



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

Rapport essai Sovimed hiver 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 : 05/04/2022

Responsable programme : Aude LUSETTI (Ingénieure)

SICA CENTREX – Chemin du Mas Faivre – 66440 TORREILLES

Contact : Alusetti.centrex@orange.fr

Tel : +33(0)6.75.25.34.72

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	4
1. Objectifs de l'essai	4
2. Modalités étudiées	4
3. Matériel et méthodes	4
3.1. Localisation	4
3.2. Dispositif expérimental.....	5
3.3. Matériel	5
3.4. Mise en place de l'essai	5
3.5. Plan de l'essai	6
3.6. Conduite de la culture	8
4. Observations et mesures	8
4.1. Reprise, vigueur et état sanitaire des plantes	8
4.2. Indicateurs agronomiques	8
4.3. Données météorologiques	9
4.4. Suivi de l'état hydrique du sol	9
4.5. Fertilité du sol	9
4.6. Indicateurs économiques et environnementaux.....	9
SYNTHESE DES PREMIERS RESULTATS SALADES.....	10
1. Conditions météorologiques	10
2. Déroulement de l'essai	12
3. Suivi de la fertilité du sol.....	12
4. Suivi des populations de ravageurs, maladies et auxiliaires.....	13
4.1. Ravageurs	13
4.2. Maladies et Auxiliaires.....	13
5. Résultats agronomiques salades	14
5.1. Mortalité.....	14
5.2. Rendements salades.....	14
5.3. Poids moyen d'une salade	15
5.4. Plants commercialisables	15
5.5. Maladies cryptogamiques.....	16
6. Suivi des temps de travaux	16
7. Suivi des consommables	17
7.1. Carburants fossiles	17
7.2. Produits phytosanitaires.....	18
7.3. Amendements et produits fertilisants.....	18
7.4. Paillage.....	18
8. Conclusions culture de salade	18
SYNTHESE DES RESULTATS CHOUX	19
1. Conditions météorologiques	19
9. Déroulement de l'essai	19

3.	Suivi du sol	20
3.1.	Fertilité du sol	20
3.2.	Température du sol	21
3.3.	Humidité du sol	22
3.4.	Irrigation	23
4.	Suivi des ravageurs, maladies et auxiliaires	25
4.1.	Ravageurs	25
4.2.	Maladies et auxiliaires	26
5.	Résultats agronomiques choux	26
5.1.	Mortalité.....	26
5.2.	Précocité.....	27
5.3.	Rendements.....	27
5.4.	Poids moyen d'un chou	28
5.5.	Plants non commercialisables	29
6.	Suivi des temps de travaux	29
7.	Suivi des consommables	30
7.1.	Carburants fossiles	30
7.2.	Produits phytosanitaires.....	30
7.3.	Amendements et produits fertilisants.....	31
7.4.	Irrigation	31
7.5.	Paillage.....	31
8.	Conclusions culture de chou.....	31

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. 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)
- **Évaluer des itinéraires techniques économiquement viables** pour ce système (créneaux de plantations, irrigation, fertilisation...)
- **Étudier 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.

2. Modalités étudiées

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

- 1) Modalité avec travail du sol « Témoin travaillé » = T
- 2) Modalité sans travail du sol « Non travaillée » avec couvert permanent = NT

La modalité T est conduite sur paillage plastique biodégradable. La modalité NT est conduite sans paillage plastique mais avec un couvert végétal permanent sur l'inter-rang.

3. Matériel et méthodes

3.1. Localisation

Figure 1. Localisation de l'essai



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 en région méditerranéenne. La figure 1 indique la localisation de la parcelle sur image satellite (source : Google GPS)

3.2. 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

3.3. Matériel

Matériel végétal : 2 parcelles ont été plantées avec des choux (choux rouge variété RODEO) et 2 parcelles ont été plantées avec des salades (batavia rouge variété ROSSIA).

Couvert végétal : couvert de trèfles blancs et végétation spontanée sur les inter-rangs des 2 parcelles en non travail du sol.

3.4. Mise en place de l'essai

Distances et densité de plantations : Chaque sous parcelle est constituée de 4 planches de 55 à 60 mètres de long distancée de 2 mètres.

. Le tableau 1 présente les caractéristiques de plantation

Tableau 1. Distances et densités de plantation

	Choux	Salade
Surface plantée	450 m ²	450 m ²
Nombre de planches	4	4
Nb de rangs par planche	2	2
Alignement des plants entre les rangs par planche	En quinconce	Face à face
Distance entre les rangs sur la planche	30 cm	25 cm
Distance entre les plants sur le rang	50 cm	25 cm
Largeur des passes tracteurs entre 2 sous parcelles	2,5 m	2,5 m
Densité de plantation sur la parcelle	3,3 plants/m ²	8 plants/m ²

Fertilisation de fond :

- Salades :
 - Engrais organique (12/12/17) 750 kg/ha (au niveau des rangs de plantation) sur toutes les parcelles
- Choux :
 - 12/08/2021 : Compost 200 t/ha (au niveau des rangs de plantation), parcelle non travaillée (C/N 13.3)
 - 19/08/2021 : Compost 200 t/ha (au niveau des rangs de plantation), parcelle travaillée (C/N 13.3)
 - 23/08/2021 : Engrais organique (12/12/17) 568 kg/ha (au niveau des rangs de plantation)

Préparation du sol :

- Modalité Travaillée :
 - Sous-soleuse (40 cm de profondeur) puis rotavator (30 cm de profondeur)
 - Pose goutte à goutte puis paillage biodégradable sur le rang
 - Inter-rang nu

- Modalité Non travaillée :
 - 06/08/2021 : Tondeuse sur inter-rangs
 - Pas de travail du sol
 - Culture à plat, pas de paillage, tuyau goutte à goutte
 - Couvert permanent sur l'inter-rang entretenu par broyage/couchage

Date de plantation :

- Salades : 23/09/2021
- Choux : 24/08/2021 (parcelle non travaillée) et 25/08/2021 (Parcelle travaillée)

Entretien culture :

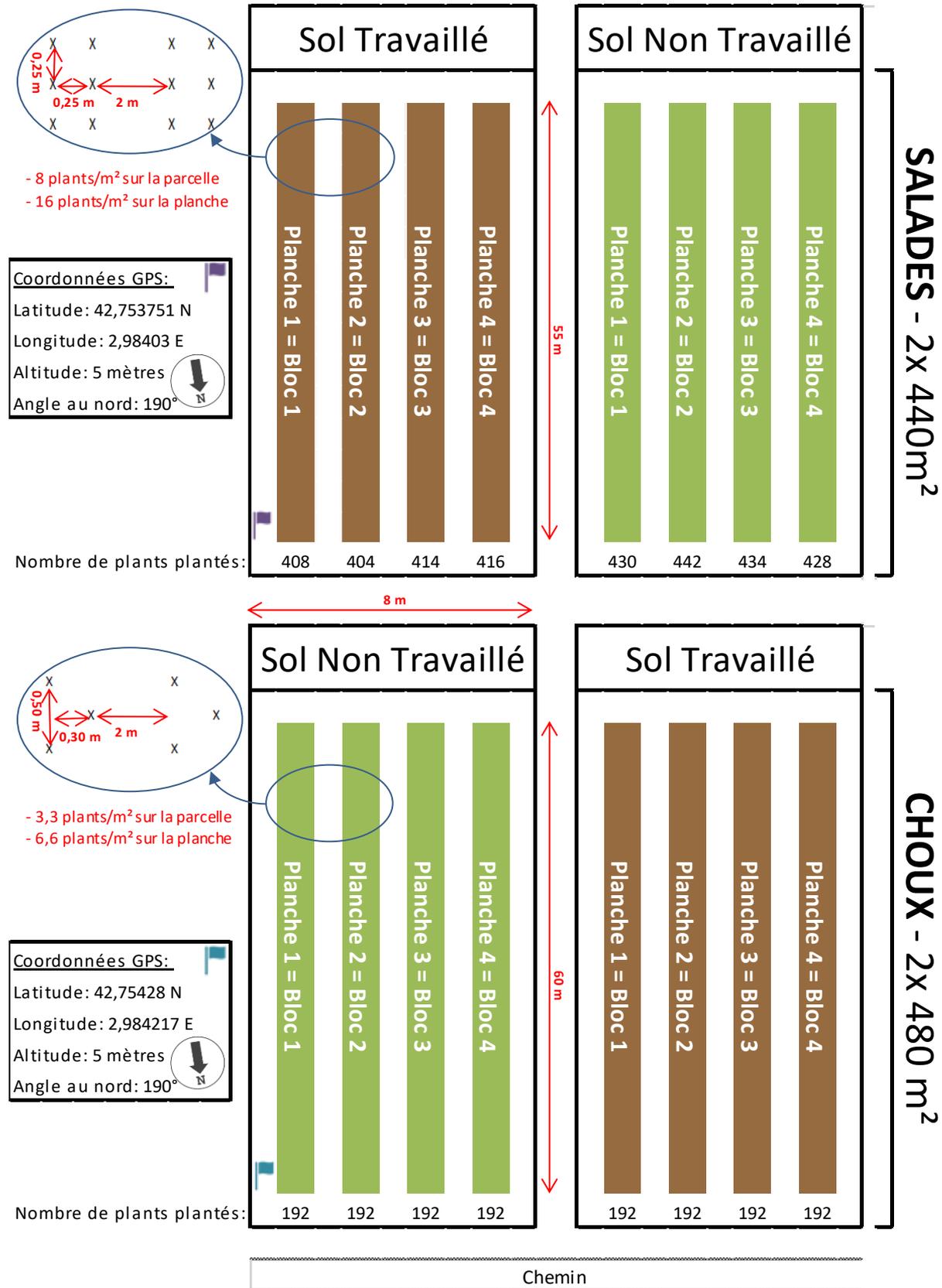
- Choux :
 - 30/08/2021 : Herbicide Kerb Flo 2.5L/ha sur parcelle non travaillée
 - 02/09/2021 : désherbage manuel (retrait des herbes hautes en bord de planche (parcelle non travaillée)
 - 07/09/2021 : Sluxx (anti-limaces) 7 kg/ha sur toutes les parcelles

- Salades :
 - 23/09/2021 : Sluxx (anti-limaces) 7 kg/ha sur toutes les parcelles
 - 24/09/2021 : Herbicide Kerb Flo 3.75 L/ha sur parcelle non travaillée

3.5. Plan de l'essai

La figure 2 présente le plan de l'essai.

Figure 2. Plan de l'essai



3.6. Conduite de la 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 : l'irrigation se fait en goutte à goutte, la fréquence et la durée d'irrigation est adaptée en fonction de la modalité. Les seuils de décisions diffèrent selon la culture :

- Salades : suivi de l'humidité du sol par prélèvements sur le rang (horizon 0-30 cm) à la tarière et déclenchement de l'irrigation si les prélèvements sont estimés secs.
- Choux : suivi de l'irrigation par installation de 2 jeux de 6 sondes WATERMARK (Challenge Agriculture), sur les parcelles (1 jeu en non travail du sol et 1 jeu sur la modalité sol travaillé). 3 sont placées à 20 cm et 3 autres à 40 cm de profondeur. Le seuil de déclenchement de l'irrigation est fixé à 45 cbar pour les sondes à 20 cm de profondeur et à 30 cbar pour les sondes à 40 cm de profondeur.

Traitements : les traitements sont déclenchés suivant les observations du suivi sanitaire.

4. Observations et mesures

4.1. 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.

Les observations concernant l'état sanitaire des plantes sont bimensuelles. Toutes les 2 semaines, 15 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 faits sur les problèmes physiologiques, les dégâts climatiques et sur l'état général des plants.

4.2. Indicateurs agronomiques

Les récoltes se font sur une taille d'échantillon théorique qui correspond à un nombre de plants plantés à l'origine et qui est le même pour chaque répétition, si des plants sont morts sur l'échantillon ou sont non commercialisables ils restent inclus à l'échantillon. Lors de chaque récolte, le nombre de fruits récoltés sur l'échantillon théorique observé 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. Les indicateurs à obtenir diffèrent selon la culture :

- Salades (échantillon théorique observé = 252 plants) :
 - Poids moyen des salades récoltées
 - Rendement commercialisable (kg/m²)
 - Taux de plants commercialisables (%)
 - Taux d'atteinte par les différentes maladies (%)

- Choux (échantillon théorique observé = 120 plants) :
 - Précocité de récolte
 - Poids moyen des choux
 - Répartition par calibre
 - Rendement brut (kg/m²)
 - Rendement commercialisable (kg/m²)
 - Taux de plants non-commercialisables (%) et les causes

4.3. 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. L'objectif est de relever :

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

4.4. Suivi de l'état hydrique du sol

L'humidité du sol est enregistrée par 2 jeux de 6 sondes WATERMARK positionnées à 20 et 40 cm de profondeur sur les parcelles choux, connectées en continue à un serveur internet. Des seuils de décisions sont définis pour déclencher l'irrigation à savoir lorsque la sonde à 20 cm de profondeur atteint les 45 cb et/ou lorsque la sonde à 40 cm atteint les 30 cb. Un compteur d'eau et un pluviomètre complètent le dispositif. L'objectif est de relever, pour chaque modalité :

- La température du sol
- L'évolution de l'humidité du sol dans l'horizon 0-40 cm de profondeur
- Les apports en volumes d'eau (en litres)
- La pluviométrie (en mm)

4.5. Fertilité du sol

Des tests nitrates sont réalisés régulièrement en cours de culture, ils permettent de suivre la teneur en nitrates du sol.

4.6. Indicateurs économiques et environnementaux

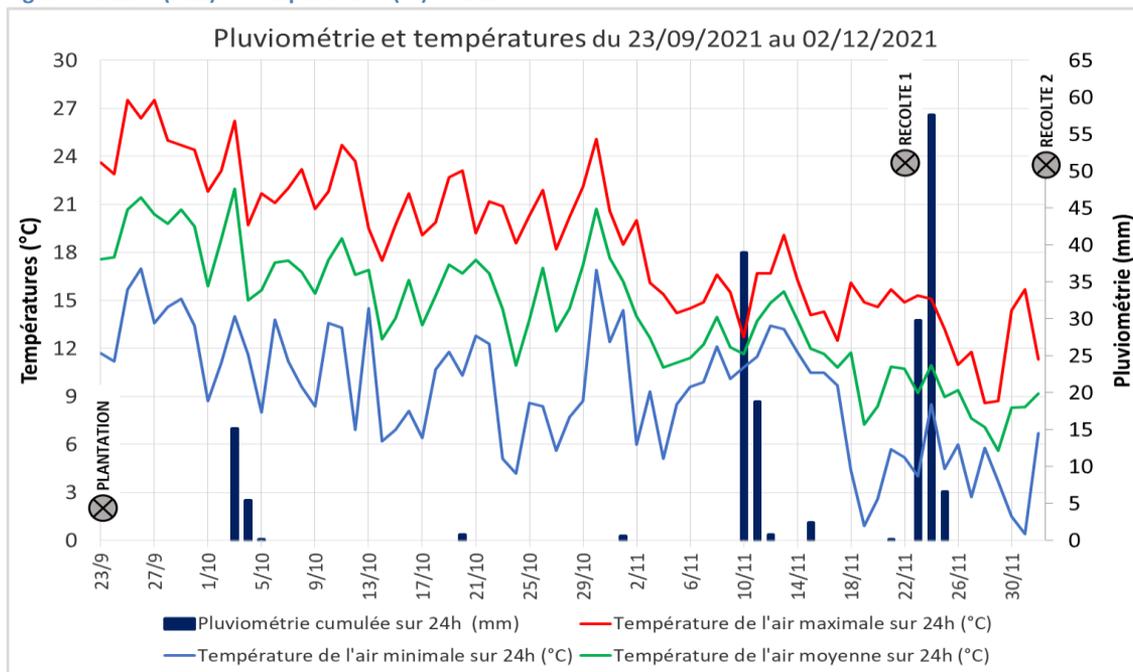
- **Temps de travaux** : ils sont comptabilisés afin de faire un comparatif des coûts en main d'œuvre
- **Quantité d'intrant** : elle est comptabilisée afin de faire un comparatif des coûts en matériels
- **Indice de fréquence de traitement** : il est calculé afin d'évaluer les apports phytosanitaires
- **Quantité d'eau apportée** : elle est enregistrée afin de faire un comparatif des consommations en ressources naturelle limitante
- **Nb de passages + durée d'utilisation des engins fonctionnant à l'énergie fossile** : ils sont comptabilisés afin de faire un comparatif de la consommation en énergies fossiles

SYNTHESE DES PREMIERS RESULTATS SALADES

1. Conditions météorologiques

Les données météorologiques sont obtenues via la station météo Agriscope de la SICA Centrex située à 500 mètres à vol d'oiseau des parcelles. La figure 3 présente les données de pluviométrie et de températures, la figure 4 présente les données d'hygrométrie et la figure 5 présente les données concernant le vent.

Figure 3. Pluies (mm) et températures (°C) - salades



La température de l'air a fluctué entre 0,4°C et 27,5°C favorables au développement de la salade. La culture commence avec des températures douces (entre 18 et 21°C de moyenne) sur les premières semaines, favorisant l'enracinement. La température maximale atteint à 2 reprises les 27,5°C sur cette période. Le 19/11/2021 et le 01/12/2021, les températures minimales les plus basses ont été enregistrées, elles sont inférieures à 1°C mais restent positives.

La pluviométrie enregistrée montre des pluies peu fréquentes sur les 45 premiers jours de culture avec seulement 20 mm tombés début octobre. En novembre, les pluies ont été abondantes avec 60 mm tombés en début de mois puis 90 mm en fin de mois. La pluviométrie totale est de 177,4 mm sur l'ensemble de la durée de la culture.

L'hygrométrie relative moyenne est comprise entre 49,1% et 94,1%. Elle n'a pas été excessive et n'a pas favorisé le développement de maladies cryptogamiques.

La vitesse moyenne du vent a oscillé entre 0 km/h et 20 km/h. La vitesse moyenne du vent dépasse à 5 reprises le seuil des 15 km/h, soit 7% du temps de culture des salades. Les rafales, quant à elles, sont rarement en dessous des 15 km/h (sur la durée de la culture, 11% des jours présentent des rafales

inférieures au seuil des 15 km/h). Début novembre, des vents violents pendant plusieurs jours a marqué les feuilles des salades les plus exposées au Nord-ouest.

Figure 4. Hygrométrie (% humidité relative) - salades

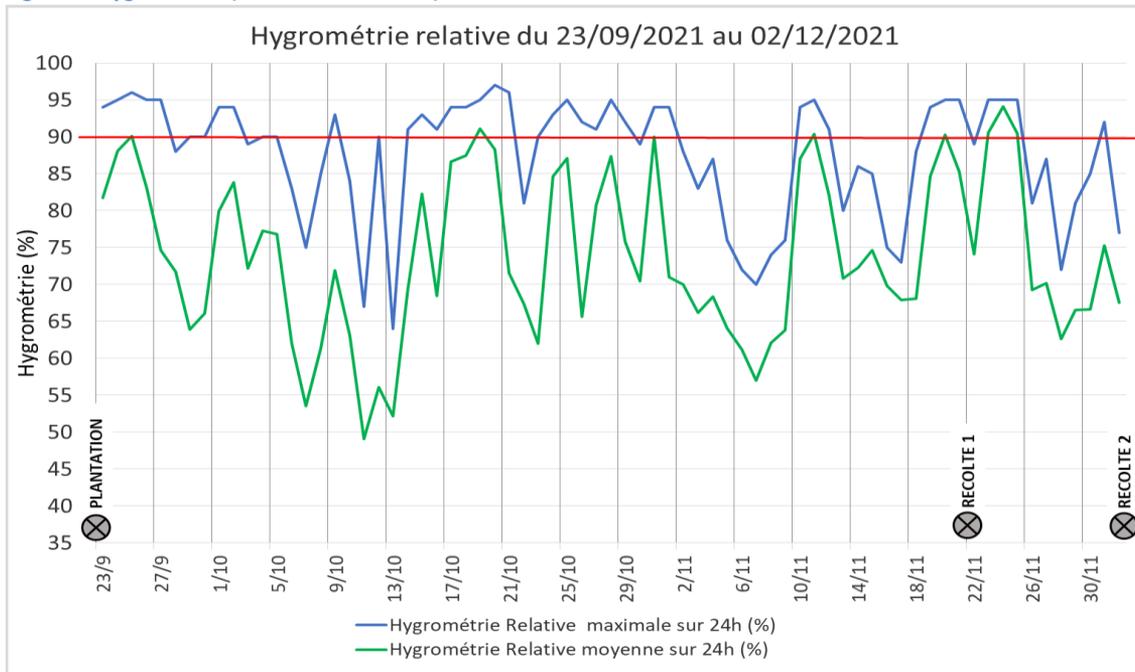
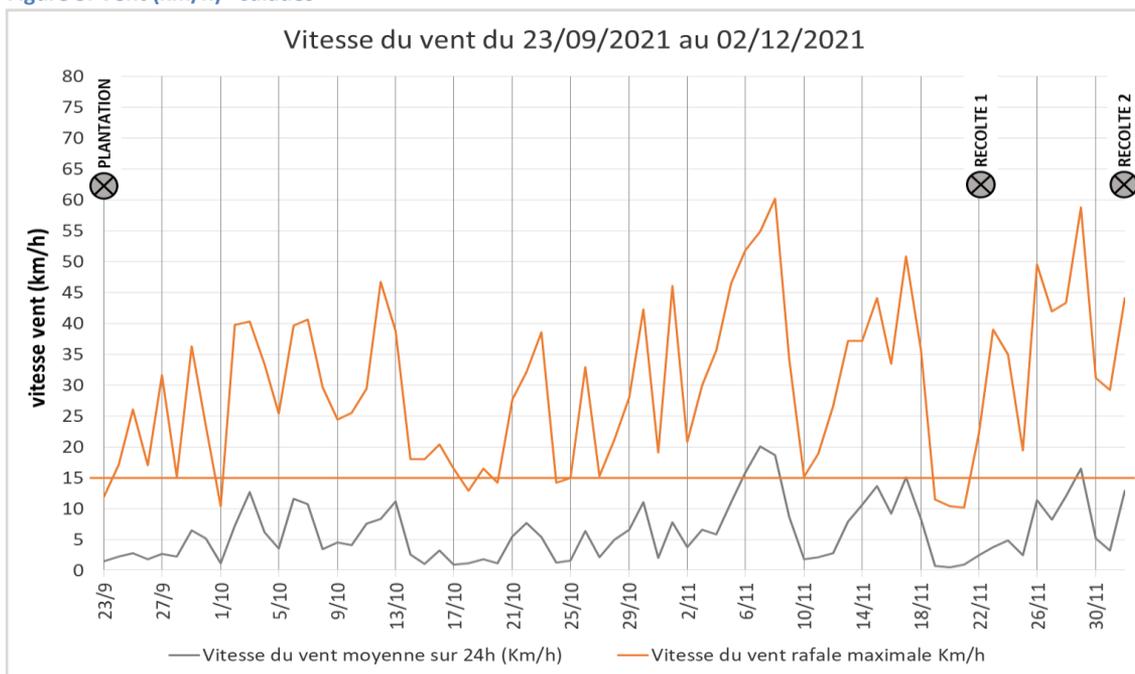


Figure 5. Vent (km/h) - salades



2. Déroulement de l'essai

Le tableau 2 présente les principales opérations sur la culture.

Tableau 2. Principales opérations culturales – salades

Date	Tâche
23/09/2021	Plantation
24/09/2021	Herbicide (NT): KERB FLO 3,75 L/ha
27/09/2021	Comptage Reprise plants morts
29/09/2021	Fongicides (T + NT): SIGNUM 1,5 kg/ha et LBG-01F34 3,5 L/ha
29/09/2021	Anti-limaces (T + NT): Sluxx 7 kg/ha
08/10/2021	Fongicides (T+NT) anti mildiou dose pleine
25/10/2021	Fongicides (T + NT): SIGNUM 1,5 kg/ha et REVUS 0,6 L/ha
25/10/2021	Anti-chenilles phytophages (T + NT): AFFIRM 1,5 kg/ha
22/11/2021	Récolte n°1
02/12/2021	Récolte n°2

T = Parcelle travaillée

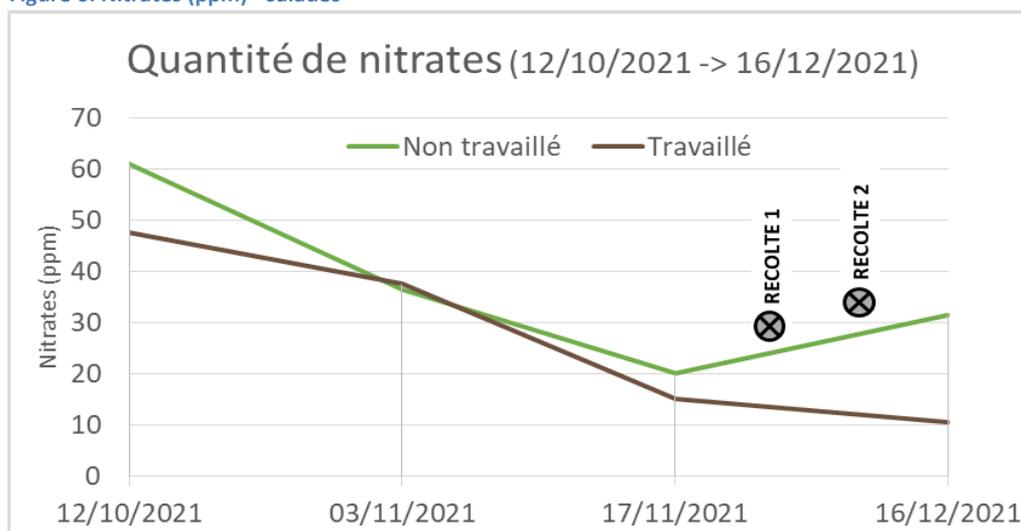
NT = Parcelle Non travaillée

3. Suivi de la fertilité du sol

Afin de répondre aux besoins en éléments minéraux des salades, une fertilisation organique a été apportée. Cette fertilisation a été identique sur les 2 modalités, à savoir un apport d'engrais organique (12-12-17) à 750 kg/ha donc 90 unités d'azote par hectare.

En cours de culture, la fertilité du sol est estimée par la quantité de nitrates présents. La figure 6 présente l'évolution de la quantité des nitrates dans le temps.

Figure 6. Nitrates (ppm) - salades



La quantité de nitrates dans le sol évolue différemment entre les 2 modalités. En début de culture (3 semaines après la plantation) le sol de la modalité Non Travaillée (NT) présente légèrement plus de nitrates que la modalité Travaillée (T) (écart d'environ 15 ppm). Début novembre (6 semaines après la plantation), la quantité de nitrates a diminué plus fortement sur NT que sur T, soit environ 37 ppm pour les 2 modalités. Mi-novembre (8 semaines après la plantation) la quantité de nitrates s'accroît

sur la modalité Travaillée (en rapport avec les précipitations de début novembre). Après les récoltes, la quantité de nitrates sur NT augmente tandis que celle de T continue à diminuer (certainement lessivée par les fortes précipitations de fin novembre).

Le bilan entre le 12/01/2021 et le 16/12/2021 et une diminution de 29 ppm de nitrates pour la modalité Non Travaillée inférieure de près de 20% à la modalité Travaillée qui a perdu 37 ppm de nitrates. 3 raisons peuvent expliquer cette consommation supérieure sur la parcelle travaillée :

- Consommation supérieure de la plante (cf. paragraphe 5.2)
- Lessivage plus important lors des fortes pluies de novembre
- Compensation des exportations sur la parcelle Non travaillée par dégradation différée de l'azote organique.

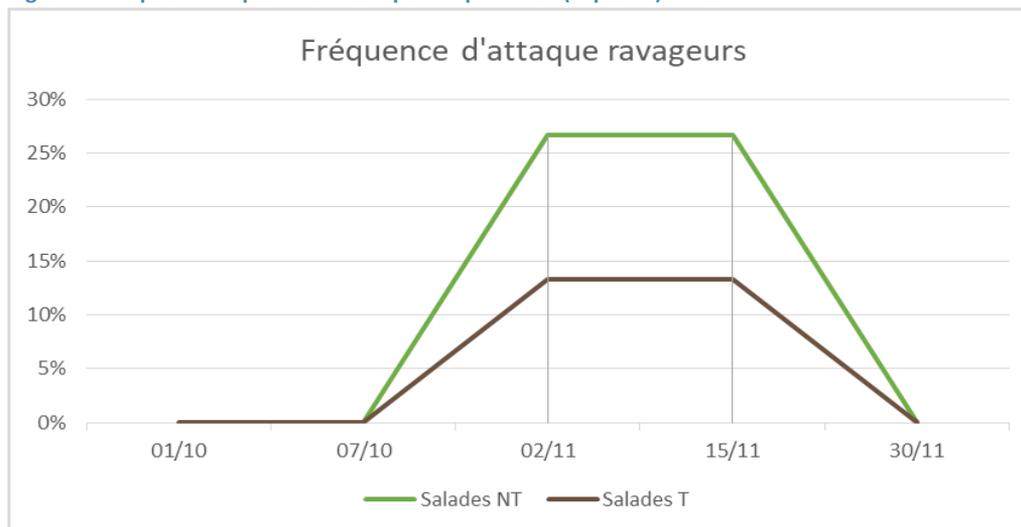
Aucune fertilisation n'a été envisagée en cours de culture, les salades ne présentant pas de symptômes de manque nutritionnel.

4. Suivi des populations de ravageurs, maladies et auxiliaires

4.1. Ravageurs

Les seuls ravageurs observés sur la culture de salade sont des pucerons (pucerons noirs et pucerons verts). Les attaques sont restées très faibles à des niveaux inférieurs à 3 individus observés par plant). La figure 7 présente la fréquence d'observation des pucerons (en pourcentage de plants atteints par date d'observation) sur les modalités de l'essai.

Figure 7. Fréquence de plants atteints par les pucerons (% plants) - salades



La modalité Travaillée présente, en fréquence, deux fois moins de plants atteints par le puceron en comparaison de la parcelle Non travaillée (fréquences d'attaque respectives de 13% et 27%). Aucune différence d'intensité d'attaque n'a pu être observée entre les modalités.

4.2. Maladies et Auxiliaires

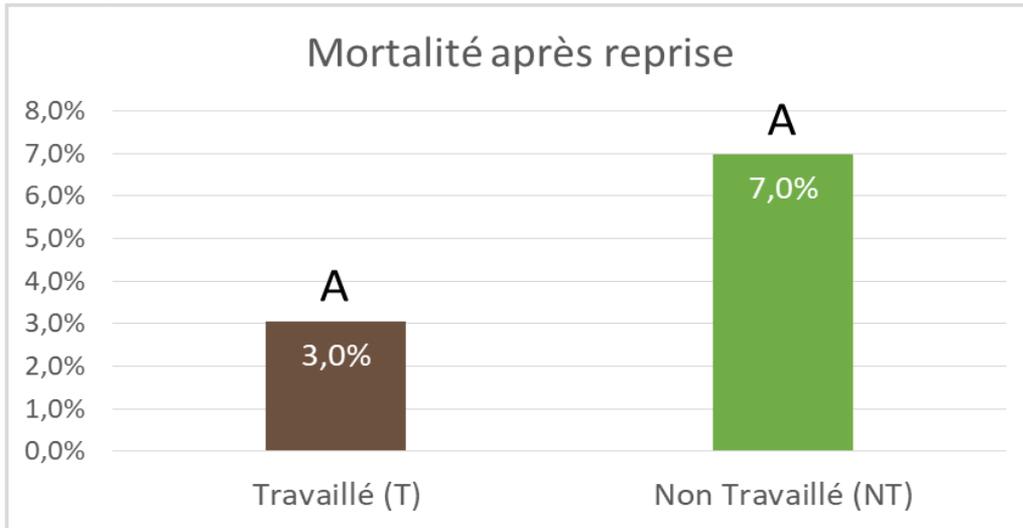
En cours d'essai, aucune maladie du feuillage, ni aucun auxiliaire n'ont été observés sur les modalités de l'essai. Les résultats concernant les maladies cryptogamiques sont donnés dans le chapitre 5 (Résultats agronomiques)

5. Résultats agronomiques salades

5.1. Mortalité

La reprise a eu lieu 4 jours après la plantation le 27/09/2021. La figure 8 présente les taux de mortalité après reprise.

Figure 8. Mortalité (% plants) - salades

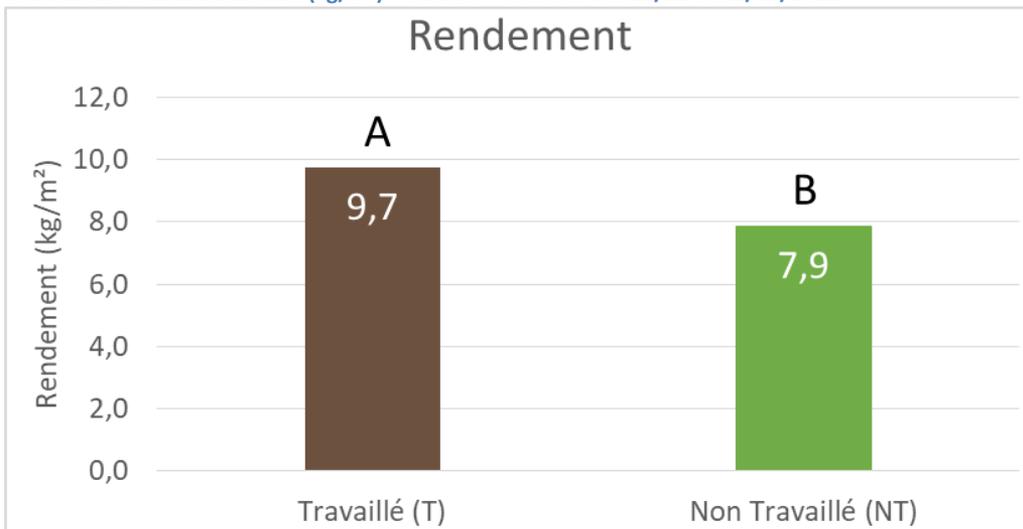


La modalité Non Travaillée présente un taux de mortalité moyen de 7% contre 3% sur la modalité Travaillée. La différence n'est pas statistiquement significative.

5.2. Rendements salades

La récolte a eu lieu le 22/11/2021 et le 02/12/2021 soit respectivement 60 et 70 jours après la plantation. La figure 9 présente le rendement total des 2 récoltes exprimé en kg/m².

Figure 9. Rendement commercialisable (kg/m²) – salades – récoltes des 22/11 et 02/12/2021

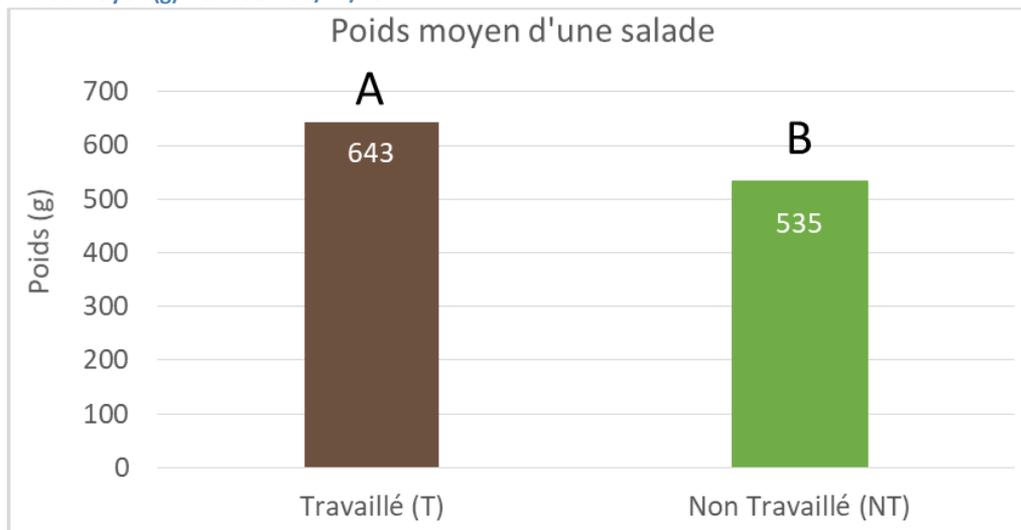


Le rendement moyen de la modalité Non Travaillée est 18.5% inférieur au rendement de la modalité Travaillée avec une différence de 1,8 kg de salade/m². La différence est statistiquement significative.

5.3. Poids moyen d'une salade

La figure 10 présente le poids moyen d'une salade.

Figure 10. Poids moyen (g) – salade – 02/12/2021

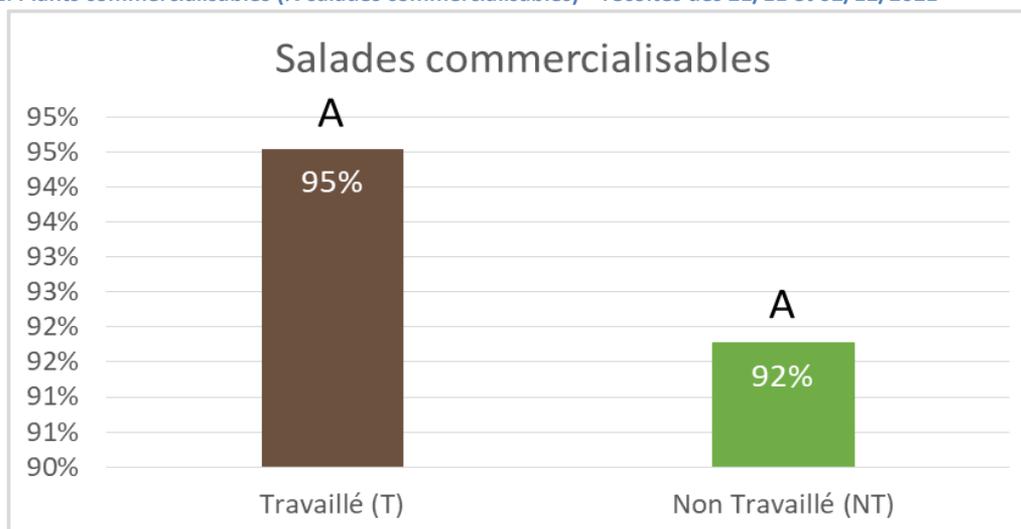


Le poids moyen d'une salade Non travaillée est 17% inférieure à la modalité Travaillée avec une différence de 108 g. La différence est statistique.

5.4. Plants commercialisables

Parmi les salades récoltées, toutes ne sont pas commercialisables. La figure 11 présente le taux de salades qui sont commercialisables.

Figure 11. Plants commercialisables (% salades commercialisables) – récoltes des 21/11 et 02/12/2021

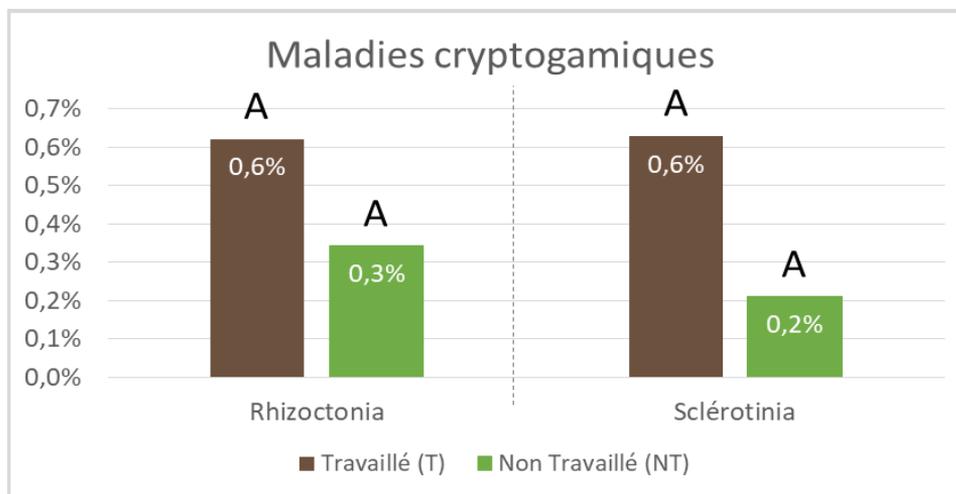


Nous n'observons pas de différence statistique sur le pourcentage de plants commercialisables avec 95% de plants commercialisables sur la parcelle travaillée contre 92% sur la parcelle Non Travaillée. Dans le cadre de cet essai, les salades sont commercialisées à la pièce. Le prix moyen de vente des batavias rouge au mois de décembre 2021 était de 0.625 euros / pièce, peu importe le poids de la salade. La différence de Chiffre d'affaires entre la parcelle travaillée et la parcelle non travaillée est donc de 33.75 euros pour 450 m² (base 1800 plants plantés) soit 750 euros / ha de plus sur la parcelle travaillée.

5.5. Maladies cryptogamiques

Outre la mortalité en cours de culture, les principales causes de non commercialisation des salades sont les maladies cryptogamiques. La figure 12 présente le taux d'atteinte par le *Sclerotinia* et le *Rhizoctonia* des salades récoltées lors des récoltes des 21/11 et 01/12/2021.

Figure 12. Maladies cryptogamiques (% salades atteintes à la récolte)



Dans le cadre de cet essai, les attaques de *Sclerotinia* et de *Rhizoctonia* sont restées très faibles (< 1 % de pieds atteints à la récolte). Les salades de la modalité travaillée ont présenté une tendance à 2 fois plus de pieds atteints par le *Sclerotinia* en comparaison de la modalité Non travaillée, mais aussi 3 fois plus de pieds atteints par le *Rhizoctonia*. Les différences ne sont pas statistiques.

6. Suivi des temps de travaux

Le tableau 3 présente les temps de travaux de mise en culture et d'entretien des parcelles enregistrés sur salade entre la date de plantation et la remise en état de la parcelle après récolte. Dans la mesure du possible, nous avons essayé de faire abstraction des divergences possibles avec une parcelle producteur en raison de l'expérimentation (temps liés à l'observation et l'enregistrement des données, contraintes de plantation, récolte liée à l'expérimentation, temps supérieur à une parcelle producteur en raison de la taille réduite de la parcelle, équipement d'expérimentation, personnel polyvalent non spécialisé...). Ces temps de travaux sont donnés à titre indicatif. Afin d'affiner la comparaison des parcelles, le nombre de passage par type d'intervention a été ajouté.

Les temps de travaux estimés sur la modalité travaillée et la modalité non travaillée sont similaires avec respectivement 46.7 et 49 heures de travail pour 450 m². La parcelle travaillée a demandé un passage de plus que la parcelle non travaillée correspondant au travail du sol en fin de culture pour préparer une nouvelle plantation.

Dans le cadre de cet essai, le Rotavator a été passé en surface (5 cm de profondeur) avant plantation sur la parcelle non travaillée sur les rangs de plantation (1 m de marge), et à 30 cm de profondeur sur l'ensemble de la parcelle travaillée. La parcelle travaillée a été paillée (nécessitant un passage au tracteur de plus que la parcelle non travaillée). Au total, 1 h de plus a été enregistrée sur la parcelle travaillée pour la préparation de la plantation.

Concernant le désherbage chimique, le désherbant a été passé en plein sur la planche de plantation (1 mètre de large) sur la parcelle non travaillée et localisé sur 25 cm de chaque côté du paillage sur la

7.2. Produits phytosanitaires

Les consommations de produits phytosanitaires sont présentées sur le tableau 4.

Tableau 4. IFT - salades

	Herbicides	Fongicides				Insecticides		IFT hors biocontrôle	IFT biocontrôle	IFT TOTAL
	Kerb Flo	Signum	LBG 01F34	Revus	Autre (anti-mildiou)	Affirm	Sluxx			
T	0.25	2	1	1	1	1	1	5,25	2	7.25
NT	0.5	2	1	1	1	1	1	5,5	2	7,5

Les applications de fongicides et d'insecticides sont identiques pour les 2 modalités. La différence d'IFT résulte d'une application localisée d'herbicide sur la planche de plantation sur la parcelle Non Travaillée représentant 50 % de la parcelle contre seulement 2 x 25 cm traité de chaque côté du paillage sur la parcelle Travaillée (0.25% de la surface).

7.3. Amendements et produits fertilisants

Concernant les consommations en produits fertilisants elles sont identiques entre les modalités à savoir un engrais organique (12-12-17) à 750 kg/ha soit 90 unités d'azote, 90 unités de phosphore et 127,5 unités de potassium.

7.4. Paillage

Le paillage choisi, dans le cadre de l'agriculture raisonnée est un paillage en plastique biodégradable. Ce paillage est positionné uniquement sur la modalité Travaillée à raison de 240 mètres linéaires pour 450 m². Le coût du paillage est de 316.67 euros les 1500 mln qui correspond à une dépense de 51€ HT pour notre parcelle de 450 m² soit 1 133€ HT/ha.

8. Conclusions culture de salade

Dans le cadre de cet essai, le pourcentage de salades commercialisables au moment de la récolte est quasiment identique sur les 2 modalités (95% sur Travaillé contre 92% sur Non Travaillé). Par contre, les salades de la parcelle Non travaillée sont statistiquement plus petites de 16.7% en comparaison de de la parcelle travaillée (poids moyen 535 g et 643 g respectivement). Les poids moyens restent cependant au-dessus du poids minimum pour la commercialisation des produits. En vente directe (payé au pied), les 2 parcelles ont donc produit un nombre de pieds équivalents.

Sur le plan sanitaires aucune différence n'a pu être observé entre les parcelles. Les attaques maladies et ravageurs ont été très faibles. La tendance montre une fréquence de pucerons supérieure sur la parcelle Non travaillée, mais un pourcentage de pieds atteint par le *Sclerotinia* et le *Rhizoctonia* inférieur, sans signification.

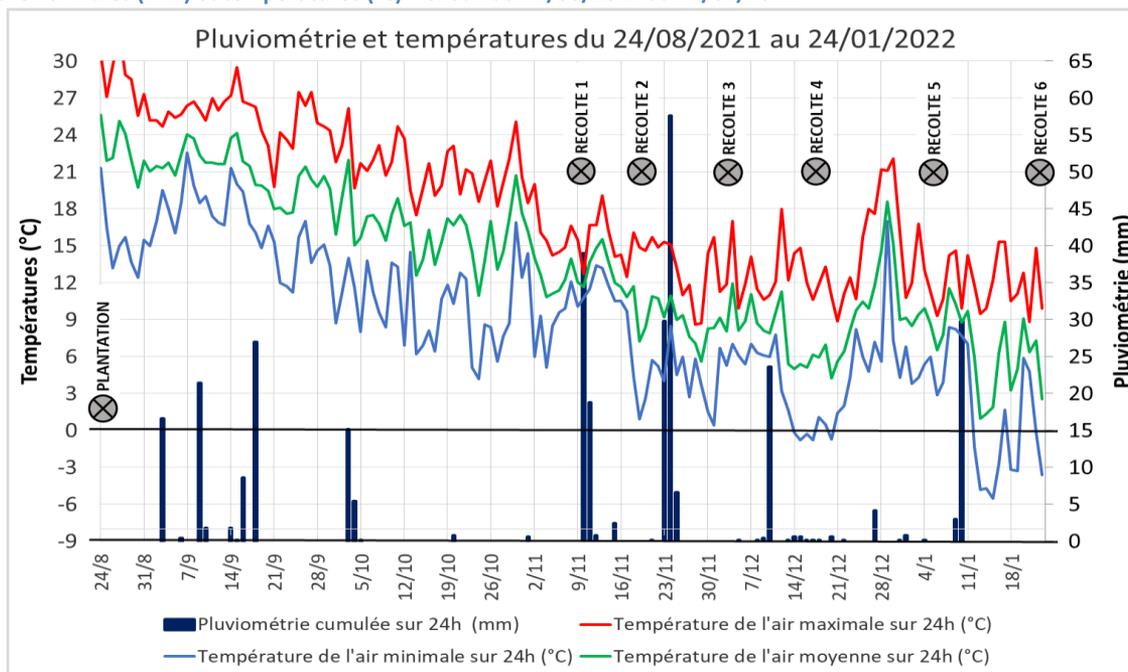
D'un point de vue économique, la parcelle Non travaillée a demandé un peu moins de temps de travaux (-2.5 h pour 450 m²). Les intrants ont été les mêmes sur les 2 parcelles à l'exception de 0.25 IFT herbicide en plus sur la parcelle Non Travaillée et de 51 euros HT de paillage en plus sur la parcelle Travaillée. La parcelle Non travaillée a demandé aussi 1 passage tracteur de moins que la parcelle travaillée. Au final, la parcelle non travaillée est revenue moins cher que la parcelle Travaillée

SYNTHESE DES RESULTATS CHOUX

1. Conditions météorologiques

Les données météorologiques sont obtenues via la station Agriscope de Torreilles située à 500 mètres de la parcelle. Les données de pluviométrie et de températures sont présentées en figure 13.

Figure 13. Pluies (mm) et températures (°C) – choux du 24/08/2021 au 24/01/2022



Les températures moyennes journalières de l'automne ont été dans les normes de saison entre septembre 2021 et janvier 2022. L'automne a été marqué par une arrivée précoce des températures négatives, entre le 15 et le 20 décembre avec de températures autour de -0,5°C la nuit sur cette période. Le mois de janvier a été marqué par une longue période gélive (du 12 au 27/01/2022) avec plusieurs jours consécutifs de températures nocturnes inférieurs à 0°C (entre -1.3 et -5.5°C).

Les précipitations ont été assez faibles en début de cultures puis Le mois de novembre 2021 a été particulièrement arrosé, avec près de 300 mm cumulés. Un épisode pluvieux a ensuite été enregistré le 10 janvier juste avant les gelées de mi-janvier. Sur l'ensemble de la période

9. Déroulement de l'essai

Le tableau 5 présente les principales opérations culturales réalisées sur la culture des choux.

Tableau 5. Principales opérations culturales – choux

Date	Tâche
Avant plantation	Préparation du sol: Tondeuse (NT), Sous-soleuse et disque (T)
Avant plantation	Fertilisation (T+NT): Compost à 200 t/ha et engrais 12.12.17 à 568 kg/ha
24/08/2021 et 25/08/2021	Plantation
30/08/2021	Herbicide (NT): KERB FLO 2,5 L/ha
31/08/2021 et 02/09/2021	Reprise des plants morts
02/09/2021	Désherbage (NT)
07/09/2021	Anti-limaces (T + NT): Sluux 7 kg/ha
22/09/2021	Anti chenilles phytophages (T + NT): DELFIN 1 kg/ha
22/09/2021	Fongicides (T + NT): BB RSR 4 kg/ha
27/09/2021	Désherbage (NT)
28/09/2021	Anti chenilles phytophages (T + NT): DELFIN 1 kg/ha
28/09/2021	Engrais foliaire (T + NT): Labicuper 3 L/ha
08/10/2021	Anti chenilles phytophages (T + NT): DELFIN 1 kg/ha
08/10/2021	Fongicides (T + NT): BB RSR 4 kg/ha
15/10/2021	Anti chenilles phytophages (T + NT): KARATE ZEON 0,075 L/ha
15/10/2021	Fongicides (T + NT): DIFCOR 0,5 kg/ha
25/10/2021	Anti-chenilles phytophages (T + NT): KARATE ZEON 0,2 L/ha
09/11/2021	Récolte n°1
19/11/2021	Récolte n°2
02/12/2021	Récolte n°3
16/12/2021	Récolte n°4
05/01/2022	Récolte n°5
24/01/2022	Récolte n°6

3. Suivi du sol

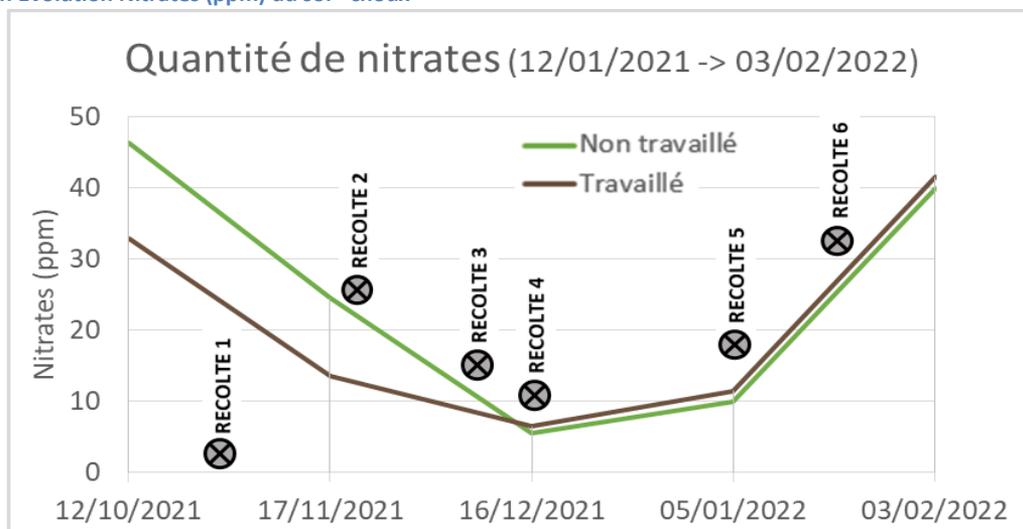
3.1. Fertilité du sol

Afin d'augmenter la fertilité du sol, un amendement avec un compost de déchets verts a été réalisé sur les rangs de plantation des 2 modalités à raison de 200 t/ha juste avant plantation (C/N = 13.3). La fertilisation de fond a été identique sur les 2 modalités, à savoir un apport d'engrais organique (12-12-17) à 568 kg/ha. (68 unités d'azote). L'apport de fond . (68 unités d'azote) ne couvre pas l'intégralité des besoins du chou, mais la dose a été volontairement sous-évalué pour tenir compte des apports potentiels liés à la décomposition du déchet vert.

En cours de culture, des mesures régulières de l'azote minéral du sol permet de suivre l'évolution. La figure 14 présente les mesures obtenues dans le temps.

En début de culture, la parcelle non travaillée présente un taux de nitrate du sol supérieure à la parcelle travaillée (46ppm contre 36 ppm). Par la suite, la quantité de nitrates évolue selon la même tendance pour les 2 modalités : une baisse progressive en milieu de culture jusqu'à mi-décembre puis une augmentation de mi-décembre jusqu'à début février. d'écart). La dynamique est strictement identique pour les 2 modalité entre mi-décembre et février. Le retour à 42 ppm d'azote dans le sol en fin de culture peut s'expliquer par la dégradation du compost.

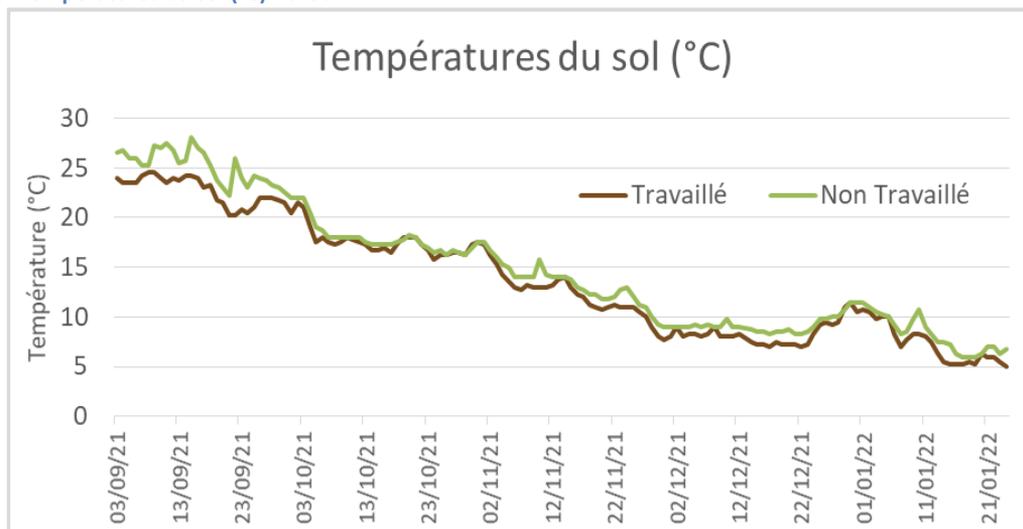
Figure 14. Evolution Nitrates (ppm) du sol - choux



3.2. Température du sol

Les températures du sol sont enregistrées par les sondes liées au boîtier watermark à raison d'une mesure toutes les 6 heures (4 mesures par jour). La figure 15 présente les moyennes quotidiennes de la température du sol.

Figure 15. Températures du sol (°C) - choux



En moyenne, sur la saison, la température du sol sur la modalité Non Travaillée a été supérieure de 1.1°C en comparaison de la modalité Travaillée (14.9°C de moyenne contre 13.8 °C respectivement). En début de saison, les écarts ont été plus marqués avec des variations pouvant aller jusqu'à 3.5°C supérieur sur la parcelle Non travaillée.

3.3. Humidité du sol

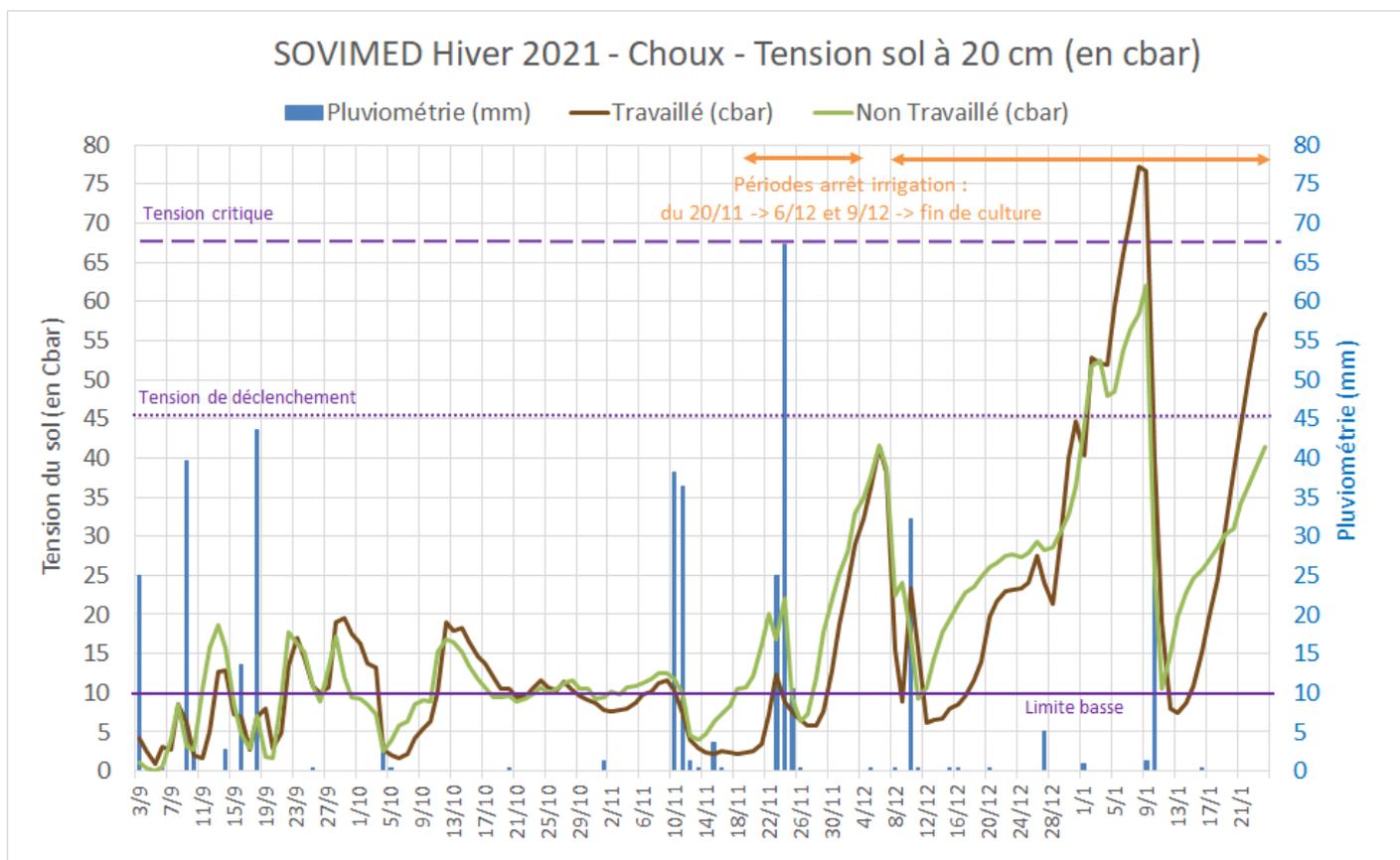
L'humidité du sol a été enregistrées par des sondes de mesure de la tension du sol (Sondes Watermark). Le tableau 6 présente les seuils de tensions retenus pour la culture de choux rouges dans le cadre de cet essai sur lesquels les déclenchements de l'irrigation auraient pu être calés.

Tableau 6. Seuils de tensions – choux SOVIMED 2021

	20 cm de profondeur	40 cm de profondeur
Tension critique	70 cbar	50 cbar
Tension de déclenchement	45 cbar	30 cbar
Limite basse	12 cbar	10 cbar

Les figures 16 et 17 présentent les données recueillies 20 cm et 40 cm de profondeur.

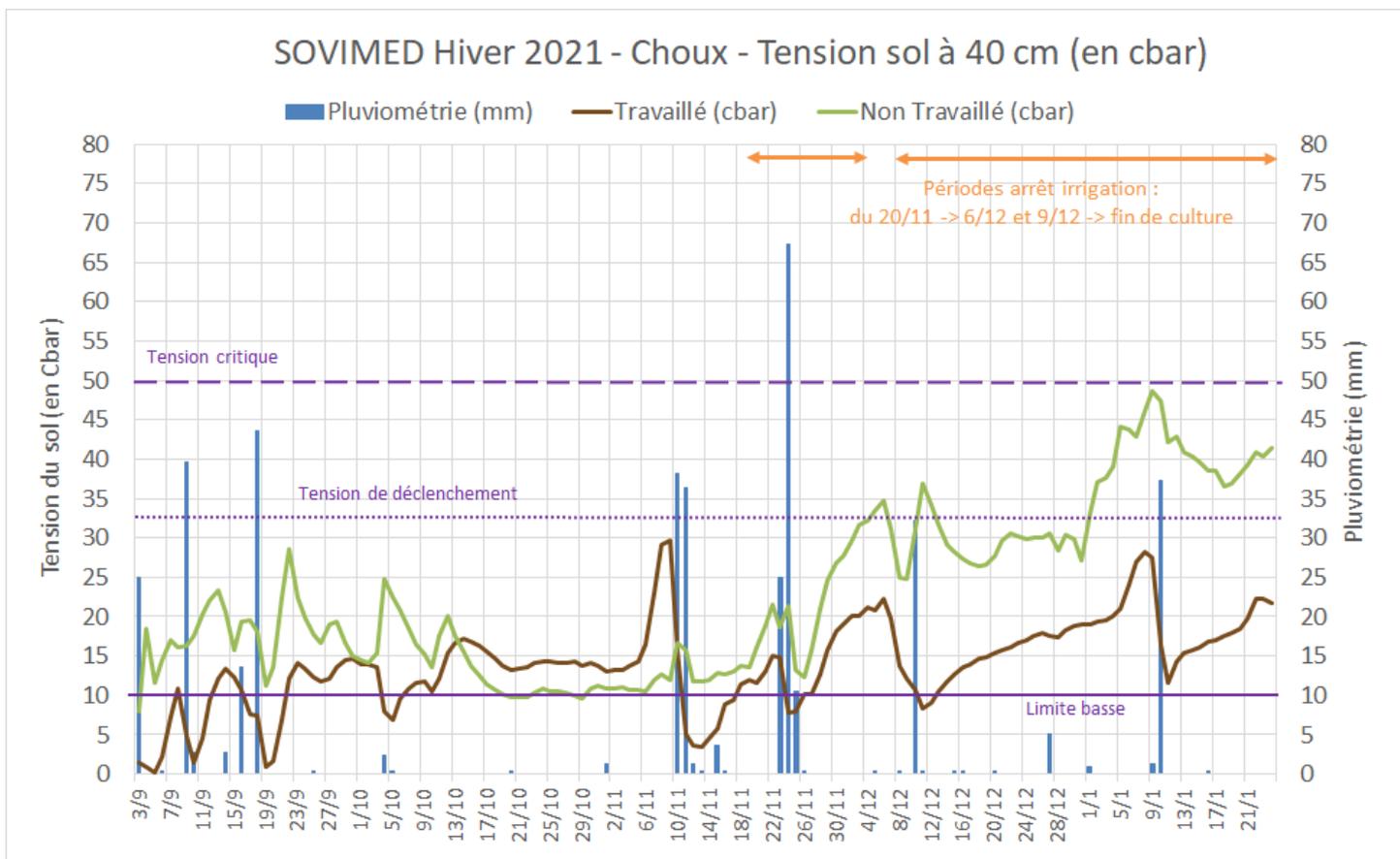
Figure 16. Tensions sol 20 cm (cbar)- choux



A 20 cm de profondeur les tensions enregistrées pour les 2 modalités présentent des valeurs assez proches. La parcelle Non Travaillée a tendance à s'assécher plus rapidement après chaque épisode pluvieux, tant que les tensions restent dans la zone de confort des plantes (< 45 cbar)

En début de culture et jusqu'à mi-novembre, les tensions à la surface du sol restent basses (< 20 cbar), l'irrigation a été gérée sans prise en compte des seuils de déclenchement fixés. A partir de mi-novembre, les seuils de déclenchement sont pris en compte pour gérer l'irrigation. Cependant, la succession d'épisodes pluvieux jusqu'à la fin de la culture a limité les possibilités de contrôle des irrigations.

Figure 147. Tensions sol 40 cm (cbar) - choux



A 40 cm de profondeur, les enregistrements de la parcelle Non Travaillée montrent des tensions toujours supérieures à 10 cbar plus élevées que sur la parcelle travaillée, et ce, même après les forts épisodes pluvieux et une irrigation supérieure sur cette parcelle (cf. paragraphe 1.4). L’amplitude de variation de la parcelle non travaillée après chaque pic de pluviométrie est aussi moins marquée que sur la parcelle travaillée, et ne dépasse jamais le seuil d’asphyxie des plantes.

3.4. Irrigation

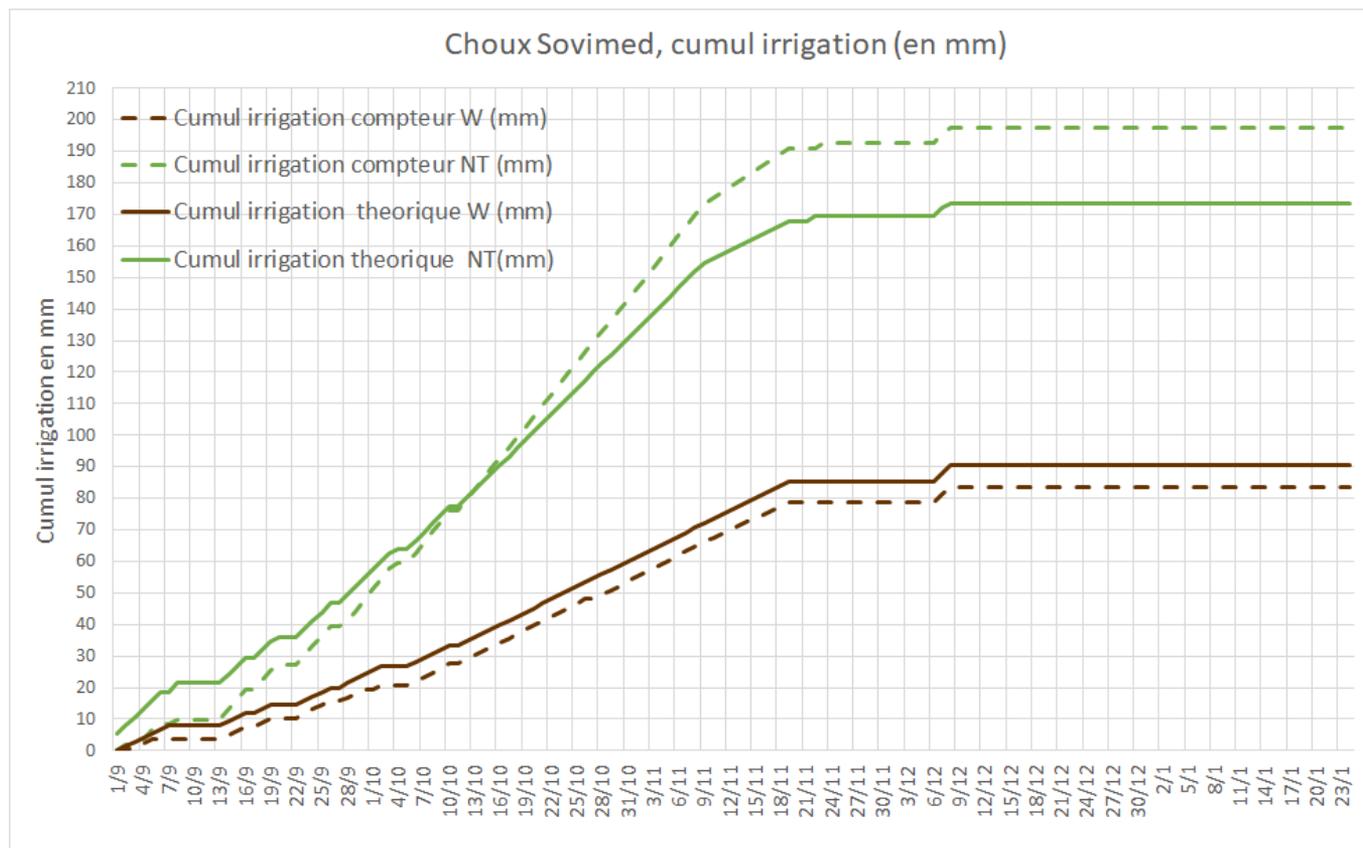
L’irrigation des choux a été suivie par 2 compteurs d’eau placés sur les lignes de goutte à goutte et l’enregistrement des temps d’irrigation programmés. La figure 18 présente le cumul des volumes d’irrigation estimés par les 2 méthodes de suivi (compteur d’eau et enregistrement des temps d’irrigation).

Pour la modalité Sol travaillé, les cumuls d’irrigation théoriques et des compteurs d’eau sont proches (entre 84 et 91 mm cumulés) sur l’ensemble de la culture. Sur la parcelle non travaillée, nous constatons un écart de +14 % entre le débit théorique et les volumes d’eau enregistrés par le compteur (173 et 197 mm respectivement). Cette différence peut s’expliquer par une surpression sur le réseau de la parcelle non travaillée ou une fuite sur la ligne du compteur.

Au cours de la saison la **parcelle non travaillée** a reçu en moyenne **2.1 fois plus d’eau que la parcelle travaillée**. Cependant, les courbes de suivis de l’humidité du sol montrent que la parcelle non travaillée est restée plus sèche tout au long de la saison. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette observation :

- Le sol Non travaillé retient mieux l'eau,
- Le couvert végétal de l'inter rang concurrence la culture pour l'eau en absorbant une partie de ce qui est apportée.
- L'eau apportée percole plus facilement sur la parcelle non travaillée, ce qui limite la capacité du sol à se réhydrater à l'endroit où les sondes de mesure étaient placées

Figure 158. Cumul des volumes d'irrigation (en mm) - chou



Le tableau 7 présente les quantités d'eau totale reçues par chaque parcelle (pluie et irrigation cumulées). Les données irrigation correspondent à la moyenne des valeurs théoriques et relevées par les compteurs.

Tableau 7 : quantités totales d'eau cumulées sur la culture du chou entre septembre 2021 et février 2022

	Travaillée	Non travaillée	Différence NT/T
Pluviométrie (mm)	396,8	396,8	0%
Irrigation (mm)	87,2	185,4	+ 110 %
Quantité d'eau Totale (mm)	484	582,2	+20 %
% irrigation sur Quantité totale	18%	32%	

Les volumes d'eau apportés par irrigation représentent seulement 18 % de la quantité total d'eau reçue par la culture de chou sur la parcelle travaillées et 32 % sur la parcelle non travaillée. Les pluies ont couvert les besoins en eau de la culture sur les 2 derniers mois de culture

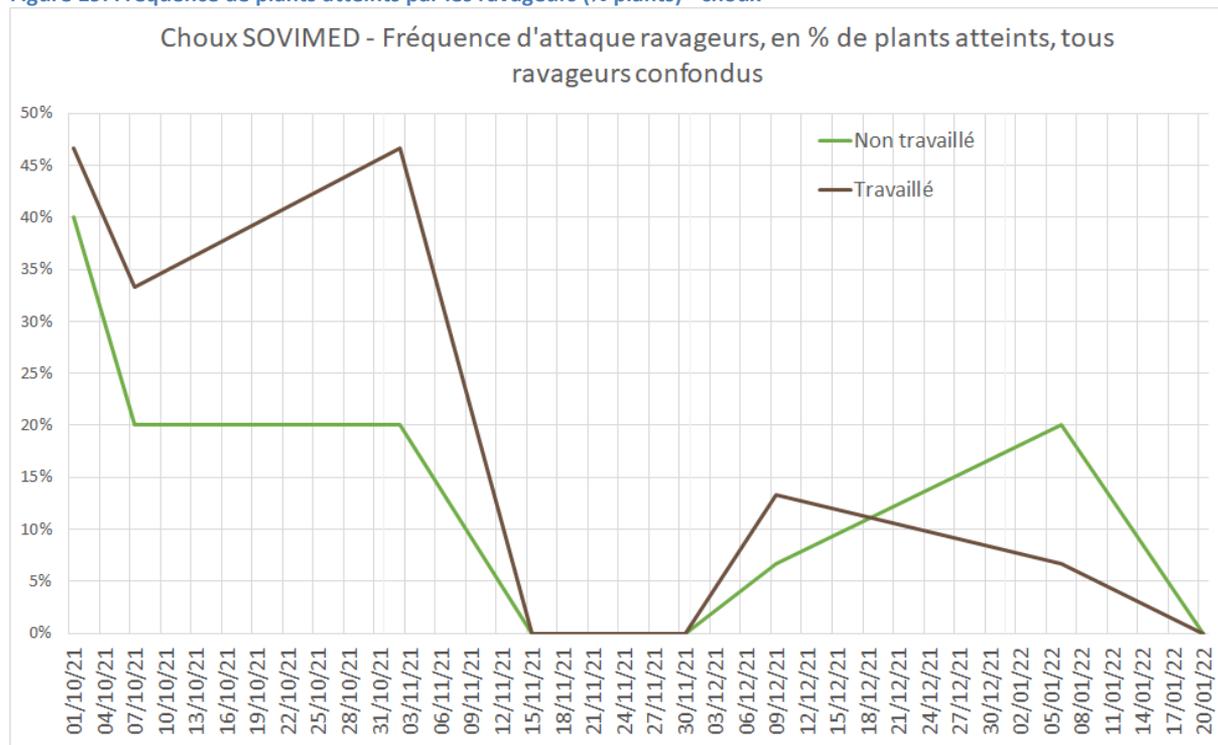
En tenant compte des pluies, au final, la parcelle Non travaillée a reçu 20 % d'eau en plus en comparaison de la parcelle témoin.

4. Suivi des ravageurs, maladies et auxiliaires

4.1. Ravageurs

Les ravageurs observés sur la culture des choux sont des gastéropodes, des pucerons, et des Chenilles défoliatrices. La figure 19 présente la fréquence d'observation des ravageurs (en % de plants touchés), tous ravageurs confondus.

Figure 19. Fréquence de plants atteints par les ravageurs (% plants) - choux



Sur la période du 01/10/2022 au 15/11/2022, la fréquence d'observation des ravageurs sur la modalité Non travaillée est systématiquement inférieure à celle de la modalité Travaillée. Cette différence est essentiellement liée à l'absence de pucerons observés sur la parcelle Non travaillée sur cette période. Au moment de la reprise de la végétation en janvier, les attaques ravageurs sont dues à l'observation de pucerons cendrés sur les 2 modalités. Le tableau 8 récapitule la fréquence d'observation des ravageurs sur l'ensemble de la saison. Au final, il n'y a peu d'écart entre les modalités

Tableau 8 :Fréquence moyenne d'attaque des choux par type de ravageurs (période 01/10-30/11/2021)

	Parcelle Non travaillée	Parcelle Travaillée
Chenilles défoliatrices	13%	10%
Gastéropodes	30%	33%
Pucerons (toutes espèces)	11%	10%
<i>Pucerons cendrés</i>	13 %	12%
<i>Pucerons noirs</i>		7%
<i>Pucerons verts</i>		7%

Le tableau 9 récapitule les intensités d'attaque ravageurs observés sur choux (en note de classe de 0 : pas d'infestation à 5 : attaque sévère)

Tableau 9. Intensité d'attaque par ravageur (note de 0 pas d'attaque à 5 attaque sévère) - choux

	Parcelle Non travaillée	Parcelle Travaillée
Chenilles défoliatrices	1,25	1.5
Gastéropodes	1,50	1,25
Pucerons (toutes espèces)	0,33	2,25
<i>Pucerons cendrés</i>	0,5	2,88
<i>Pucerons noirs</i>	0	1,00
<i>Pucerons verts</i>	0	1,00

Sur le critère de l'intensité d'attaque par les gastéropodes et les chenilles défoliatrices, aucune différence n'a pu être observée entre les modalités de l'essai. Les populations sont restées assez faibles.

Pour les pucerons, nous constatons des intensités d'attaque significatives du puceron cendré sur la parcelle travaillée avec une moyenne d'intensité de 2.88 correspondant à des attaques moyennes alors que les intensités d'attaques sont restées faibles sur la parcelle non travaillée. Une hypothèse pour expliquer cette différence peut être la diversité des insectes du sol, supérieure sur la parcelle Non travaillée, qui a pu favoriser la présence de prédateurs et contenir les premiers foyers (Cf rapport SOVIMED Centrex, été 2021)

4.2. Maladies et auxiliaires

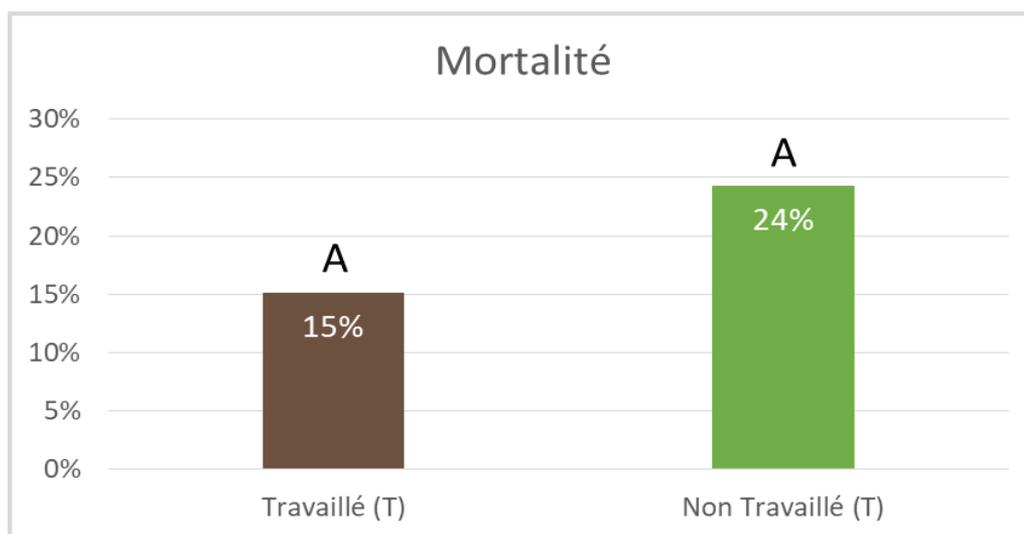
Aucune maladie n'a été détectée au cours de l'essai. Les quantités d'auxiliaires observés sont restés anecdotiques sur les 2 modalités. La faible présence de ravageurs peut expliquer cette faible présence d'auxiliaires.

5. Résultats agronomiques choux

5.1. Mortalité

La reprise a eu lieu 7 jours après la plantation. La figure 20 présente les taux de mortalité après reprise.

Figure 20. Mortalité (% plants) – choux 7 jours après plantation

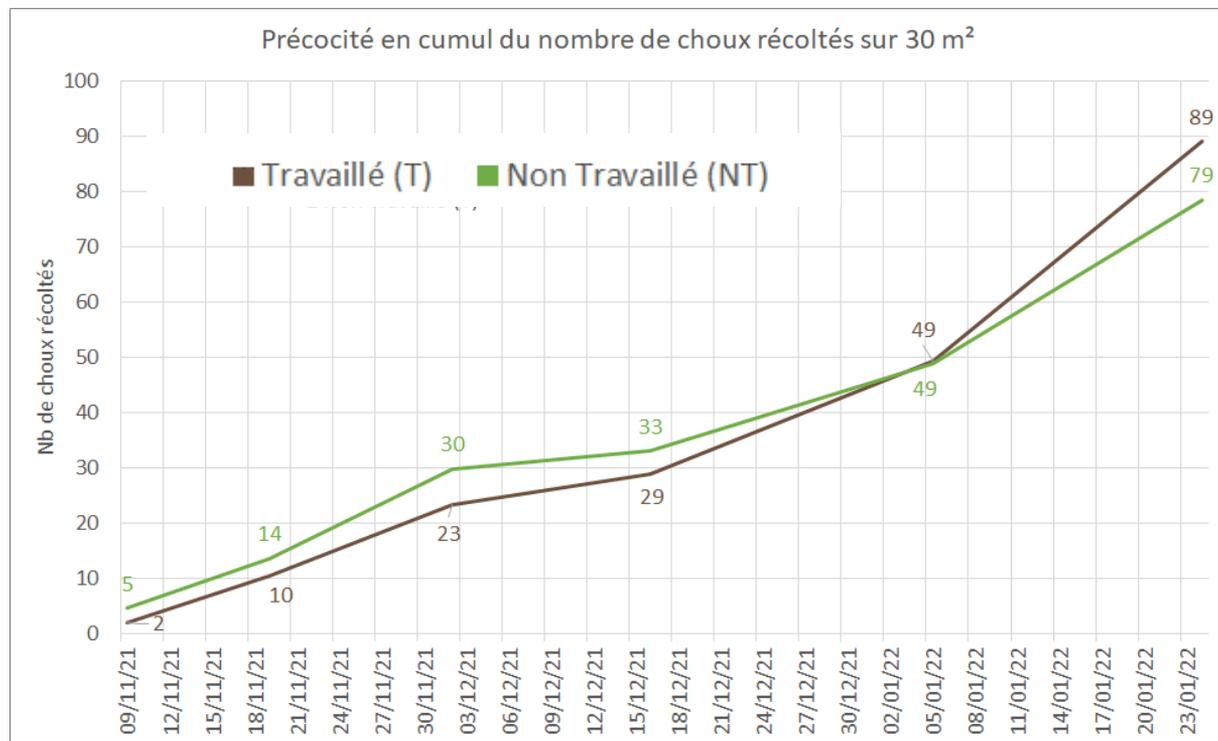


Aucune différence statistique ne peut être établie entre les 2 modalités. La modalité Non Travaillée présente, cependant, comme pour les salades, une tendance à une mortalité supérieure (24%) en comparaison de la parcelle Travaillée (15 %)

5.2. Précocité

La récolte a commencé le 09/11/2021 (77 jours de culture) et a fini le 24/01/22 (153 jours de culture). La figure 21 présente l'évolution du taux de récolte au court du temps, c'est une indication de la précocité.

Figure 21. Précocité (% de plants récoltés) - chou



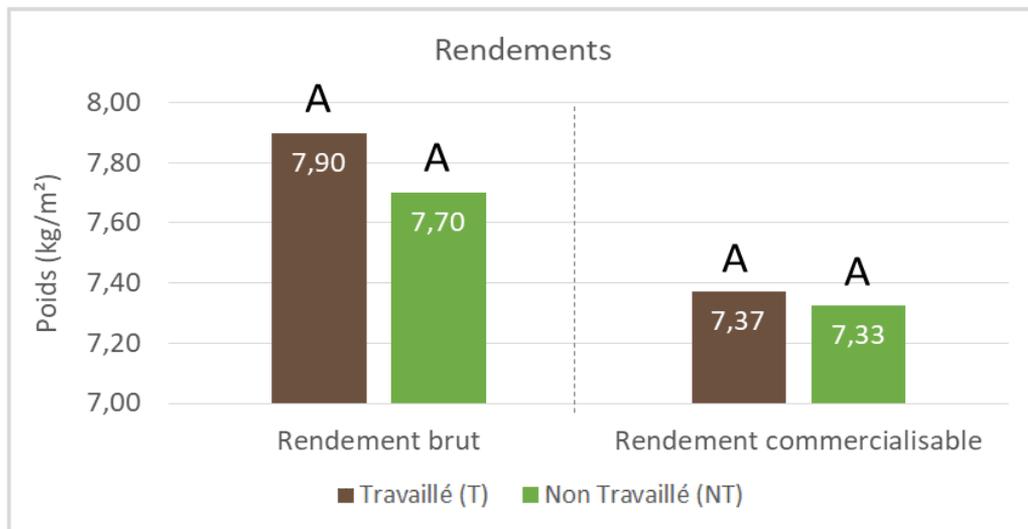
La parcelle non travaillée semble légèrement plus précoce que la parcelle Travaillée, mais la différence n'est pas significative. Les choux ont été récoltés au même stade de formation de la pomme sur les 2 parcelles sans prise en compte du poids ou de la taille des individus.

5.3. Rendements

La figure 22 présente, les rendements cumulés totaux récoltés et les rendements commercialisables cumulés

Aucune différence statistique n'est observée entre les rendements des 2 modalités, même si la tendance est en faveur de la modalité Travaillée (+2.5% en poids brut, + 12.6% en nombre de choux récoltés)

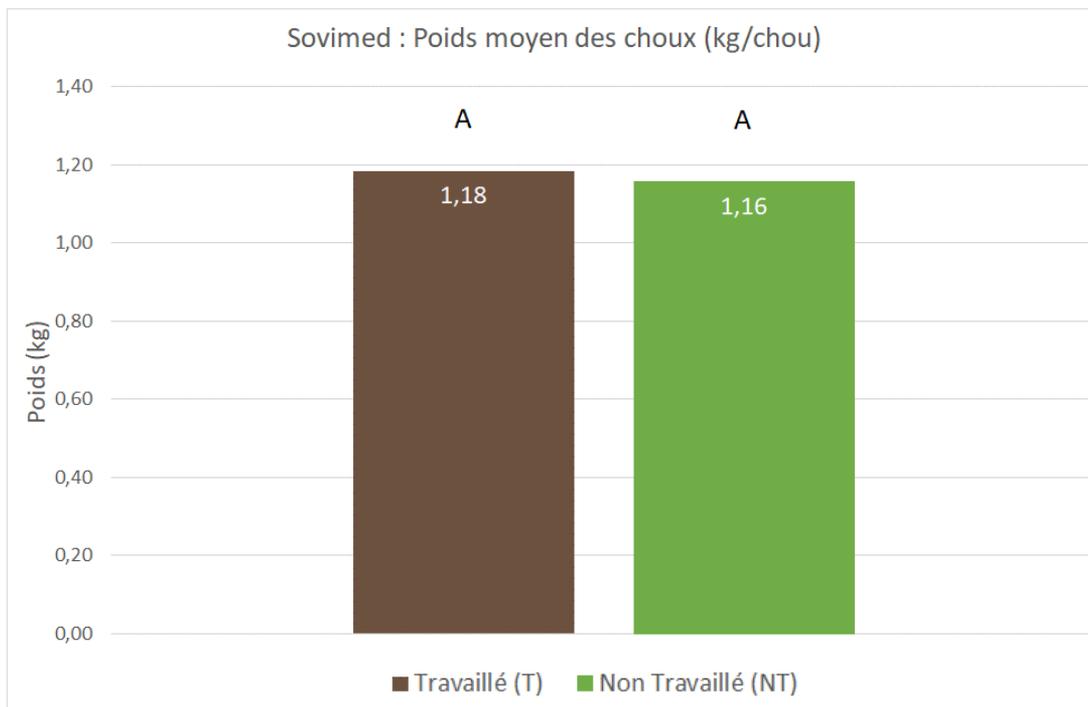
Figure 22. Rendements (kg/m²) - choux



5.4 Poids moyen d'un chou

La figure 23 présente le poids moyen d'un chou.

Figure 23. Poids moyen (kg) - choux

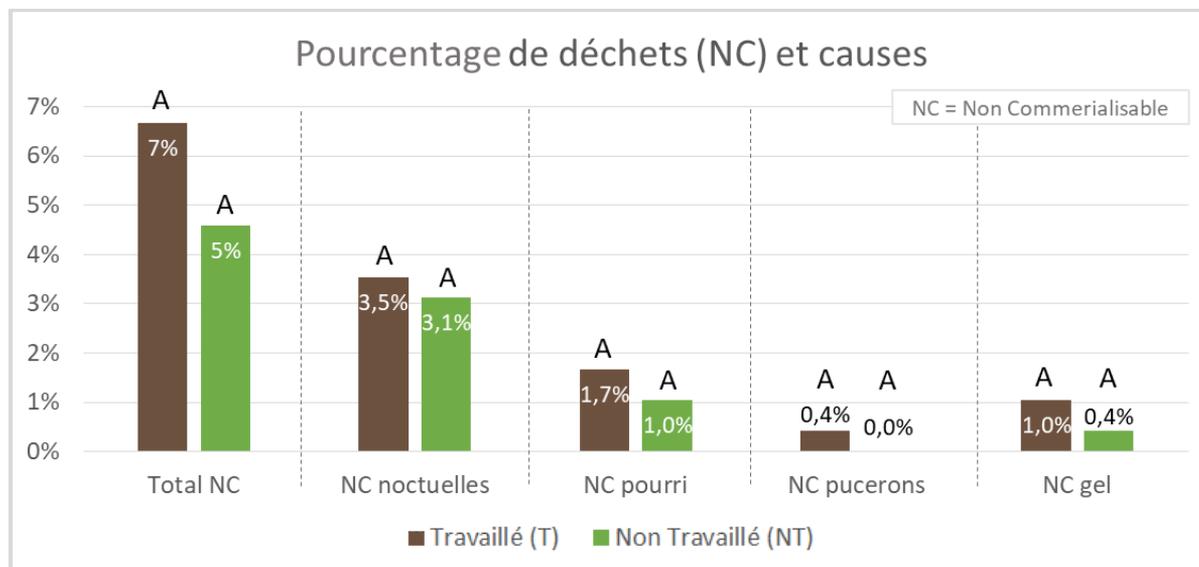


Le poids moyen des choux récoltés n'est pas statistiquement différent

5.4. Plants non commercialisables

La figure 24 présente le taux de choux non commercialisables ainsi que les causes de non commercialisation.

Figure 24. Déchets et causes (% de choux) - choux



Il y a 2% de plants non commercialisables en plus sur la modalité Travaillée en comparaison de la parcelle Non Travaillée. Pour chacune des causes de non commercialisation identifiées (dégâts de noctuelles, pourriture, pucerons ou dégâts de gel), c'est la modalité Travaillée qui présente le taux le plus élevé. Statistiquement, il n'y a pas de différence entre les modalités.

6. Suivi des temps de travaux

Le tableau 10 présente les temps de travaux de mise en culture et d'entretien des parcelles enregistrés sur Choux entre la date de plantation et la remise en état de la parcelle après récolte. Dans la mesure du possible, nous avons essayé de faire abstraction des divergences possibles avec une parcelle producteur en raison de l'expérimentation (temps liés à l'observation et l'enregistrement des données, contraintes de plantation, récolte liée à l'expérimentation, temps supérieur à une parcelle producteur en raison de la taille réduite de la parcelle, équipement d'expérimentation, personnel polyvalent non spécialisé...). Ces temps de travaux sont donnés à titre indicatif. Afin d'affiner la comparaison des parcelles, le nombre de passage par type d'intervention a été ajouté.

Les temps de travaux estimés sur la modalité travaillée et la modalité non travaillée sont similaires avec respectivement 57.7 et 57.1 heures de travail pour 450 m². La parcelle Non Travaillée a demandé autant de passage tracteur que la parcelle non Travaillée correspondant à des travaux de désherbage et entretien du couvert compensant le non travail du sol. L'entretien du couvert est le désherbage a demandé 2 fois plus de temps de travail sur la parcelle Non travaillée en comparaison de la parcelle travaillée (16 h contre 7.8 heures).

En ce qui concerne le temps d'utilisation des engins motorisés, la modalité Non Travaillée a demandé 3 h d'utilisation en plus de la modalité Travaillée.

Tableau 10 : Temps de travaux estimés sur les modalités travaillée (W) et Non travaillée (NT) - Sovimed choux 2021

	NT		W	
	heures	nb passages	heures	nb passages
PREPARATION	21,5	4	30,0	7
RETRAIT IRRIGATION	0	0	2	1
SOUS SOLEUSE	0	0	1,5	1
DISQUES	0	0	0,5	1
AMENDEMENT	10	1	9,5	1
ROTOVATOR	1,5	1	1	1
PAILLAGE/ IRRIGATION	1,5	1	6	1
PLANTATION	8,5	1	9,5	1
ENTRETIEN	16,0	15	7,8	9
DESHERBAGE CHIMIQUE	1	1	0	0
DESHERBAGE MANUEL	3,75	3	1,25	1
ROTOVATOR	0	0	2,25	2
TONDEUSE	7	5	0	0
TRAITEMENT DE COUVERTURE	4,25	6	4,25	6
RECOLTE	17,5	2	17,5	2
RECOLTE	17,5	2	17,5	2
FIN DE CULTURE	2,1	3	2,4	4
RETRAIT IRRIGATION	0,33	1	0,15	1
BROYAGE	0,25	1	0,25	1
MOTOCULTEUR	1,5	1	0	0
DISQUES	0	0	0,5	1
3 DENTS	0	0	1,5	1
Total	57,1	24	57,7	22
Engin motorisé	28	20	25	20

7. Suivi des consommables

7.1. Carburants fossiles

La modalité Non Travaillée a mobilisé les engins motorisés 3 heures de plus que la modalité travaillée.

7.2. Produits phytosanitaires

Les consommations de produits phytosanitaires sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 3. IFT - choux

	Herbicides	Fongicides	Insecticides	IFT hors biocontrôle	IFT biocontrôle	IFT TOTAL
T	0	1,64	6	3	4,64	7,64
NT	0,4	1,64	6	4	4,64	8,04

Les applications de fongicides et d'insecticides sont identiques pour les 2 modalités. La différence d'IFT entre les 2 modalités résulte d'une application localisée d'herbicide sur la parcelle Non Travaillée qui n'a pas eu lieu sur la parcelle Travaillée.

D'un point de vue économique, le traitement Lentagran coûte 59€HT/kg. Il a été appliqué à la dose de 2 kg/ha et sur 40% de la parcelle soit un coût d'environ 2,3€HT pour notre parcelle ce qui correspond à environ 47€HT/ha.

7.3. Amendements et produits fertilisants

Concernant les consommations en amendements, elles sont identiques entre les modalités à savoir un apport en compost à 200 t/ha sur le rang pour les 2 modalités.

Concernant les consommations en produits fertilisants elles sont identiques entre les modalités à savoir un engrais organique (12-12-17) à 568 kg/ha soit 68 unités d'azote, 68 unités de phosphore et 97 unités de potassium.

Comme les 2 modalités ont eu les mêmes quantités de compost et de produit fertilisants, l'impact environnemental est économique ne diffère pas entre les 2 modalités

7.4. Irrigation

Pour rappel, les quantités d'eau apportée correspondent à :

- 87.5 mm soit 875 m³ / ha pour la modalité Travaillée
- 185.4 mm soit 1854 m³/ha pour la modalité Non travaillée.

La consommation d'eau sur la modalité Non travaillée a été plus du double de la modalité Travaillée pour des rendements finaux assez proches.

7.5. Paillage

Le paillage choisi, dans le cadre de l'agriculture raisonnée est un paillage en plastique biodégradable. Ce paillage est positionné uniquement sur la modalité Travaillée à raison de 240 mètres linéaires pour 450 m². Le coût du paillage est de 316.67 euros les 1500 ml qui correspond à une dépense de 51€ HT pour notre parcelle de 450 m² soit 1 133€ HT/ha.

8. Conclusions culture de chou

Dans le cadre de cet essai, les rendements commercialisables ne sont pas statistiquement différents (7.37 kg/m² en sol Travaillé contre 7.33 kg/m² en sol Non travaillé) et les poids moyens des choux récoltés sont très proches (1.18 kg de moyenne sur Travaillé contre 1.16 kg de moyenne sur Non Travaillé).

En nombre de choux, nous avons récolté 12.6 % de choux en moins sur la modalité Non travaillée, mais au final, il y a eu plus de pieds écartés à la récolte sur la modalité Travaillée.

L'irrigation a été plus de 2 fois supérieure sur la parcelle Non travaillée. Les pluies sont responsables de 82 % des apports sur la parcelle travaillée et 68 % sur la parcelle Non Travaillée. Au final la parcelle Non Travaillée a reçu 20 % d'eau en plus en comparaison de la parcelle Travaillée.

Sur le plan sanitaire, les attaques de pucerons cendrés ont été significativement plus importantes sur la parcelle travaillée. Cette parcelle a aussi subi plus de dégâts de gel. Aucune différence n'a été observée sur les autres maladies et ravageurs.

D'un point de vue économique, la parcelle Non travaillée a demandé autant de temps de travail que la parcelle Travaillée avec une utilisation des engins motorisés supérieure de 3 h pour 450 m². Les intrants ont été les mêmes sur les 2 parcelles à l'exception de 0.4 IFT herbicide en plus (47 euros/ha) sur la parcelle Non Travaillée et de 1133 euros HT de paillage en plus sur la parcelle Travaillée.