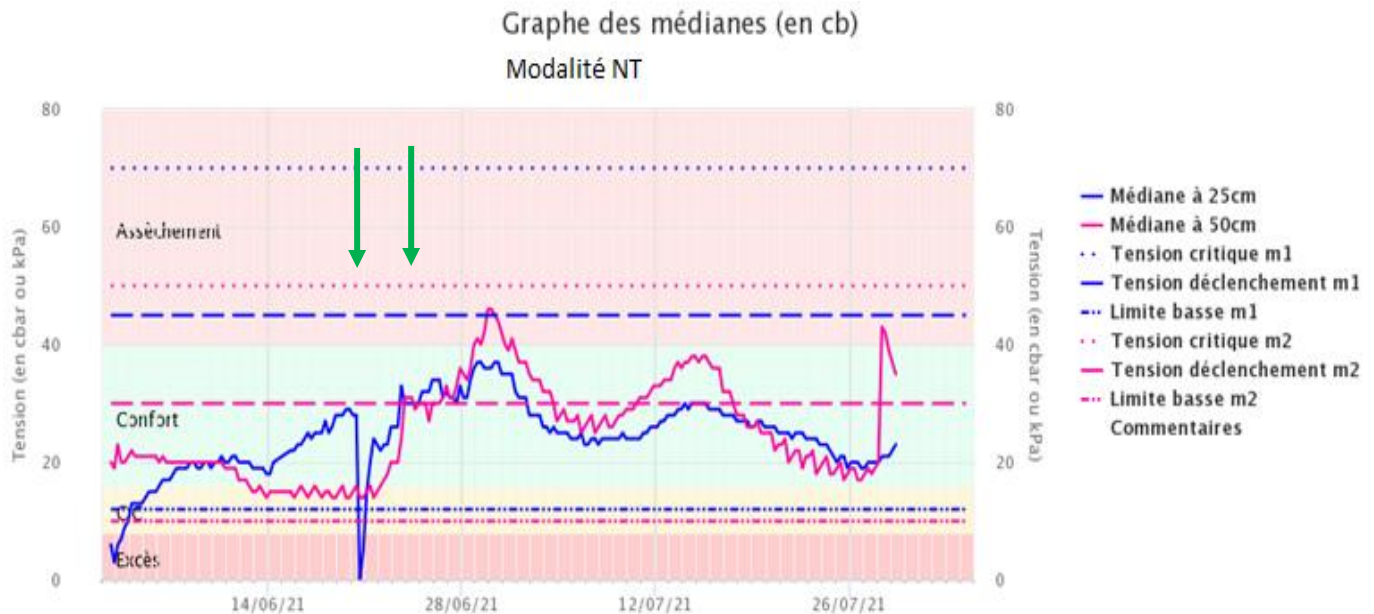
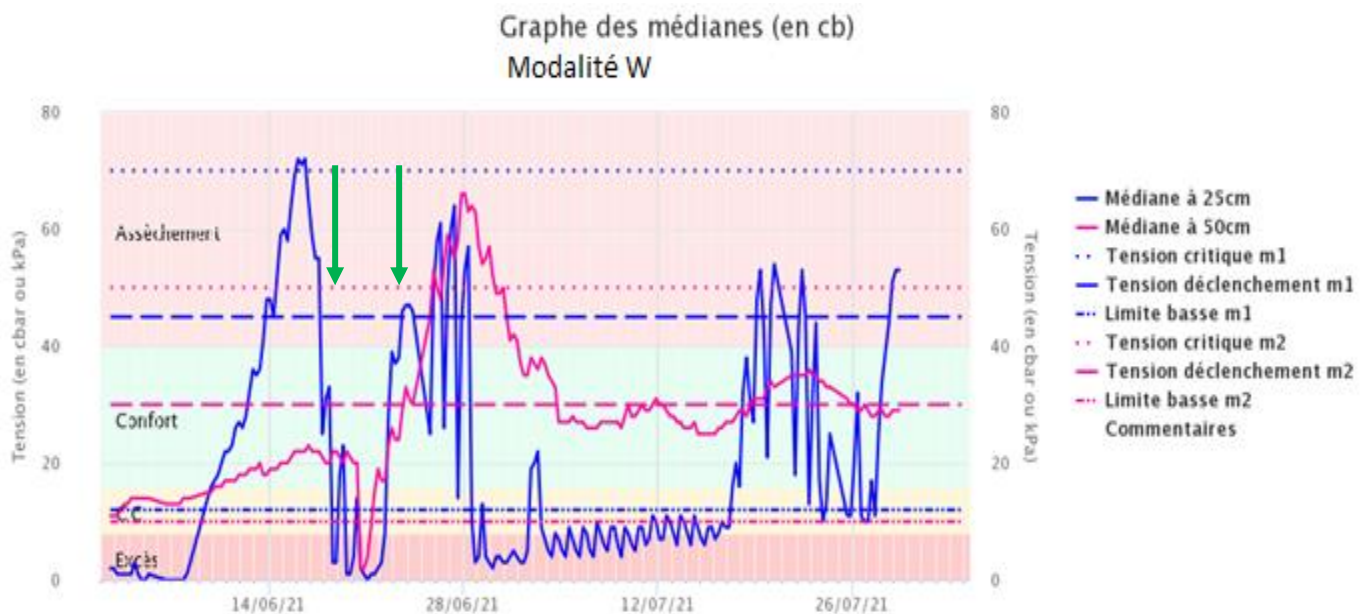


Figure 7 : Suivi de la tension du sol (en cbar) à 25 et 50 cm de profondeur sur la parcelle Travaillée (W), période du 2 juin au 4 août 2022



- En ce qui concerne la modalité non travaillée (NT), les médianes des tensions enregistrées à 25 et 50 cm de profondeur ont tendance à évoluer de façon similaire et restent, tout au long de la culture, dans la zone de confort des plantes. La courbe de la sonde située à 25 cm de profondeur sort de la zone de confort des plantes le 20 juin 2021 suite aux pluies du 19 juin. La saturation du sol en eau est très courte et dès le 21 juin la tension indique une valeur dans la zone de confort. Les sondes montrent 2 périodes d'assèchement du sol sur la parcelle non travaillée : après les 28 juin et 12 juillet. Ces assèchements du sol sont à rapprocher d'une baisse des apports en eau sur ces 2 périodes (cf doses d'irrigation, présentées en Annexe 2). Les variations journalières sur cette parcelles sont très faibles.
- En ce qui concerne les enregistrements sur la parcelle travaillée (W), les sondes indiquent des variations d'humidité du sol plus accentuées en comparaison de la parcelle Non travaillée (NT) avec des variations journalières de près de 30 cbar à plusieurs dates (contre seulement 2cbar sur

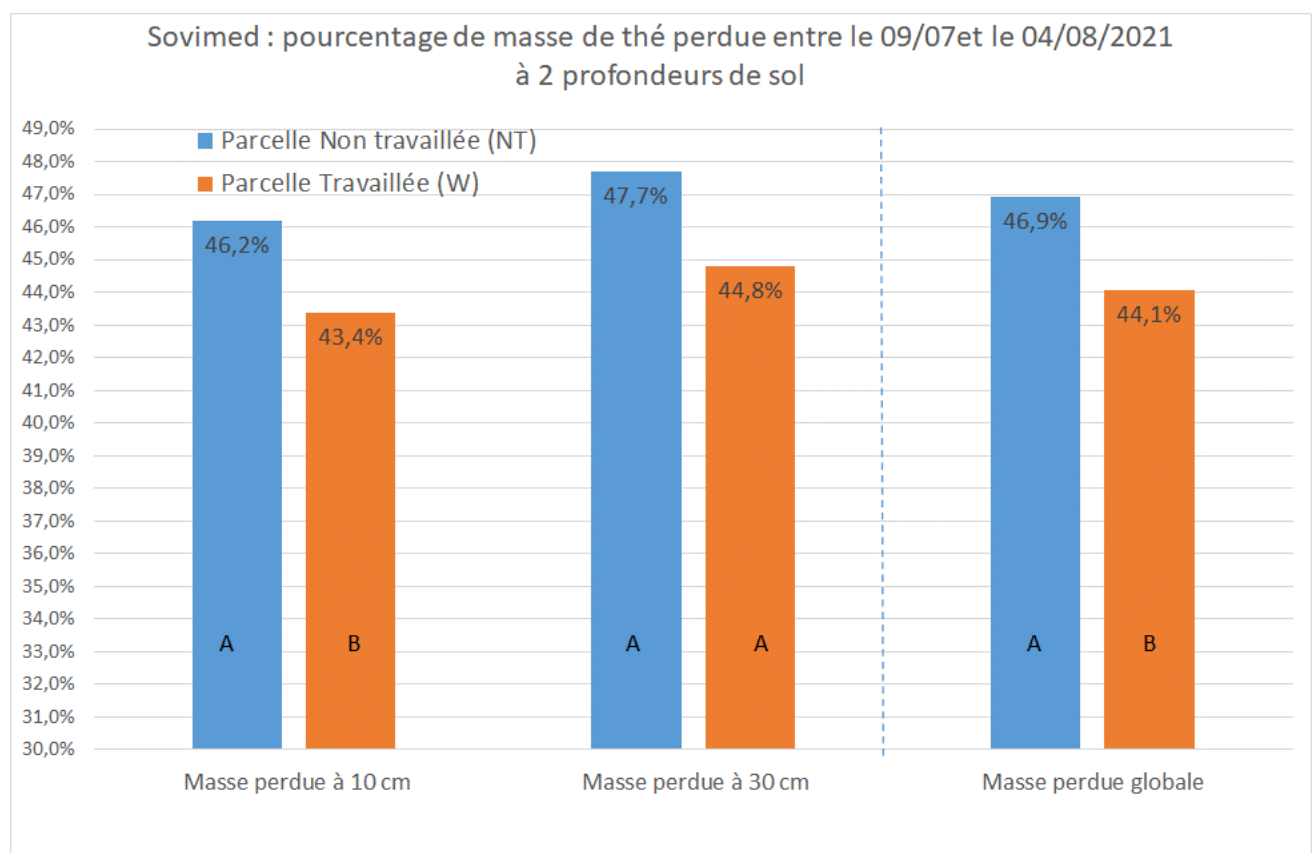
la parcelle non travaillée). Le comportement du sol à 25 et 50 cm de profondeur est très différent. En surface (25 cm de profondeur), le sol est très peu résilient aux à coup d'irrigation ou aux pluies. L'humidité reste facilement à saturation si les arrosages ou les pluies sont un peu excessifs (période du 19 au 22 juin et période du 4 au 16 juillet), mais il s'assèche aussi très vite entre 2 arrosages (variations journalière de la courbe à 25 cm de près de 30 cbar sur les périodes les plus chaudes). A 50 cm de profondeur, les variations d'humidité sont moindre, et comparables à la parcelle non travaillée. L'assèchement en profondeur est plus conséquent entre les 24 et 30 juin sur la parcelle travaillée, suite à une reprise des irrigations insuffisantes après les pluies.

3.2 Activité biologique du sol

Sachets de thé

Pour comparer l'activité biologique du sol, des sachets de thé vert ont été enterrés à 10 et 30 cm de profondeur du 9 juillet au 4 août 2021 pendant 26 jours afin de suivre leur dégradation par les micro-organismes. La figure 8 présente les résultats observés.

Figure 8. Pourcentage de perte (en masse) des sachets de thé plantés dans le sol pendant 26 jours



La décomposition des sachets de thé a été plus rapide sur les parcelles non travaillées en comparaison des parcelles travaillées. La différence est statistiquement significative à la profondeur de 10 cm. La perte de poids sur les parcelles non travaillées est 6.5 % supérieures à la parcelle travaillée.

Dans le cadre de cet essai, aucune influence des couverts végétaux de la parcelle non travaillée (Trèfle, achillée, ou ray-gras + fétuque) n'a été mise en évidence.

La vitesse de dégradation a globalement été supérieure sur les butternuts en comparaison des potimarrons (cf tableau 4), avec 50,6 % et 49,6 % de matière dégradée sur les parcelles butternut contre seulement 38.6 % à 43.3 % sur les parcelles potimarron.

Tableau 3. Pourcentage de perte de poids des sachets de thé enterrés entre le 9 juillet et le 4 août 2021, comparaison butternut et potimarron

	profondeur	Parcelle Non travaillée (NT)	Parcelle Travaillée (W)	Comparaison dégradation NT / W
Butternut	10 cm	49,7%	51,2%	-2.9%
	30 cm	51,5%	48,0%	+7.3%
	Moyenne	50,6%	49,6%	+2%
Potimarron	10 cm	42,6%	35,5%	+20%
	30 cm	44,0%	41,7%	+5.5%
	Moyenne	43,3%	38,6%	+12.2%

Si la différence entre la parcelle travaillée et la parcelle non travaillée n'est pas significative sur butternut, elle est plus conséquente sur potimarron avec 12,2 % de matière dégradée en plus en moyenne sur la parcelle non travaillée.

Vers de terre

Avant la mise en culture des parcelles, un test bêche a permis d'évaluer le nombre de vers de terre présents dans le sol. Le test bêche a été réalisé le 8 mars 2021. Le tableau 4 présente le nombre de ver de terre observés dans le sol sur l'échantillon prélevé.

Tableau 4 : Nombre de vers de terre observés

	Epigés	Aceniques	Endogés	Total
Parcelles travaillées	0	3	0	3
Parcelles non travaillées	0	7	2	9

Les résultats du test bêche montre 3 fois plus de vers de terre observés sur les parcelles non travaillées en comparaison des parcelles travaillées, mais les résultats ne sont pas significatifs.

Campagnols

Afin d'évaluer l'impact du non travail du sol sur les populations de campagnols terrestres (*Arvicola terrestris*), des pièges de type Topcat ont été posés, du 28/05/2021 au 21/06/2021, à chaque fois que des tumuli apparaissaient sur les parcelles. Le comptage du nombre de pièges posés et du nombre de campagnols piégés ont permis d'évaluer l'impact des populations sur les cultures. Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Nombre de piège Topcat posés sur les parcelles et nombres de campagnols piégés.

		Nb de pièges posés	nb de campagnol tués
Non travaillé (NT)	butternut	24	4
	potimarron	22	7
Total NT		46	11
Travaillé (W)	butternut	1	0
	potimarron	0	0
Total W		1	0

Globalement, les résultats indiquent des populations de campagnols nettement supérieures sur les parcelles qui n'ont pas été travaillées avant la plantation en comparaison des parcelles travaillées. Très peu de campagnols ont été piégés sur les parcelles travaillées, certainement lié à la destruction des galeries et à la perturbation du développement des populations lors du travail. L'augmentation importante des populations sur les parcelles non travaillée confirme les résultats obtenus précédemment sur artichaut avec un risque de destruction des cultures bien supérieur sur les parcelles non travaillées.

Pièges Barber

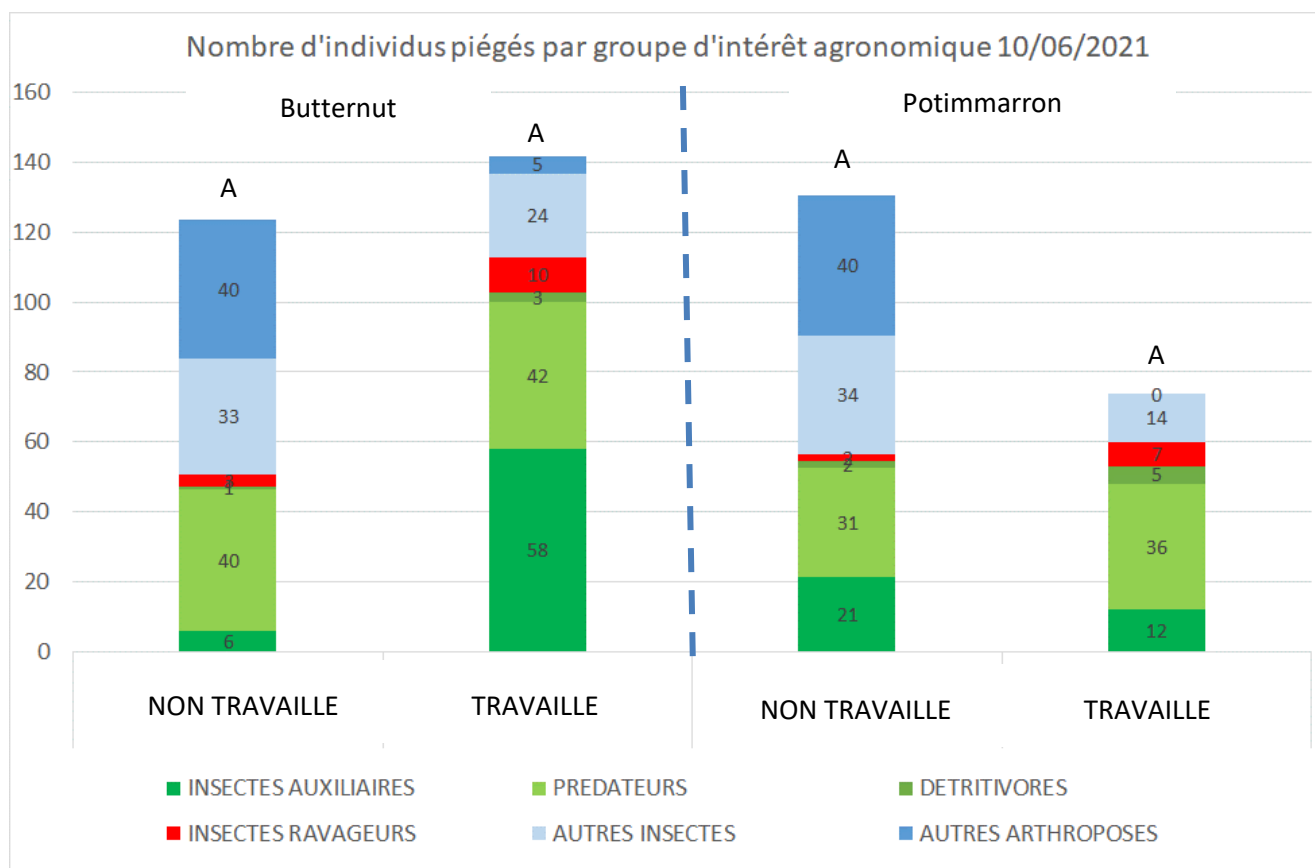
Des pièges ont été installés le 3 juin 2021 et laissés une semaine dans le sol afin d'évaluer les populations d'arthropodes rampants présents sur chaque parcelle. L'objectif était d'observer l'abondance et la variété des invertébrés présents sur chaque parcelle en fonction de leur intérêts agronomiques :

- Les prédateurs (Staphyllins, carabes, Arachnidés...)
- Les ravageurs (Taupin, vers, insectes ravageurs...)
- Les détritivores (Diplopodes, cloportes, collembolle...)
- Les insectes auxiliaires et amis

La figure 9 présente le nombre d'individus par groupes d'intérêt agronomique retrouvés dans les pièges et la figure 10 le nombre moyen de groupes d'arthropodes retrouvés dans chaque groupe d'intérêt.

Le nombre moyens de groupes obtenus permet d'obtenir l'indicateur « diversité » des arthropodes tandis que la somme de tous les individus comptés représente l'indicateur « quantité ». Des statistiques ont été réalisées sur ces 2 indicateurs.

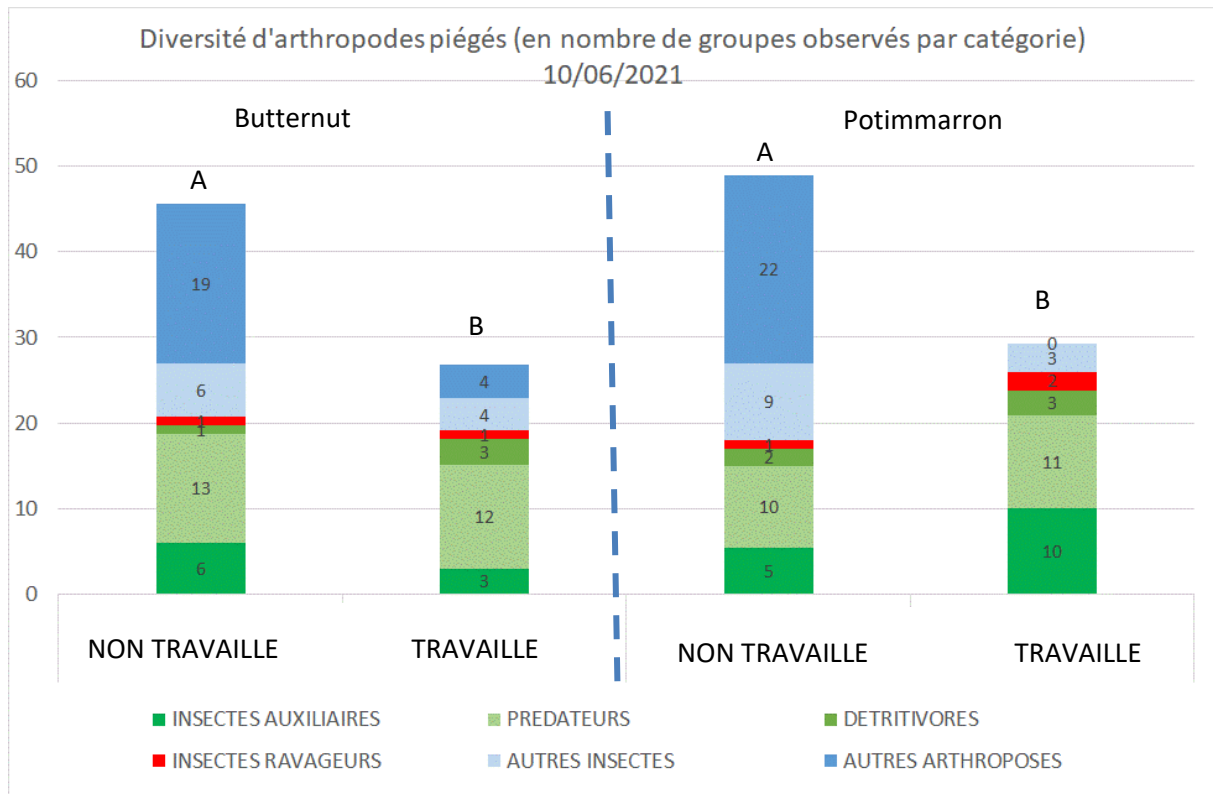
Figure 9. Quantité d'arthropodes terrestres retrouvés dans les pièges Barber le 10/06/2022



Sur le critère de la quantité d'arthropodes retrouvés dans les pièges Barber, aucune différence statistique ne peut être établie entre les différentes modalités. Les quantités d'arthropodes auxiliaires, prédateurs ou détritivores ne sont pas différents entre la modalité sol travaillé et la modalité sol non travaillé. Cependant, la tendance semble montrer plus d'insectes ravageurs sur la parcelle travaillée.

La diversité d'arthropodes (nombre de groupes différents) est supérieurs de 70 % sur la parcelle non travaillée en comparaison de la parcelle travaillée, tant sur la culture de potimarron que de Butternut. La différence est statistiquement significative. Cependant, nous n'observons pas une différence plus marquée en diversité de ravageurs sur la parcelle travaillée ou non travaillée.

Figure 10. Diversité d'arthropodes terrestres en nombre de groupes observés le 10/06/2022



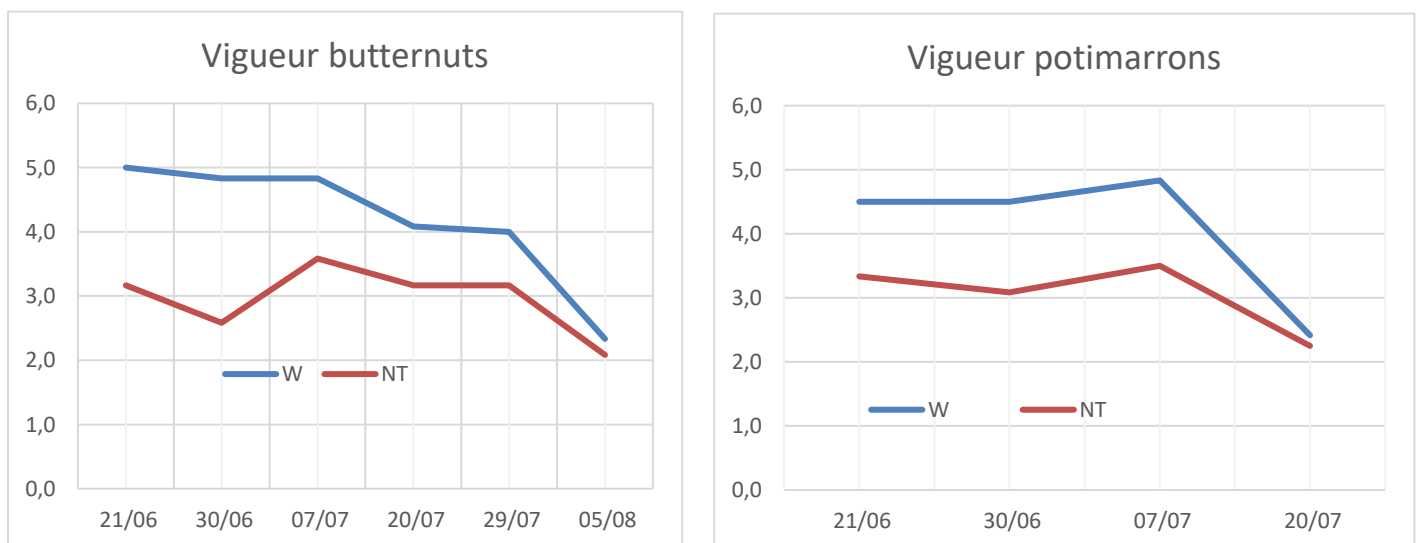
Pour conclure sur les pièges Barber, il est important de noter que la modalité Non travaillée présente statistiquement plus de diversité d'arthropodes sans pour autant présenter plus de diversité de ravageurs. Concernant la quantité, il n'y a pas de différence statistique entre les modalités.

4. Reprise, Homogénéité et Vigueur des plants

4.1 Vigueur

La reprise des plants, la vigueur et l'homogénéité de croissance ont été notées en début de culture. La figure 11 présente l'évolution de la vigueur des plantes entre la plantation et 10/15 jours avant la récolte.

Figure 11. Evolution de la vigueur des plants, note de 0 = mort à 5 très vigoureux (W travaillé, NT Non travaillé)

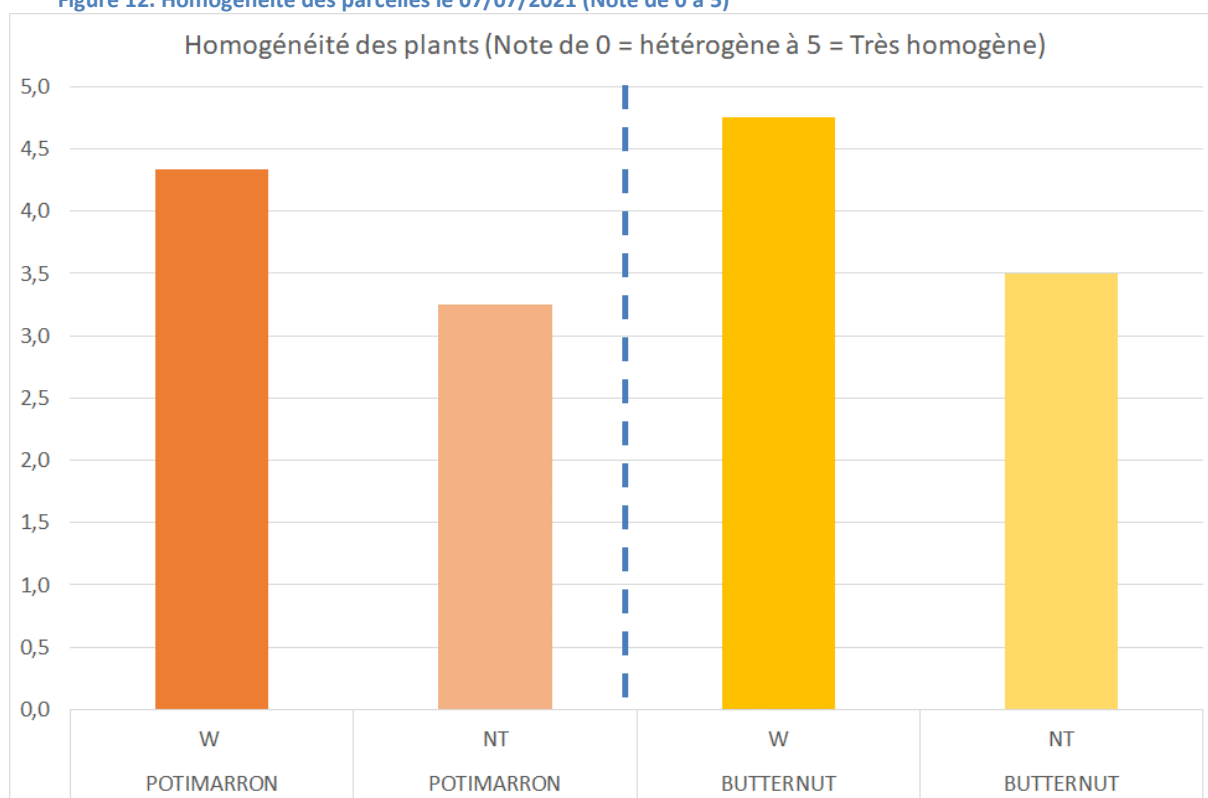


La vigueur des plantes est globalement plus faible sur la parcelle non travaillée en comparaison de la parcelle travaillée, tant sur la culture de butternut que sur la culture de potimarron. Cette différence peut s'expliquer par le paillage et les températures du sol plus élevées sur la parcelle travaillée (cf chapitre 3.1 : températures du sol), mais aussi par un meilleur enracinement sur cette parcelle en raison de l'état du sol moins compact.

4.2 Homogénéité

L'homogénéité des plants a été évalué le 07/07, 40 jours après la plantation par une note de 0 (très hétérogène à 5, très homogène (Figure 12).

Figure 12. Homogénéité des parcelles le 07/07/2021 (Note de 0 à 5)



Sur potimarrons, comme sur Butternut, l'homogénéité de la culture, 40 jours après plantation est plus faible sur la parcelle non travaillée en comparaison de la parcelle travaillée. Les plants ont plus de difficultés à repartir.

4.2 Reprise des plants

Le pourcentage de plants mort entre la plantation et la période de récolte a été évalué et est représenté dans le tableau 6

Tableau 6 : Pourcentage de plants restant au champ au moment de la récolte

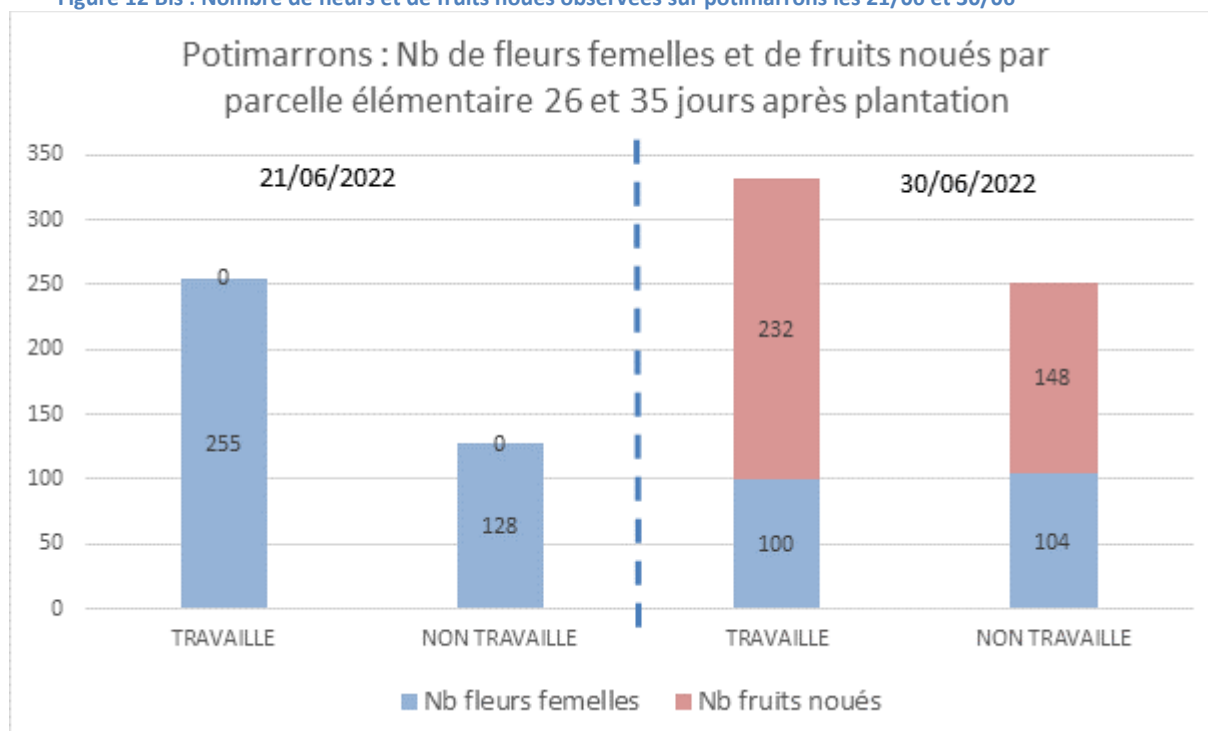
	Butternut	Potimarron
Non travaillé	89%	95%
Travaillé	100%	94%

Aucune différence de reprise des plants n'a été observée sur culture de potimarron entre les parcelles travaillées et non travaillées. Par contre, sur Butternut, 11 % des plants sont morts en court de culture, liés pour la plupart aux difficultés de reprise et aux rats. (Pas d'analyse statistique sur ce critère)

4.3 Précocité de floraison

La précocité de floraison a été évalué par comptage du nombre de fleurs femelles présentes sur plants à 2 dates d'observation les 21/06 et 30/06 sur potimarrons. La Figure 12 Bis : reprend les résultats des observations floraison et fructification.

Figure 12 Bis : Nombre de fleurs et de fruits noués observées sur potimarrons les 21/06 et 30/06



Sur le critère de la précocité de floraison, exprimée en nombre de fleurs observées après 26 jours de culture, le 21/06/2021, les potimarrons de la parcelle non travaillée présentent 50 % de fleurs en moins que la modalité travaillée. Une semaine plus tard, le 30 juin, alors que le nombre de fleurs sur plant est identique sur les 2 modalités, le nombre de fruits noués est 36 % inférieur sur la modalité non travaillée. Nous observons un retard de floraison et une floribondité inférieure sur la modalité non travaillée. Le stress hydrique entre mi-juin et fin juin observé sur la parcelle travaillée peut peut-être avoir influencé positivement la floraison.

5. Résultats agronomiques

Dans la suite du rapport, les résultats des parcelles sont codifiés de la façon suivante :

- W = Parcelle travaillée
- NT = Parcelle Non travaillée.

Les groupes statistiques significatifs sont déterminés suite à un Test de Newman Keuls 5%

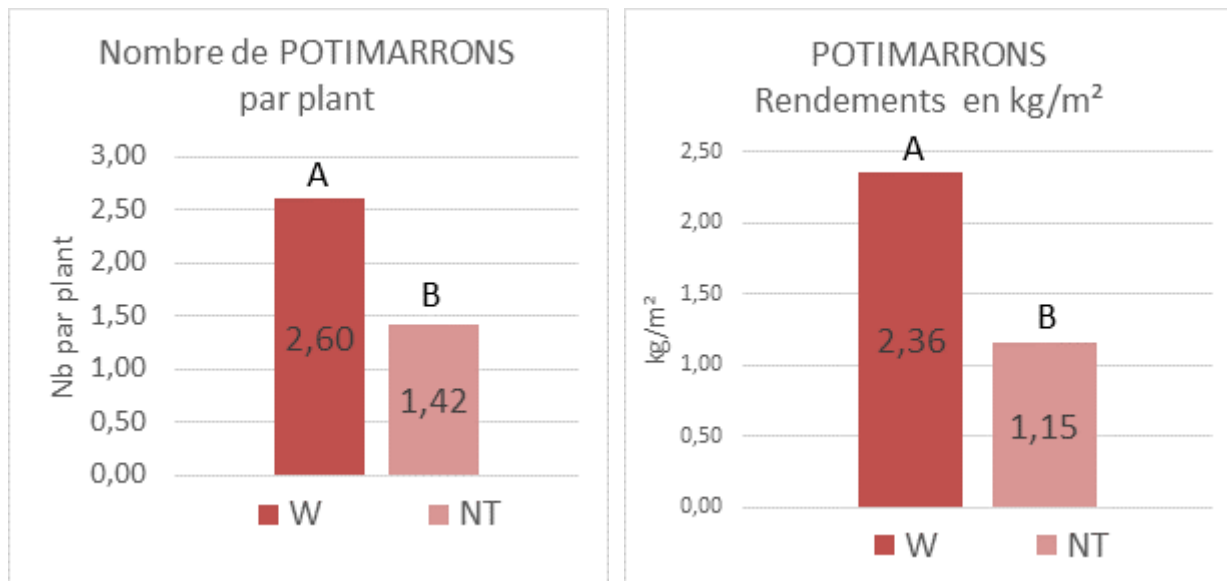
5.1. Potimarrons

Critères quantitatifs

La récolte a eu lieu le 28/07/21 après 63 jours de culture. La figure 13 présente les rendements de récolte en Nb de fruits récoltés par plants et en kg récoltés / m².

Sur l'ensemble de la récolte, Le nombre de **potimarrons récoltés par plant sur la parcelle Non travaillée (NT)** est inférieur de 45 % à la parcelle travaillée (W). Les **rendements**, exprimés en kg/m² récolté, sont aussi **inférieurs de 51 % sur la parcelle non travaillé**. Les différences sont statistiquement significatives.

Figure 13. Rendements de récolte potimarrons en Nb de fruits / plant (gauche) et kg récoltés /m² (droite)



Critère qualitatifs

La qualité des fruits récoltés est évaluée suivant 3 critères :

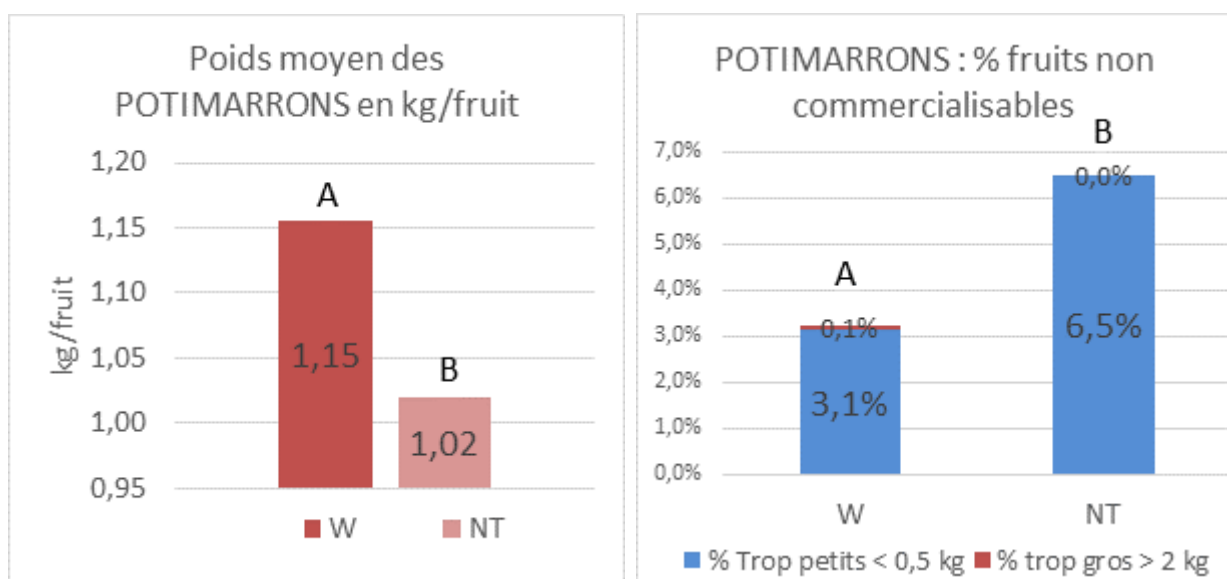
- Le poids moyen des fruits
- Le pourcentage de fruits écartés en raison de leur état sanitaire
- Le pourcentage de fruits hors calibre (trop gros et trop petits)

Sur le critère de l'état sanitaire des potimarrons récoltés, aucune différence n'a été observée entre la parcelle travaillée et la parcelle non travaillée. Tous les fruits étaient sanitaires commercialisables.

La figure 14 présente le poids moyen des fruits et le pourcentage de fruits hors calibre récoltés sur les 2 modalités.

Le **poids moyen** des potimarrons de la modalité **Non Travaillée** est **statistiquement inférieur** au poids moyen des potimarrons de la modalité travaillée, **de presque 12 %**. Résultat à rapprocher du pourcentage de fruits trop petits (< 500 g) non commercialisables sur la modalité sans travail du sol qui est au double de la modalité travaillée (6.5 % contre 3.1% respectivement).

Figure 14. Poids moyen des potimarrons (kg/fruit) et Pourcentage de Hors calibre non commercialisable

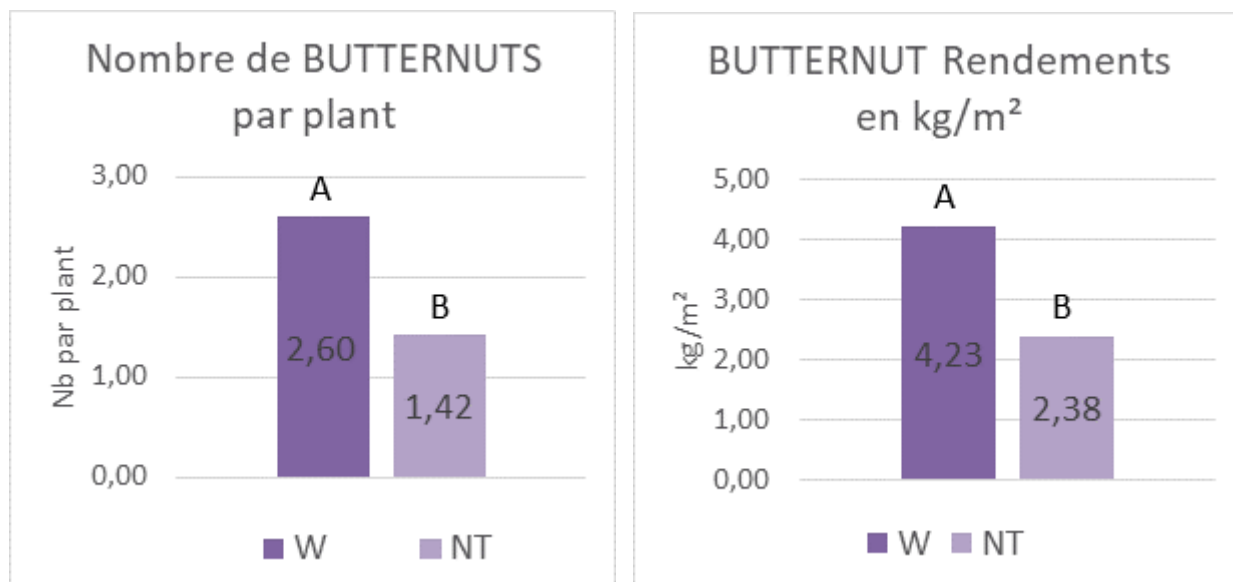


5.2. Butternuts

Critères quantitatifs

La récolte a eu lieu le 01/09/21 après 98 jours de culture. La figure 15 présente les rendements de récolte en Nb de fruits récoltés par plants et en kg récoltés / m².

Figure 15. Rendements de récolte butternuts en Nb de fruits / plant (gauche) et kg récoltés / m² (droite)



Sur l'ensemble de la récolte, Le nombre de **butternuts récoltés par plant sur la parcelle Non travaillée (NT)** est inférieur de 45 % à la parcelle travaillée (W). Les **rendements**, exprimés en kg/m² récolté, sont aussi **inférieurs de 44 % sur la parcelle non travaillée**. Les différences sont statistiquement significatives.

Critère qualitatifs

La qualité des fruits récoltés est évaluée suivant 3 critères :

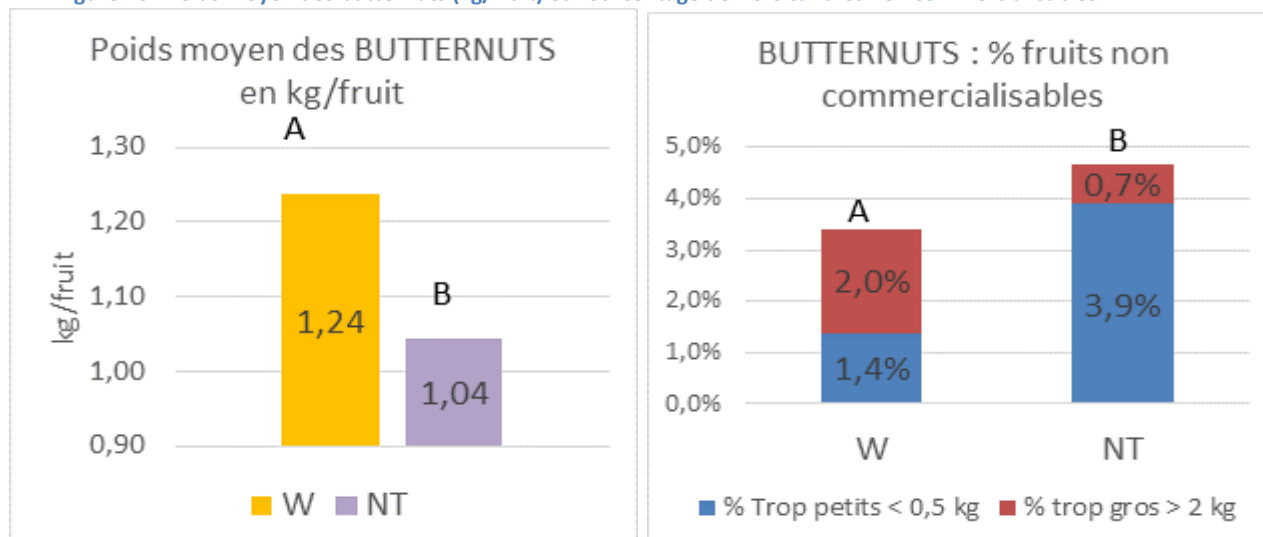
- Le poids moyen des fruits
- Le pourcentage de fruits écartés en raison de leur état sanitaire
- Le pourcentage de fruits hors calibre (trop gros et trop petits)

Sur le critère de l'état sanitaire des Butternuts récoltés, aucune différence n'a été observée entre la parcelle travaillée et la parcelle non travaillée. Tous les fruits étaient sanitaires commercialisables.

La figure 16 présente le poids moyen des fruits et le pourcentage de fruits hors calibre récoltés sur les 2 modalités.

Le **poids moyen** des butternuts de la modalité **Non Travaillée est statistiquement inférieur** au poids moyen des butternuts de la modalité travaillée, **de 16 %**. Résultat à rapprocher du pourcentage de fruits trop petits (< 500 g) non commercialisables sur la modalité sans travail du sol qui est 2.5 fois supérieur à la modalité travaillée (3.9 % contre 1.4% respectivement).

Figure 16. Poids moyen des butternuts (kg/fruit) et Pourcentage de Hors calibres non commercialisables



5.3. Synthèse agronomique

Globalement, l'analyse des récoltes des 2 cultures (potimarrons et butternuts), montre un effet négatif du non travail du sol sur les rendements avec un nombre moyen de fruits produits par plant inférieur de 42 % sur le sol non travaillé et un rendement par m² inférieur de 46 %.

La mortalité des plants a aussi été supérieure sur la modalité non travaillée (reprise de 92 % en moyenne contre 97% sur la modalité travaillée). Globalement ces résultats s'expliquent par une vigueur et une homogénéité des plants inférieurs sur la modalité non travaillée.

6. Conclusions

Dans les conditions de cet essai, comparaison d'un système de culture en non travail du sol non paillé à un système de culture en travail du sol paillé, nous constatons une meilleure « résilience du sol » sur la modalité non travaillée, mais des résultats agronomiques bien inférieurs.

Suite aux essais de 2021, la modalité en non travail du sol a subi un travail de surface sur le rang, avant plantation, afin d'améliorer le temps de travail et assurer une reprise des plants. L'intervention a été concluante, avec une reprise des plants de près de 92 % sur la parcelle non travaillée (contre 97 % sur la parcelle travaillée), bien supérieure aux observations des cultures précédentes. La pose de pièges contre les rats-taupiers, notamment sur la parcelle non travaillée, a aussi permis de limiter la mortalité des plants liée à ce ravageur.

Cependant, sur les critères agronomiques des cultures, tant pour le butternut que pour le potimarron, les résultats du non travail du sol sont statistiquement inférieurs aux résultats de la modalité travaillée. Les rendements en non-travail du sol sont inférieurs de 46 % sur la modalité travaillée, avec un nombre de fruits par plant et un calibre des fruits inférieurs en comparaison de la parcelle travaillée.

La vigueur, l'homogénéité et la floribondité des plants sont moindre sur la parcelle non travaillée. Ceci peut être dû à une implantation racinaire plus difficile en non travaillé et à la présence du couvert végétal qui entraîne une augmentation différée des nitrates dans le sol suite à l'apport d'engrais.

D'un point de vue sanitaire des cultures, la présence de maladies fongiques, de dégâts ravageurs n'a pas été significativement différente entre les 2 modalités.

D'un point de vue économique, le temps de travail a été approximativement identique sur les 2 modalités. La mise en place et le retrait du paillage sur la parcelle travaillée a compenser le temps de désherbage supérieur sur la parcelle non travaillée.

Sur le plan du fonctionnement du sol, la parcelle non travaillée a montré une humidité assez stable au cours de la saison, des amplitudes de variations journalières plus faibles que sur la modalité travaillée et une meilleure résilience face aux anomalies d'irrigation (orages, excès ou manques d'eau). Les périodes avec saturation du sol ou, à l'inverse, sécheresse excessive, ont été plus faibles et de plus courtes durée sur la parcelle non travaillée.

Le suivi de la vie du sol (tests thé, observation vers de terre et piège Barber) ont montré, dans l'ensemble, une activité biologique du sol supérieure sur la parcelle non travaillée et une diversité d'arthropodes et de vers de terre accrue sur cette modalité.

Projet soutenu par :

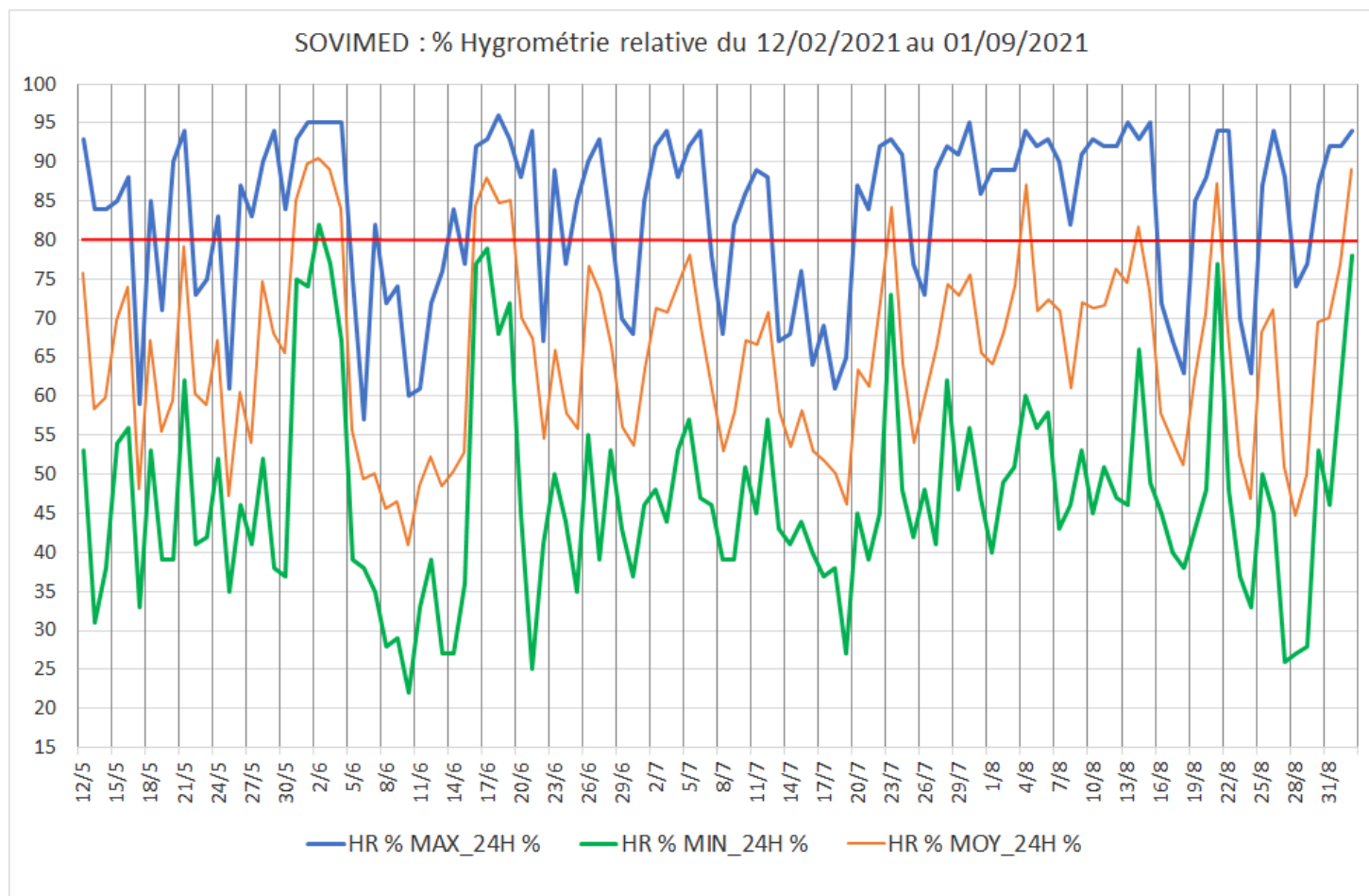


PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN AGRICOLE POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL
L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Table des illustrations

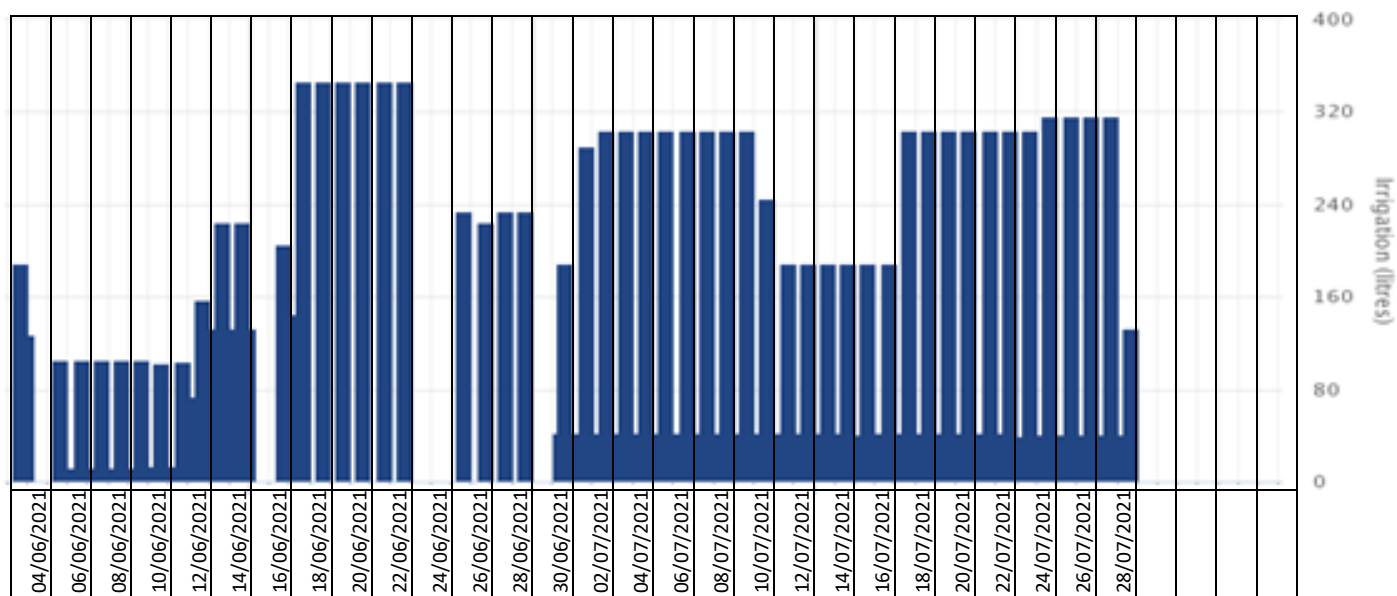
Figure 1 : Localisation de l'essai	4
Figure 2 : plan de l'essai	6
Tableau 1. Liste des principales actions de l'essai	9
Figure 2 BIS : Températures minimales, moyennes et maximales de l'air (en °C) et pluviométrie du 12/05/2021 au 01/09/2021 (source station agriscopie de Torreilles).....	10
Figure 3 : Températures du sol (°C) sur la parcelle potimarron non travaillé (NT)	11
Figure 4 : Températures du sol (°C) sur la parcelle potimarrons travaillée (W).....	11
Tableau 2 : Besoins des courges et apports effectués le 21/05/2021 avant plantation.....	12
Figure 5. Evolution du taux de nitrates du sol entre le 17/05/2021 et le 05/08/2021	12
Figure 6 : Suivi de la tension du sol (en cbar) à 25 et 50 cm de profondeur sur la parcelle Non travaillée (NT), période du 2 juin au 4 août 2022.....	13
Figure 7 : Suivi de la tension du sol (en cbar) à 25 et 50 cm de profondeur sur la parcelle Travaillée (W), période du 2 juin au 4 août 2022.....	13
Figure 8. Pourcentage de perte (en masse) des sachets de thé plantés dans le sol pendant 26 jours	14
Tableau 3. Pourcentage de perte de poids des sachets de thé enterrés entre le 9 juillet et le 4 août 2021, comparaison butternut et potimarron	15
Tableau 4 : Nombre de vers de terre observés	15
Tableau 5 : Nombre de piège Topcat posés sur les parcelles et nombres de campagnols piégés.....	15
Figure 9. Quantité d'arthropodes terrestres retrouvés dans les pièges Barber le 10/06/2022	16
Figure 10. Diversité d'arthropodes terrestres en nombre de groupes observés le 10/06/2022	17
Figure 11. Evolution de la vigueur des plants, note de 0 = mort à 5 très vigoureux (W travaillé, NT Non travaillé)	17
Figure 12. Homogénéité des parcelles le 07/07/2021 (Note de 0 à 5)	18
Tableau 6 : Pourcentage de plants restant au champ au moment de la récolte.....	18
Figure 12 Bis : Nombre de fleurs et de fruits noués observés sur potimarrons les 21/06 et 30/06	19
Figure 13. Rendements de récolte potimarrons en Nb de fruits / plant (gauche) et kg récoltés /m ² (droite)	20
Figure 14. Poids moyen des potimarrons (kg/fruit) et Pourcentage de Hors calibre non commercialisable.....	20
Figure 15. Rendements de récolte butternuts en Nb de fruits / plant (gauche) et kg récoltés /m ² (droite)	21
Figure 16. Poids moyen des butternuts (kg/fruit) et Pourcentage de Hors calibres non commercialisables.....	22

Annexe 1. Conditions climatiques en cours d'essai, hygrométrie de l'air (source station agriscope Torreilles)



Annexe 2. Données d'irrigation volume d'eau journalier sur les modalités de l'essai Sovimed (en litres par parcelle)

Doses d'irrigation sur la Modalité Non Travillée (NT)



Doses d'irrigation sur la Modalité Travillée (W)

