
Evaluation de techniques pouvant améliorer la fertilité des sols et la reprise des arbres dans le cas d'une replantation sur sol fatigué.

Date : Décembre 2023

Rédacteur(s) : Hélène Joie - SudExpé

Projet pomme : Evaluation de techniques pouvant améliorer la fertilité des sols et la reprise des arbres dans le cas d'une replantation sur sol fatigué

Porteur du projet : SudExpé

Dossier n° : 22010316

Titre de l'action : Evaluation de techniques pouvant améliorer la fertilité des sols et la reprise des arbres dans le cas d'une replantation sur sol fatigué

1. Thème de l'essai :

Le thème de cet essai concerne la replantation : les arbres replantés sur des sols fatigués présentent souvent une croissance médiocre les premières années qui pénalise sur le long terme la rentabilité économique de la plantation. Dans des situations extrêmes, la mortalité des arbres peut être importante et compromet la vie du verger. L'étude approfondie de ces problèmes de replantation doit permettre d'en apprendre plus sur les phénomènes à l'origine de ces pertes de vigueur au verger.

2. But de l'essai :

Le but de cet essai est d'évaluer l'efficacité de différentes techniques pouvant améliorer la fertilité des sols et ainsi accroître la reprise des arbres lors d'une plantation sur sol fatigué. Une comparaison de l'efficacité des différentes techniques sera réalisée, de même que leur facilité de mise en œuvre et leur coût.

3. Facteurs et modalités étudiés :

Plusieurs types de solutions sont évalués afin de favoriser la fertilité du sol en condition de replantation (Tableau 1). Deux modalités proposent de remplacer le substrat de plantation : au moment de la plantation au lieu de laisser la terre de la parcelle, celle-ci est remplacée dans le trou de plantation par un terreau qui diffère selon les modalités. Deux modalités proposent de réaliser un engrais vert (de nature différente selon la modalité) afin d'améliorer les propriétés de fertilité du sol. Une modalité avec application d'ozone liquide doit permettre de stériliser la terre des maladies du sol. Et enfin une dernière modalité propose d'inoculer les racines avec des mycorhizes auxiliaires, afin de booster la croissance racinaire et de limiter le développement des bioagresseurs du sol.

Tableau 1- Description des différentes modalités de replantation

Type de solution	Description	Avant plantation	A la plantation	Après plantation
T0	Témoin	Témoin non traité		
T1	Utilisation d'Ozone	Ozone		Application d'Ozone (20l) au sol
T2	Remplacement de substrat	Terreau élaboré (Dumona)		10L de terreau au pied de l'arbre
T3	Remplacement de substrat	Terreau élaboré avec activateur de sol (Microterra)		30 l de terreau dans le trou de plantation
T4	Engrais Vert	Référence 1 : Sorgho du Soudan	Implantation du Sorgho du Soudan pendant la saison 2019	
T5	Engrais Vert	Référence 2 : Souci	Implantation du Souci pendant la saison 2019	
T6	Inoculation de Mycorhizes	Mycorhizes		Application par pralinage des racines à la plantation

4. Matériel et Méthodes :

Vergers :

La variété Galaval^{cov}, sur porte-greffe Pajam 2[®] a été plantée à l'hiver 2019-2020 en condition de replantation, avec 25 ans de pommiers antérieurement. Les distances de plantation sont de 4 m x 1 m

Dispositif :

L'essai est mis en place en randomisation totale et se compose de 4 répétitions, de 10 arbres par parcelle élémentaire. 2 arbres servent de bordure et 8 arbres sont conservés pour l'évaluation.

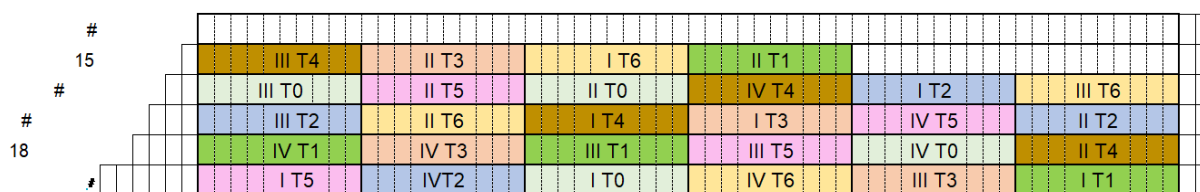


Figure 1- plan du dispositif de l'essai. T0 : modalité témoin, T1 : modalité avec ozone, T2 : modalité avec terreau Dumona, T3 ; modalité avec terreau Microterra, T4 : modalité en engrais vert sorgho, T5 : modalité avec engrais vert avec soucis, T6 : modalité avec mycorhizes.

Contrôles :

2023

Les données de croissance des arbres en 2022 sont réalisées en période hivernale, la première récolte (août 2023) est réalisée en cette dernière année de projet.

La mesure des sections de troncs (20cm au-dessus du point de greffe) a été réalisée en période hivernale. La mesure de la longueur de la pousse terminale ainsi que la mesure de la hauteur des arbres ont été réalisées. Les croissances des arbres étant trop faible pour rattraper le retard de vigueur, la parcelle a été arrachée à l'hiver 2023. Les données de croissance 2023 ne sont donc pas disponibles.

Pour la récolte : le rendement, calibre et coloration des fruits sera évalué.

L'analyse statistique des résultats sera effectuée avec le logiciel Expe-R (version 1.4).

5. Résultats :

La modalité T1 avec l'ozone n'a pas pu être mise en place : la crise sanitaire générée par la covid-19 ayant empêché la livraison de la machine en provenance de l'Espagne via la société Cosemar Ozono.

L'essai compare donc 6 modalités :

- Une modalité témoin sans terreau ni engrais vert à la plantation
- Une modalité avec un terreau élaboré de la société Dumona apporté après la plantation
- Une modalité avec un terreau élaboré de la société Microterra apporté avant la plantation
- Une modalité avec un engrais vert avant la plantation : Sorgho du Soudan
- Une modalité avec un engrais vert avant la plantation : Souci (*Tagetes spp*)
- Une modalité avec une inoculation de mycorhizes sur les racines des jeunes plants avant plantation.

1) Hauteur des plants

Tableau 2- Données de hauteur des plans entre 2020 et 2022

Modalité	Détail	Hauteur 2020 (cm)	Hauteur 2021 (cm)	Hauteur 2022 (cm)	Accroissement 20/21 (%)	Accroissement 21/22 (%)
T0	Témoin	189	204	222	9%	9%
T2	Terreau formulé (Dumona)	188	204	221	9%	8%
T3	Terreau formulé (Microterra)	195	205	222	5%	8%
T4	Sorgho du Soudan	190	206	227	9%	10%
T5	Souci	188	204	222	9%	8%
T6	Mycorhizes	186	204	224	10%	10%
Significativité		ns	ns	ns	ns	ns

Anova Seuil = 5%

A la sortie de l'hiver 2021-2022, soit deux ans après la plantation, il n'y a pas de différence significative entre modalité concernant la hauteur des arbres. Entre 2020-2021 et 2021-2022, les taux d'accroissement sont stables. Il n'y a pas de différences significatives en 2021 ou en 2022 entre les taux d'accroissement des modalités. En tendance, l'application de mycorhizes semble améliorer légèrement la croissance en hauteur.

2) Circonférence des troncs

Tableau 3- Données sur la circonférence des troncs d'arbres entre 2020 et 2022

Modalité	Détail	Circonférence 2020 (cm)	Circonférence 2021 (cm)	Circonférence 2022 (cm)	Accroissement 20/21 (%)	Accroissement 21/22 (%)
T0	Témoin	6,5	7,2	8,8	11%	23%
T2	Terreau formulé (Dumona)	6,4	7,1	8,5	12%	20%
T3	Terreau formulé (Microterra)	6,5	7,4	8,9	14%	21%
T4	Sorgho du Soudan	6,5	7,1	8,8	9%	21%
T5	Souci	6,5	7,2	8,7	10%	21%
T6	Mycorhizes	6,3	7,1	8,6	13%	22%
Significativité		ns	ns	ns	ns	ns

Anova Seuil = 5%

A la sortie de l'hiver 2022, il n'y a pas de différence sur la circonférence des troncs des différentes modalités. Il n'y a pas non plus de différences entre les taux d'accroissements pour les différentes modalités entre 2020-2021 ou 2021-2022. Même en tendance, toutes les modalités ont des croissances similaires.

La pousse de l'année 2022 n'a pas permis de rattraper le retard de croissance accumulé depuis la plantation, l'essai arrivant en fin de financement et pour respecter le calendrier de travail du sol et de semis des couverts, la parcelle a été arrachée en novembre 2023, avant que les mesures de troncs, hauteur et pousses terminales puissent être réalisées.

3) Longueur de la pousse terminale à la fin de l'hiver 2021

Tableau 4- Données sur la longueur des pousses terminales en 2022

Modalité	Détail	Longueur de la pousse terminale (cm)	Ecart-type des longueurs de la pousse terminale
T0	Témoin	21,48	6,3
T2	Terreau formulé (Dumona)	20,19	7,3
T3	Terreau formulé (Microterra)	20,89	7,4
T4	Sorgho du Soudan	24,34	7,2
T5	Souci	23,96	7,5
T6	Mycorhizes	24,58	5,9
Significativité		ns	

Anova Seuil = 5%

A la sortie de l'hiver 2021-2022, soit deux ans après la plantation, il n'y a pas de différence entre les modalités pour la longueur de la pousse terminale. Les écarts-types des longueurs sont similaires entre les différentes modalités. Donc l'absence de différence significative n'est pas liée à la variabilité au sein des modalités.

4) Analyse de la récolte 2023

Les données de la récolte 2023 sont présentés dans les Figure 2 à Figure 5. Aucune des variables analysées n'est statistiquement significatives (voir Tableau 1Tableau 5).

Tableau 5 - Résultats des analyses statistiques (ANOVA) réalisées sur Expé-R. Une p-value < 0,05 signifie que les variables sont statistiquement significatives

Variable	Figure	p-value
Poids moyen d'un fruit	Figure 2	0,17
Poids de fruits par modalité	Figure 3	Ne suit pas une loi de distribution normale
Calibre	Figure 4	
-65		0,26
65-70		Ne suit pas une loi de distribution normale
70-75		0,09
75-80		0,76
80-85		Ne suit pas une loi de distribution normale
+85		Ne suit pas une loi de distribution normale
Coloration	Figure 5	
<40 % surface colorée		0,18
40-55% de surface colorée		0,34
55-70% de surface colorée		0,50
>70% de surface colorée		0,48

Dans les différentes modalités, le poids moyen des fruits (Figure 2) n'est pas statistiquement différent, mais on observe que les modalités avec le souci avant plantation et les mycorhizes ont des fruits plus petits que les autres modalités, notamment de témoin.

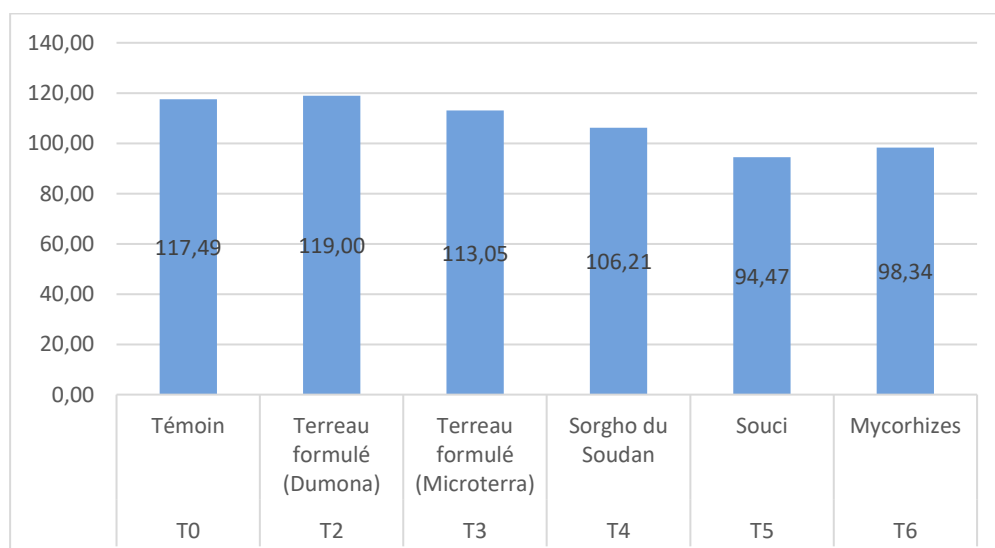


Figure 2- Poids moyen des fruits récoltés selon les modalités

Le poids cumulé pour les arbres des 4 répétitions et le rendement calculé (en t/ha) est présenté en Figure 3. Les rendements sont extrêmement faibles, avec 1,53 t/ha au maximum sur la modalité avec

du sorgho avant plantation. La modalité témoin n'est pas la modalité avec le rendement el plus faible. Ces rendements ne sont pas acceptables, même pour une première année de récolte.

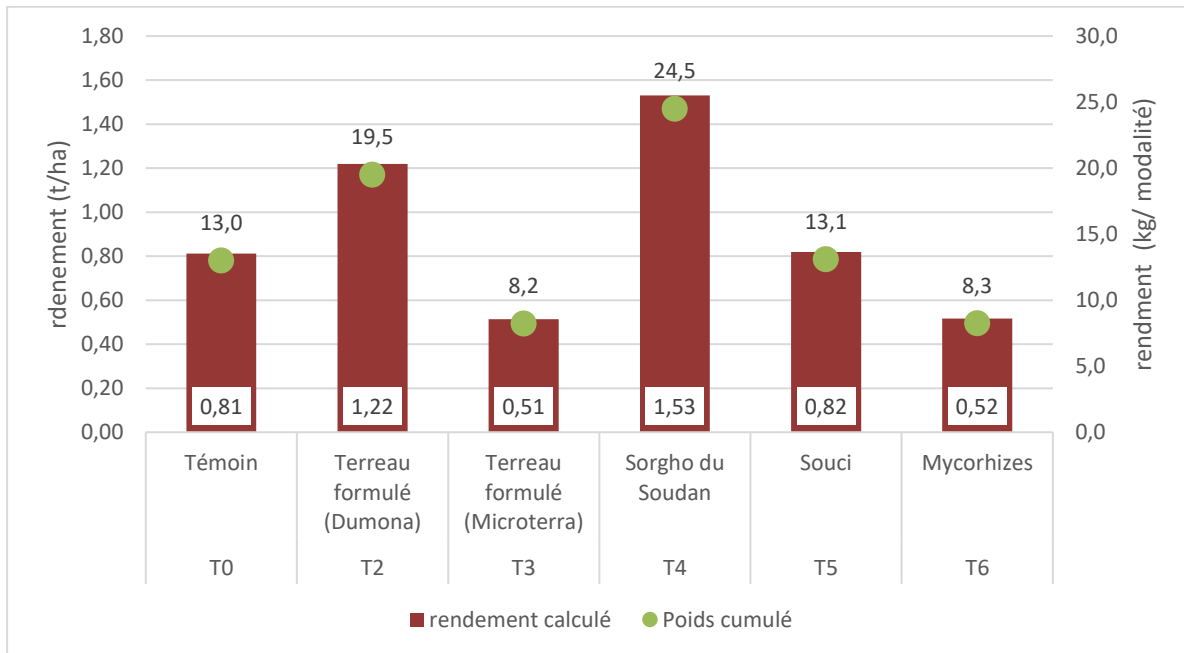


Figure 3- Rendement calculé (t/ha) et poids par modalité (en kg/modalité, 4 répétitions de 10 arbres)

La Figure 4 présente les répartitions de calibres entre les différentes modalités. Les meilleurs profils de répartitions des calibres sont ceux pour la modalité témoin (T0) et avec le terreau Dumona (T2), avec moins de 40% de fruits dans la classe « -65 mm». Néanmoins les calibres restent insatisfaisants car les calibres les plus recherchés sont les calibres 75-85 mm qui représentent au maximum 10% de la récolte (pour la modalité terreau Microterra T3).

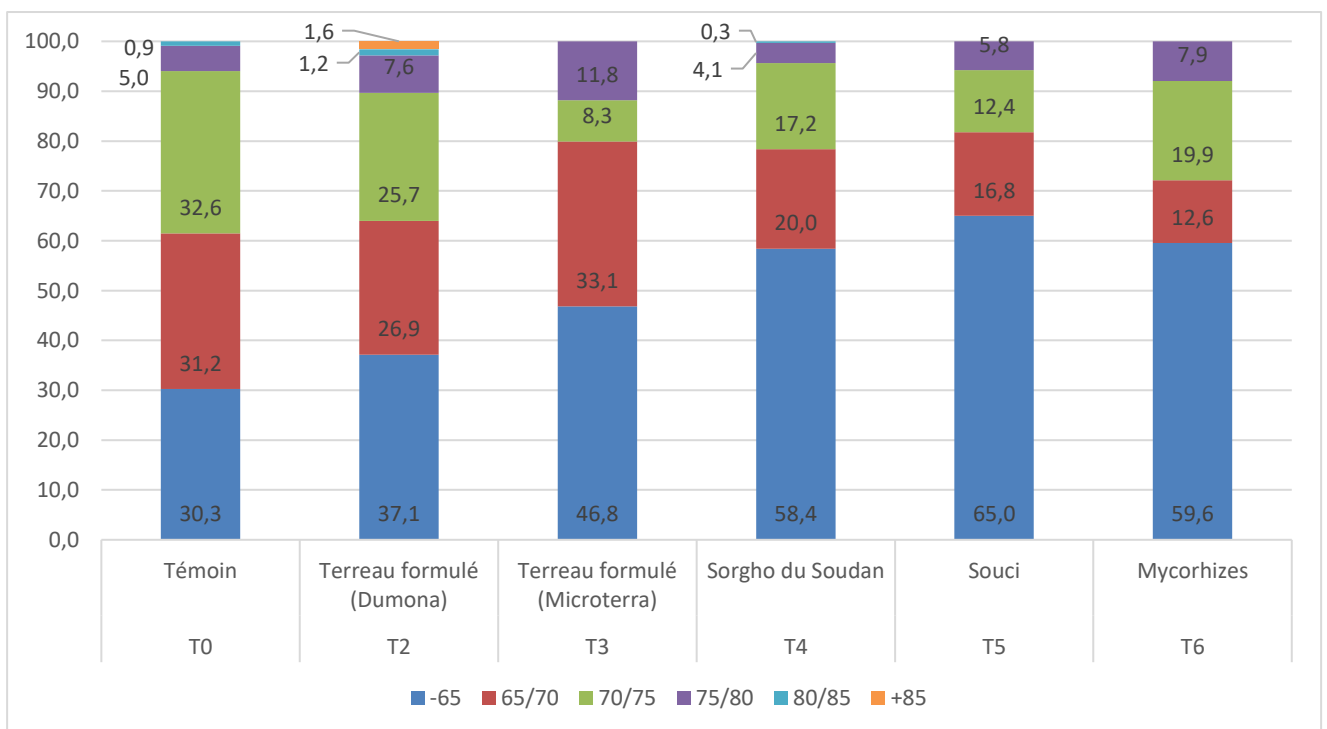


Figure 4- Répartition des classes de calibres selon les modalités

La Figure 5 présente la répartition des classes de surface colorée selon les modalités. Il n'y a pas de différences statistiques entre les modalités. Toutes les modalités ont un très bon profil de coloration avec en majorité plus de 70% de la surface colorée.

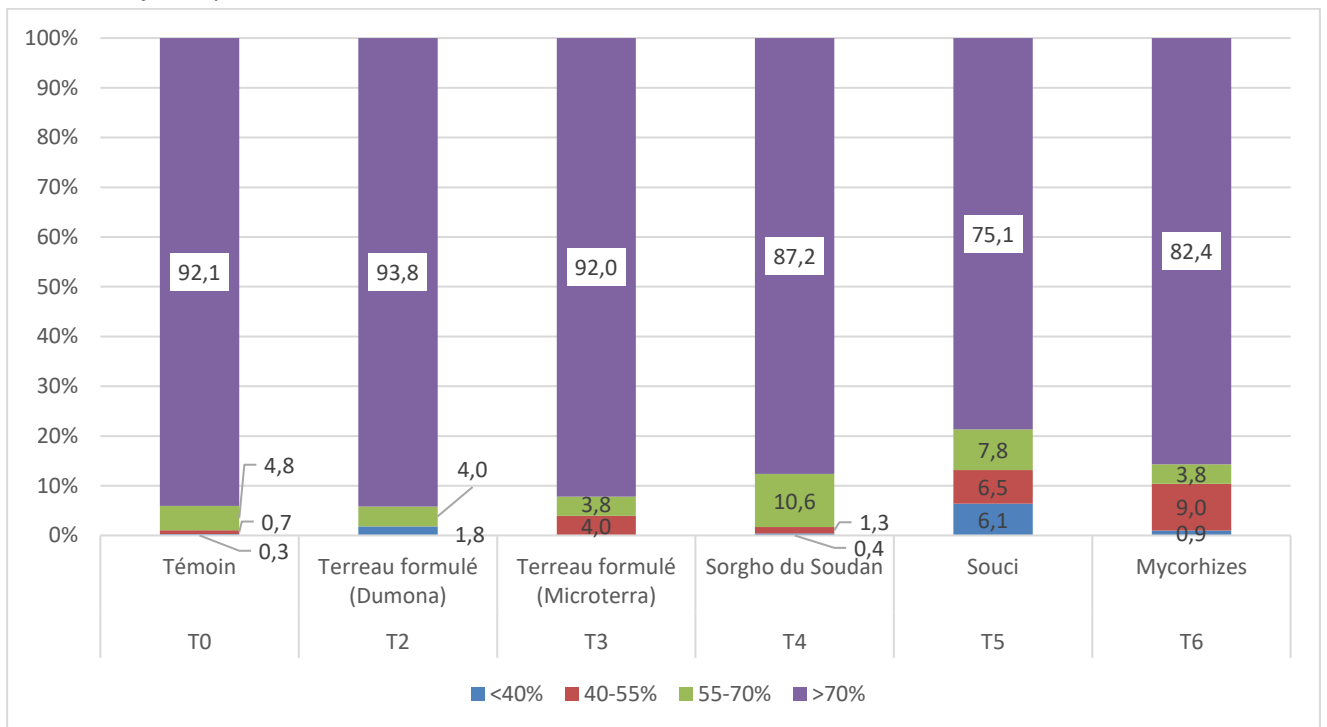


Figure 5- Répartition des fruits dans les classes de surface colorée

Conclusion

Pour rappel, la modalité avec application d'Ozone n'a pas été réalisée pour cause d'indisponibilité de la machine deux années de suite (2020 et 2021). La parcelle montrant un manque de vigueur excessif et pour respecter le planning d'arrachage et de semis du couvert suivant, la parcelle a été arrachée en novembre 2023.

Les résultats de la première année de récolte corrobore les résultats de croissance des années précédentes. Le manque de vigueur des arbres ne permet pas d'avoir une quantité et qualité de fruits suffisants pour constituer une récolte économiquement viable (même pour une première année). Malgré des rendement très faibles, les fruits ne présentent pas de calibres intéressants, avec une très large majorité de très petits calibres. La coloration ne semble pas poser problème pour els différentes modalités mais sans pour autant apporter un intérêt commercial.

Les résultats de ces 4 ans d'essai montrent que ni la croissance ni la production des différentes modalités n'apportent une satisfaction dans une situation de replantation. La décision de ne laisser qu'un an entre l'arrachage et la replantation avec la possibilité pour un seul engrais vert ou bien l'apport de compost dans le trou de plantation n'est pas viable pour une exploitation agricole.