

FAM MYCADO

Utiliser la MYCorhization via des plantes de services pour Améliorer le Développement et limiter l'impact des maladies telluriques en culture de fruits et légumes (Noix, Châtaigne, Asperge et Fraise)

Compte-rendu d'expérimentation 2022-2023

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR


**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée


FranceAgriMer
ÉTABLISSEMENT NATIONAL
DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER

SUDEXPÉ

SudExpé : Madeleine de Turckheim, Sébastien Borremans, stagiaires SudExpé, Rémy Kulagowski (Sudexpé/CA34), Céline Forzani (Sudexpé/CA34)

SUDEXPE – SITE DE MARSILLARGUES
MAS DE CARRIERE – 34590 MARSILLARGUES
04.67.71.55.00

1. Thème de l'essai

Les phénomènes de fatigues de sols, champignons telluriques, stress à la plantation sont un frein au développement des cultures, notamment d'asperge. Les agents responsables de cette problématique sont des champignons telluriques tels que le *Phytophthora*, *Fusarium* spp. ou *Rhizoctonia* spp. En culture d'asperge par exemple, l'espérance de vie des griffes est diminuée par deux.

2. Objectifs de l'essai

L'objectif du projet est d'identifier les meilleures stratégies d'utilisation des mycorhizes pour limiter l'impact des champignons telluriques sur la reprise, le développement et la production.

En 2022, SudExpé a évalué l'impact de la mycorhization des plants d'asperges, en plein champ, sur le rendement et la qualité de la production. La possibilité d'utiliser des plantes de service pour multiplier les champignons en plein champ a également été étudiée. Les couverts végétaux à base de légumineuses sont des relais de mycorhization des cultures. Ils peuvent être utilisés pour maintenir les populations de champignons mycorhiziens l'hiver et favoriser la reprise en végétation de la culture d'asperge au printemps.

3. Matériel et méthodes

3a. Dispositif expérimental

- Site d'implantation : parcelle D, SudExpé, Site de Marsillargues, 34590 Marsillargues
- Plantation : 10/03/2021
- Variété : DARZILLA
- Densité : 7 griffes/ml – 21 griffes par parcelle élémentaire - 26923 griffes/ha
- Inter-rang : 2,6 m
- Dispositif expérimental : essai en bloc de Fisher à 3 répétitions/modalité
- Récolte avril 2023 (07/04 au 02/05)

3b. Modalités

Action 3 : Identifier la meilleure stratégie d'installation des mycorhizes au champ

Modalité	Produit mycorhizien	Firme
1	Témoin	-
2	Asperge + Agtiv	Premier Tech
3	Asperge + MycoUp	Symborg
4	Luzerne	-
5	Luzerne mycorhizée + Resid HC	Symborg
6	Luzerne et asperge + MycoUp	Symborg
7	Trèfle blanc	-
8	Trèfle blanc mycorhizé + Resid HC	Symborg
9	Trèfle blanc et asperge + MycoUp	Symborg

- Pour les modalités 2 et 3 la partie inférieure de la griffe est enrobée de produit soit Aktiv (2,5 g/100 plants) ou soit MycoUp (11 g/100 plants) avant la plantation du 10/03/2021. Aktiv contient le champignon endomycorhizien *Glomus intraradices* et *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* est présent dans MycoUp.
- Les plants d'asperge des modalités 2 et 3 sont re-inoculés par arrosage :
 - Inoculation réalisée le 03/08/2021 par arrosage des plants
 - Inoculation réalisée le 16/07/2022 par arrosage des plants Aktiv (0,7 kg/ha) et MycoUp (3 kg/ha)
- Pour les modalités 4 à 9, le semis du couvert végétal dans l'inter-rang (luzerne ou trèfle blanc) est réalisé le 27/10/2021.
 - Pour les modalités 5 et 8 les graines de luzerne ou de trèfle blanc sont recouvertes du produit Resid HC (1 kg/ha) avant d'être semées. Resid HC est un biostimulant qui contient le champignon mycorhizien *Glomus iranicum*. Ce produit est commercialisé par Symborg comme le produit MycoUp.
 - Inoculation des plants d'asperges des modalités 6 et 9 avec le produit MycoUp (3 kg/ha) le 27/10/2021 et le 16/07/2022 par arrosage.

3c. Observations et mesures

- **Estimation du taux de mycorhization : le 11/10/2022 :**

Les prélèvements, la préparation des racines et la lecture des mycorhizes (arbuscules, hyphes, vésicules) sous microscope sont basées sur les travaux de Trouvelot *et al.* (1986) à partir de la méthodologie définie dans l'Action 1-1 du projet. Pour chaque modalité, 30 fragments du système racinaire sont observés, avec 3 répétitions par modalité. Les fragments sont traités par coloration de manière à rendre le champignon facilement observable. L'abondance de la mycorhization est notée de 0 et 5 (6 classes avec 5 = > 90% du fragment racinaire est mycorhizé) et l'abondance des arbuscules de A0 à A3 (4 classes avec A3 = arbuscules abondants).

A partir de ces 2 notations, 5 paramètres d'infection sont calculés :

F% = Fréquence de mycorhization

M% = Intensité globale de mycorhization

m% = Intensité de mycorhization des fragments mycorhizés

a% = Intensité arbusculaire de la partie mycorhizée

A% = Intensité arbusculaire dans le système racinaire

- **Evaluation de la vigueur végétative :**

La plantation de l'aspergeraie à SUDEXPE a eu lieu en mars 2021. Il est possible de récolter en deuxième et troisième année mais c'est à partir de la quatrième année que la récolte est complète. La première récolte à SUDEXPE a eu lieu au printemps 2023 en troisième année. Elle a duré environ 3 semaines. Les rendements obtenus en 2023 sont donc présentés dans ce rapport.

Mesures et observations à la récolte :

- La récolte se fait tous les jours.
 - Lavage et coupe des asperges à 22 cm (longueur commercialisée).
 - Calibrage : nombre et poids des turions.
 - Agréage (1 fois par semaine) : nombre et poids des turions par catégories
 - Tri des turions en 2 catégories « déchets » et « commercialisables ».
 - Classement des déchets par type de défauts : turion de calibre < 10 mm, turion courbé, fleuri ou double et autre.
 - Les turions sont répartis en fonction de leur calibre (d'après le diamètre) : 10 - 12, 12 - 16, 16 - 22, 22 - 30 et > 30 mm
- **Traitement statistique des résultats :**

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

4. Résultats

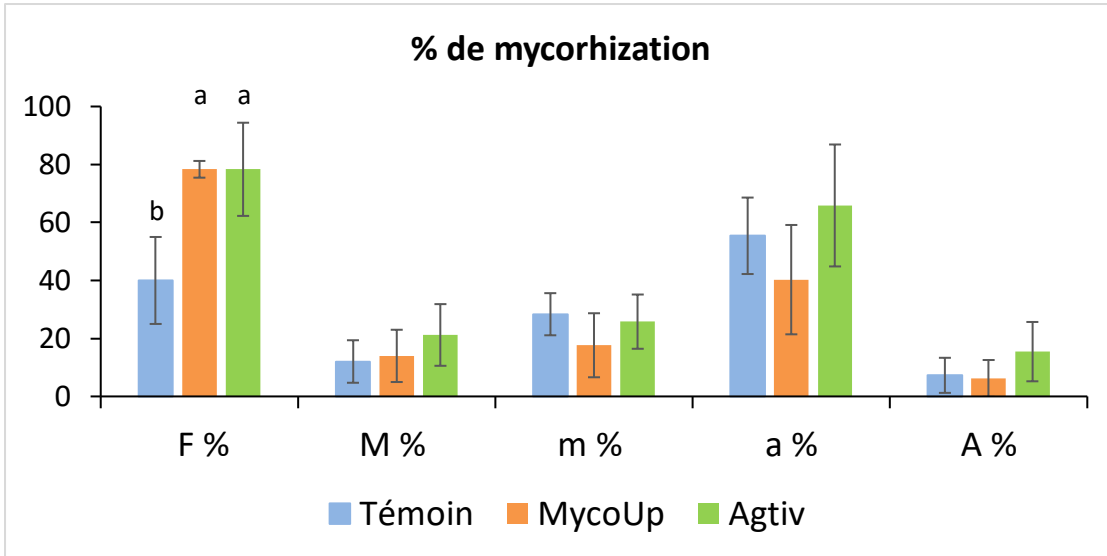
Action 3 : Identifier la meilleure stratégie d'installation des mycorhizes au champ

4a. Estimation du taux de mycorhization des racines d'asperge

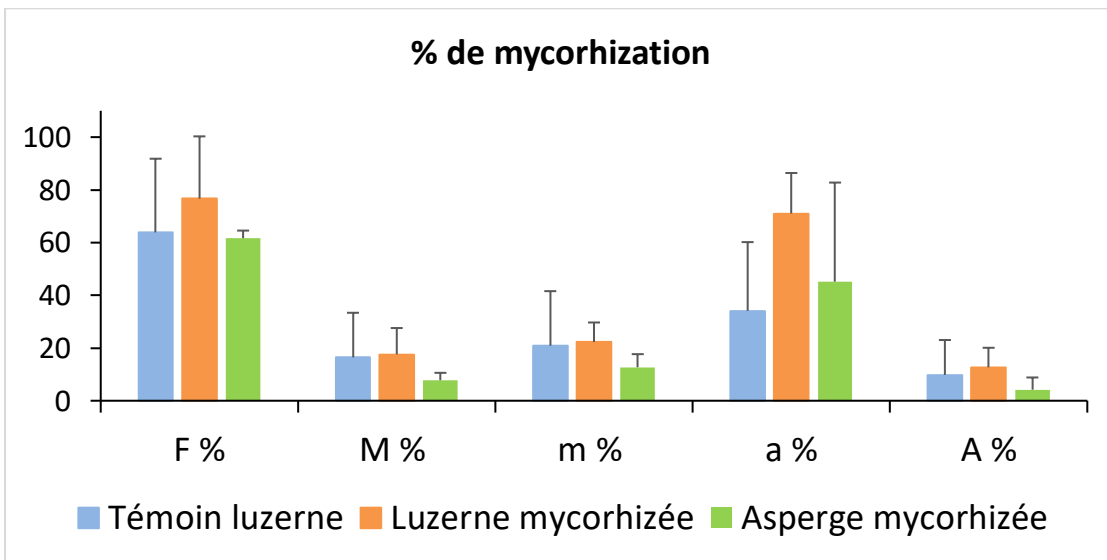
La présence de mycorhization est observée pour toutes les modalités. La fréquence (F%) de mycorhization est élevée avec en moyenne 40% à 78% de fragments mycorhizés. Seul les modalités 2 et 3, avec traitement MycoUp ou Agtiv, présentent une fréquence de mycorhization plus élevée que le témoin. Aucune différence significative n'est observée pour les autres modalités après comparaison à leurs témoins respectifs.

L'intensité globale de mycorhization varie de 8% à 35% et l'intensité global arbusculaire varie de 4% à 25% sans différence significative entre les modalités.

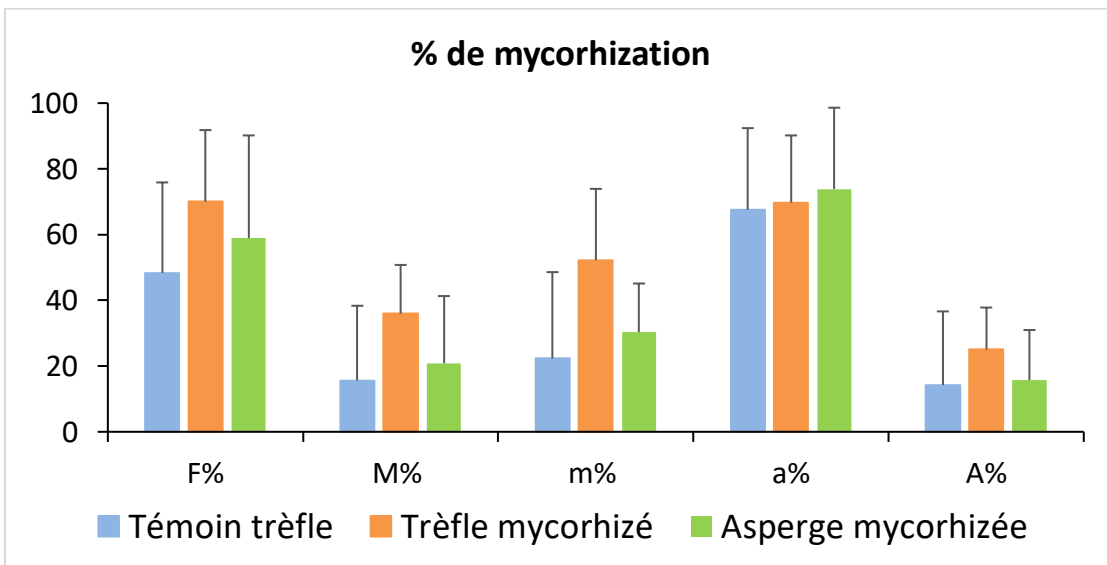
L'intensité arbusculaire de la partie mycorhizée est élevée pouvant atteindre plus de 70%. L'analyse statistique ne met pas en évidence de différences significatives entre les modalités.



Les lettres a et b représentent des groupes homogènes du test de Tukey (p -value < 5 %).



Aucune différence significative (p -value > 5 %) entre les modalités. Pas d'effet bloc



Aucune différence significative (p -value > 5 %) entre les modalités. Pas d'effet bloc

- **Tableau récapitulatif des résultats de 2021 et 2022**
Moyennes des taux de mycorhization des racines d'asperge

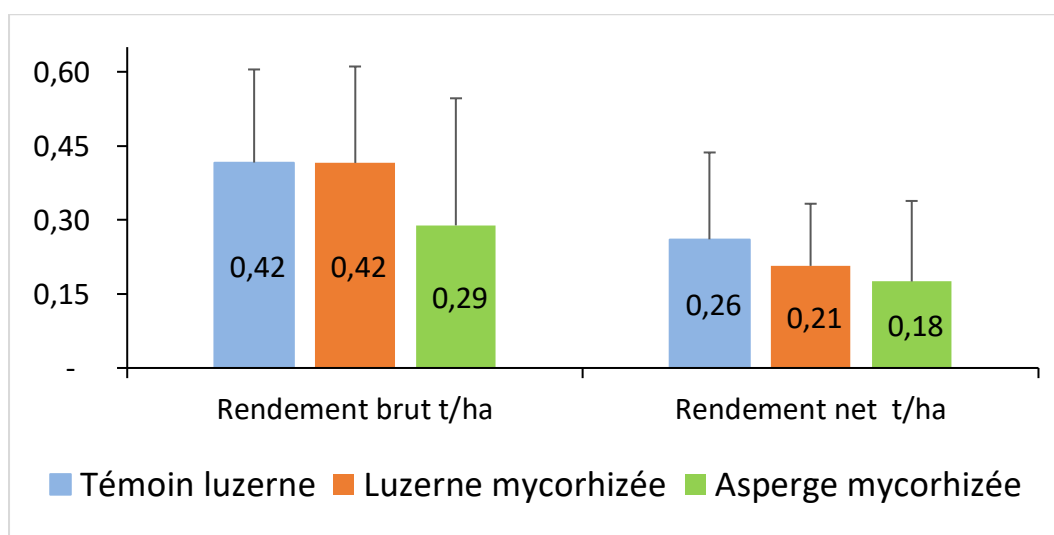
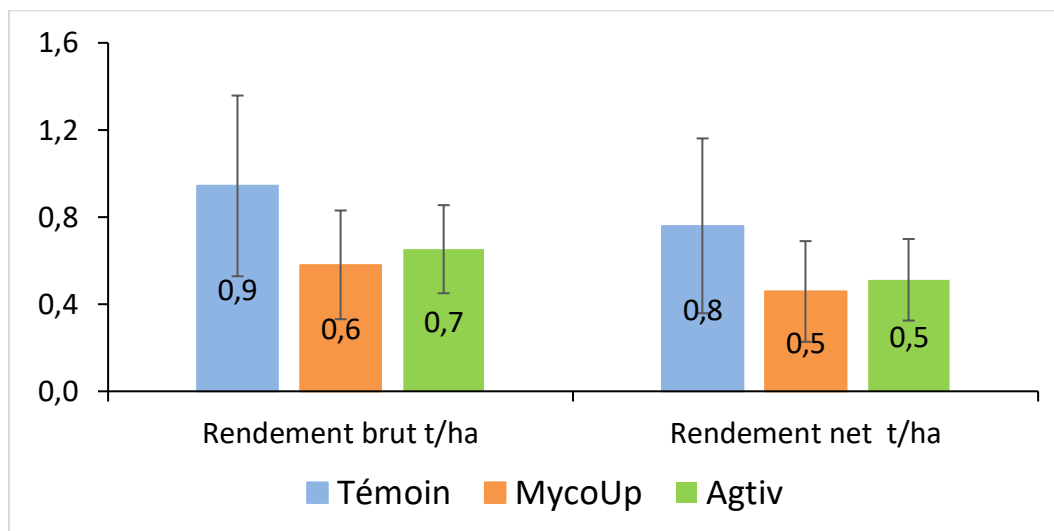
		F %	m %	a %
2021	Modalité 1 : Témoin	22,5	13,9	13,4
	Modalité 2 : MycoUp	42,2	23,7	37,1
	Modalité 3 : Agtiv	34,5	15,0	31,5
2022	Modalité 1 : Témoin	40,0	28,4	55,4
	Modalité 2 : MycoUp	78,3	17,7	40,3
	Modalité 3 : Agtiv	78,3	25,8	65,9
	Modalité 4 : Témoin luzerne	63,9	20,9	34,1
	Modalité 5 : Luzerne mycorhizée	76,7	22,3	71,0
	Modalité 6 : Asperge mycorhizée	61,7	12,7	45,2
	Modalité 7 : Témoin trèfle	48,3	22,3	67,5
	Modalité 8 : Trèfle mycorhizé	70,0	52,2	69,7
	Modalité 9 : Asperge mycorhizée	58,9	30,3	73,9

La même tendance est observée en 2021 et 2022 avec un nombre plus élevé de fragments de racines mycorhizées pour les modalités 2 et 3, avec traitement MycoUp ou Agtiv, comparé au témoin. Il y a deux fois plus de fragments mycorhizés en 2022 qu'en 2021. De manière générale, l'intensité de mycorhization et arbusculaire est également plus importante en 2022 qu'en 2021.

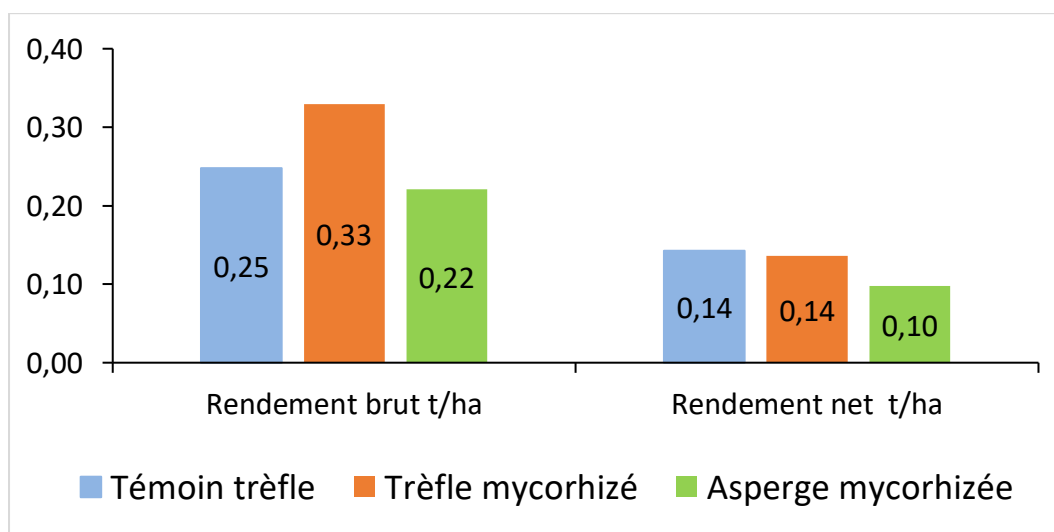
Pour les modalités 4 à 9, avec un couvert végétal dans l'inter-rang, la fréquence de mycorhization est élevée mais il n'y a pas de différences significatives entre les modalités.

4b. Récolte et évaluation de la production

- Rendement



Aucune différence significative (p -value > 5 %) entre les modalités. Pas d'effet bloc



Résultats quantitatifs

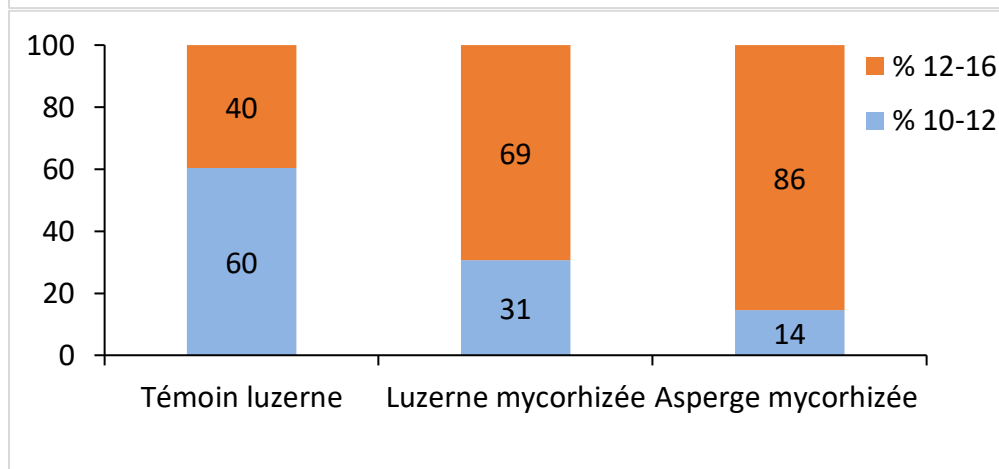
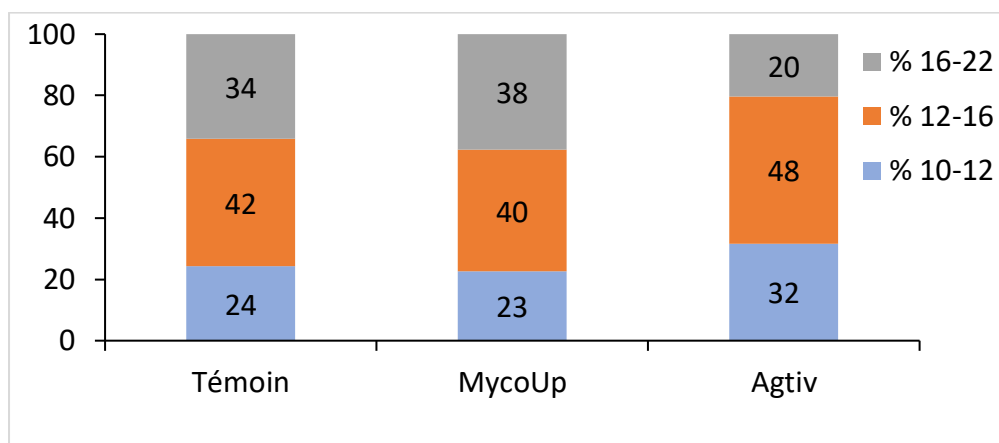
Modalité	Produit mycorhizien	Rendement brut (t/ha)	Rendement commercial (t/ha)	Poids moyen brut par turion en g	Poids moyen commercial par turion en g
1	Témoin	0,9	0,8	25	31
2	Aktiv	0,6	0,5	21	29
3	MycUp	0,7	0,5	21	27
4	Luzerne	0,42	0,26	14	20
5	Luzerne mycorhizée	0,42	0,21	13	21
6	Luzerne + asperge mycorhizée	0,29	0,18	15	26
7	Trèfle blanc	0,25	0,14	16	32
8	Trèfle blanc mycorhizé	0,33	0,14	13	19
9	Trèfle blanc + asperge mycorhizée	0,22	0,1	13	19

Les rendements bruts ou commerciaux ne présentent pas de différence significative entre les modalités et leurs témoins respectifs. Cependant, le témoin de la modalité 1 a tendance à avoir un rendement brut ou commercial plus élevé que les modalités 2 ou 3 avec un traitement MycoUp ou Aktiv.

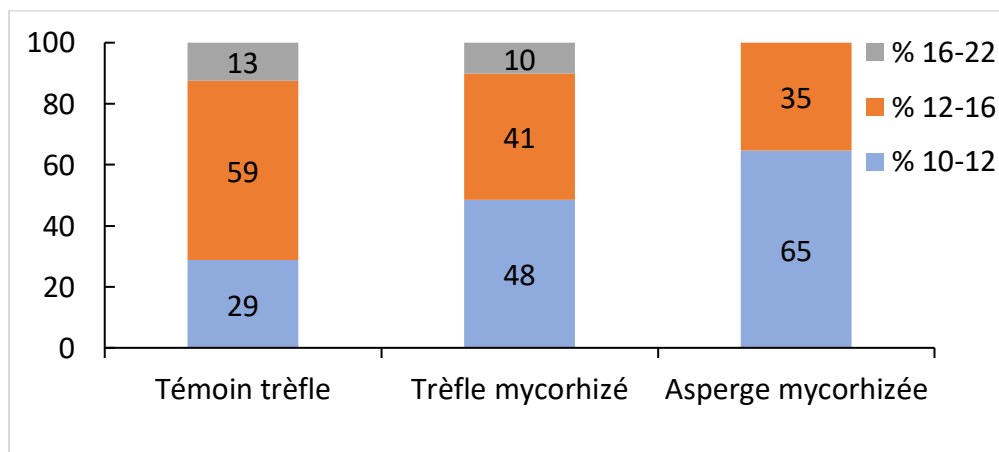
La présence d'un couvert végétal en inter-rang n'a pas favorisé les rendements. Au contraire, le rendement commercial de la modalité 4 - témoin avec luzerne dans l'inter-rang est 3 fois inférieur à celui de la modalité 1 - témoin. Les écarts types ne sont pas indiqués dans le graphique pour les modalités 7 à 9 (trèfle dans l'inter-rang) car il n'y a pas eu assez de turions pour toutes les modalités. Deux répétitions pour chaque modalité ont pu être quantifiées au lieu de trois. Le rendement commercial de la modalité 7 - témoin avec trèfle dans l'inter-rang est presque 6 fois inférieur à celui de la modalité 1 - témoin.

Le poids moyen brut par turion est plus faible pour les modalités 4 à 9 (avec un couvert végétal dans l'inter-rang) comparé aux modalités 1 à 3, ce qui expliquerait que les rendements bruts soient plus faibles lorsqu'il y a présence d'un couvert végétal dans l'inter-rang. Le poids moyen commercial par turion est plus variable selon les modalités.

• Répartition des calibres en % du rendement commercial



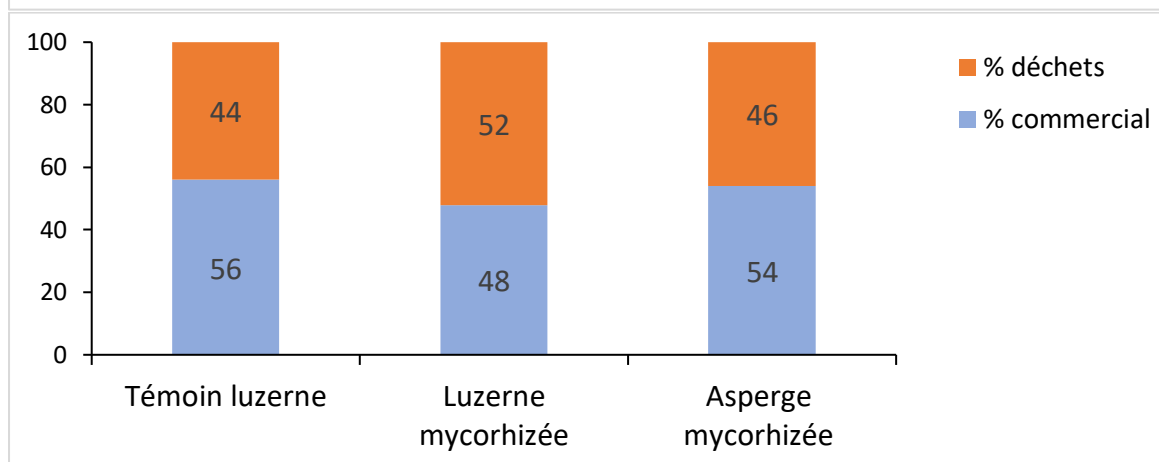
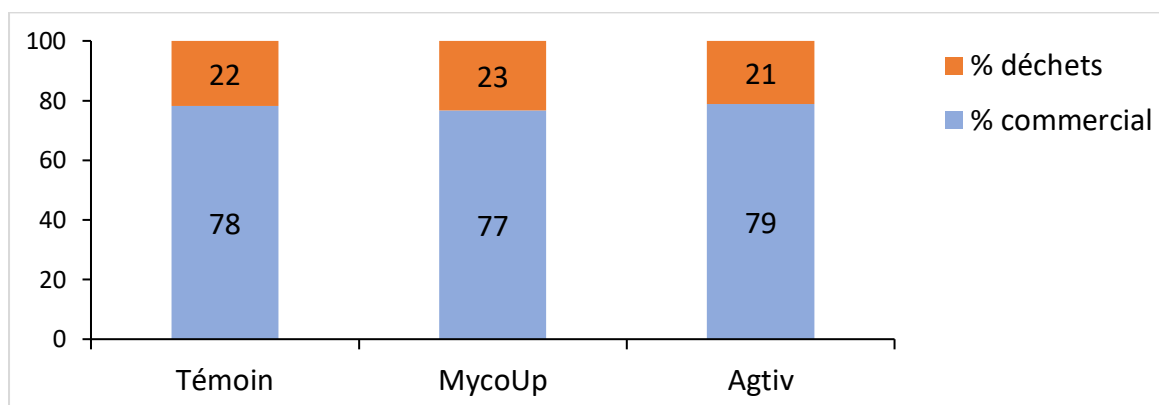
Aucune différence significative (p -value > 5 %) entre les modalités. Pas d'effet bloc



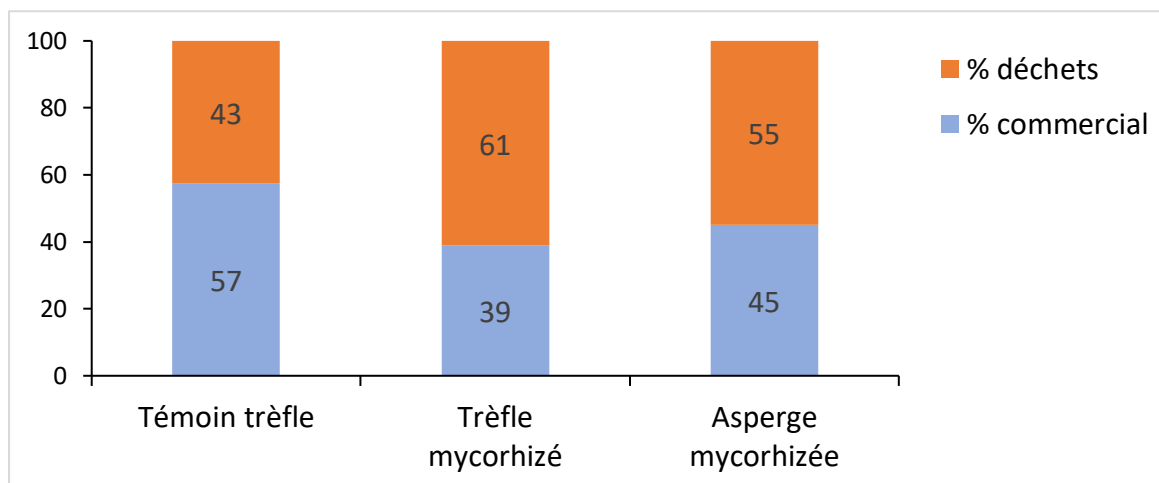
Pour les modalités 1 à 3 - sans couvert végétal dans l'inter-rang, la production est majoritairement distribuée sur les calibres 12-16 (40 à 48 %). Aucune différence significative entre les modalités n'est mise en évidence.

Pour les modalités 4 à 9 - avec un couvert végétal dans l'inter-rang, les calibres des turions sont plus petits que ceux des modalités 1 à 3. Il n'y a pas ou très peu de turions de calibre 16-22. Parfois la majorité de la production se repartit sur les calibres 10-12 avec jusque 65% de calibre 10-12 pour la modalité 9 - asperges mycorhizées avec du trèfle dans l'inter-rang.

• Répartition de la qualité en % du rendement brut

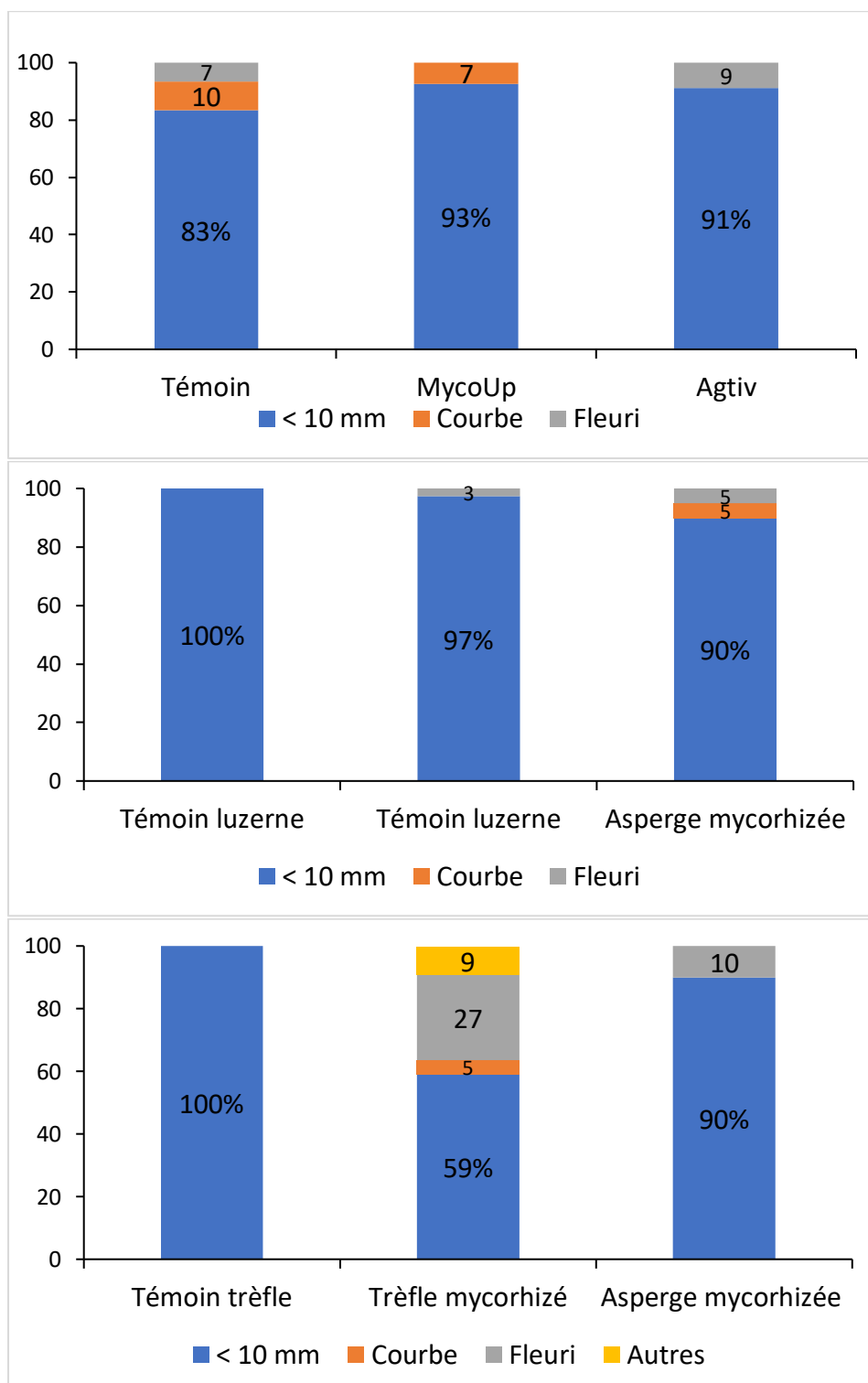


Aucune différence significative (p -value > 5 %) entre les modalités. Pas d'effet bloc



Le taux de catégorie commerciale varie entre 77 et 79 % pour les modalités 1 à 3 sans couvert végétal dans l'inter-rang. Les modalités 4 à 9 avec un couvert végétal dans l'inter-rang produisent plus de déchets par rapport aux modalités sans couvert végétal dans l'inter-rang. Parfois il y a plus de déchets que de turions commercialisables comme pour les modalités témoin luzerne, témoin trèfle et asperge mycorhizée avec luzerne dans l'inter-rang (56%, 57% et 54% respectivement). L'analyse statistique ne met pas en évidence des différences significatives entre les modalités et leurs témoins respectifs.

- Répartition des déchets (en % du nombre total de déchets)



La majorité des déchets pour toutes les modalités est constituée de turions avec un calibre inférieur à 10 mm. Le nombre de turions <10 mm représente entre 100 et 59 % des déchets.

L'analyse statistique ne montre pas de différences significatives pour ce type de déchets entre les différentes modalités et leurs témoins respectifs.

5. Conclusions de l'essai

Action 3 : Identifier la meilleure stratégie d'installation des mycorhizes au champ

5a. Taux de mycorhization

La fréquence de mycorhization en 2021 et 2022 a tendance à être plus élevée pour les modalités ayant reçu un apport de solutions commerciales (MycoUp ou Agtiv) comparé au témoin. En général, les intensités de mycorhization ou arbusculaire varient beaucoup et aucune différence significative n'a pu être mise en évidence.

Comparé à 2021, il y a 2 fois plus de fragments de racines mycorhizées et l'intensité arbusculaire de ces fragments est 2 fois plus élevée. Le champignon mycorhizien s'est bien installé sur les racines d'asperge car il y a une augmentation de la présence d'arbuscules en 2022. La racine est d'abord colonisée par le mycélium du champignon puis des arbuscules sont ensuite constitués par du mycélium ramifié pour former des sites d'échanges symbiotiques.

Lorsqu'il y a présence d'un couvert végétal dans l'inter-rang, le taux de mycorhization des racines d'asperge est élevé sans montrer de différence significative entre les modalités. L'ajout des solutions commerciales (MycoUp ou Resid HC) n'a pas permis d'augmenter le taux de mycorhization des racines d'asperge. Cependant, la technique de coloration utilisée ne permet pas de distinguer les champignons mycorhiziens indigènes des champignons qui se trouvent dans les solutions commerciales tel que *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* présent dans MycoUp.

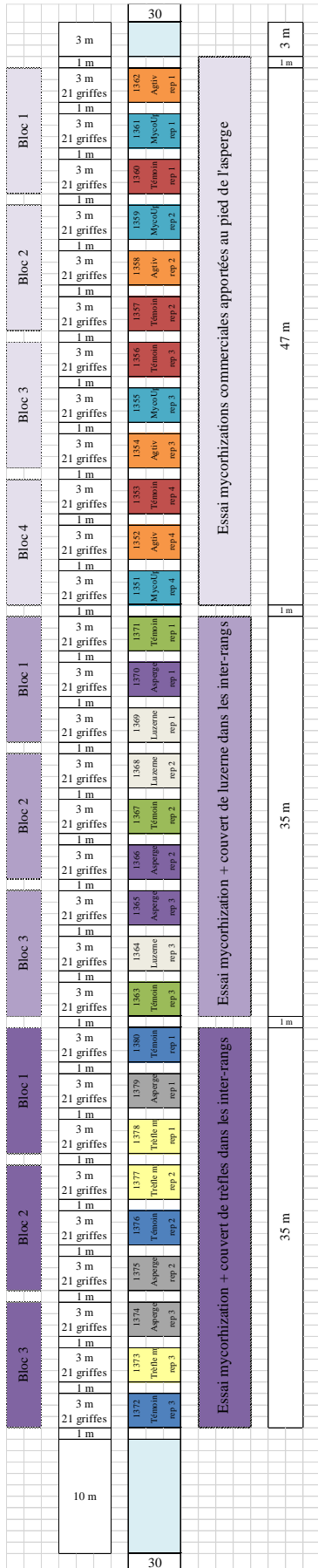
5b. Récolte et évaluation de la production

La production d'asperge a tendance à être plus élevée pour le témoin par rapport aux modalités 2 et 3 avec traitement MycoUp ou Agtiv. Une hausse de 62 % du rendement commercial du témoin est observée par rapport aux modalités 2 et 3 avec traitement MycoUp ou Agtiv. Cette même tendance a été observée en 2021 avec un nombre plus élevé de turions produit pour la modalité témoin par rapport aux modalités ayant reçu une application de mycorhizes. Ces données seraient à confirmer car c'est à partir de la quatrième année, en 2024, que la récolte sera complète à SUDEXPE.

La qualité de la production a été bonne avec 77 à 79 % de turions commercialisés. Les trois modalités 1, 2 et 3 (témoin ou avec traitement MycoUp ou Agtiv) produisent entre 21 et 23% de déchets dont 83 à 91 % sont des turions dont le calibre est inférieur à 10 mm. Aucune différence statistique entre les trois modalités évaluées n'a été observée pour les données de calibres, de catégories commerciales et de taux de déchets.

Lorsqu'il y a présence d'un couvert végétal dans l'inter-rang, le rendement brut ou commercial est inférieur au rendement des cultures d'asperge sans couvert dans l'inter-rang. Cette différence s'explique par la présence de turions de calibre plus petit, ce qui pénalise le rendement commercial. Le nombre de déchets est également plus élevé, variant entre 43 à 61 % contre 21-23 % pour les modalités sans couvert dans l'inter-rang. Entre 83 à 91 % des déchets sont des turions dont le calibre est inférieur à 10mm. Il semblerait que la présence d'un couvert végétal dans l'inter-rang, sans irrigation, ait entraîné une compétition pour l'eau et les nutriments et conduit à une diminution des rendements. La poursuite de cet essai permettrait de confirmer ces données puisque c'est à partir de la quatrième année, en 2024, que la récolte d'asperges sera complète à SUDEXPE.

Annexe 1 - Plan de l'essai



Aspergeraie de SUDEXPE