

---

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

**Date** : Avril 2021

**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°** : 19002990

**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 :

##### Verges :

La variété Galaval<sup>cov</sup>, 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.

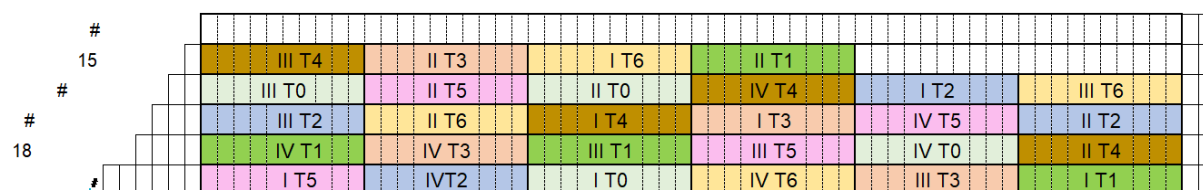


Figure 1- plan du dispositif de l'essai. T0 : modalité témoin, T1 : modalité avec ozone, T2 : modalité avec terreau Dumona, T3 ; modalité avec terreau Microterra, T4 : modalité en engrais vert sorgho, T5 : modalité avec engrais vert avec soucis, T6 : modalité avec mycorhizes.

##### Contrôles :

###### **2021-2022**

Pour la dernière année du projet (2021-2022), 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.

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.

### 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) Nombre de jeunes plants morts

Tableau 5- Données sur la mortalité des plants depuis le début du projet

Modalité	Détail	Nb d'individus restants (/40)
T0	Témoin	39
T2	Terreau formulé (Dumona)	37
T3	Terreau formulé (Microterra)	39
T4	Sorgho du Soudan	39
T5	Souci	39
T6	Mycorhizes	40
Significativité		ns

A l'hiver 2022, toutes les modalités, à l'exception de T6, ont subi de légères pertes. Pour ces arbres-là, la longueur de la pousse terminale, la circonférence du tronc ainsi que la hauteur n'ont pas été mesurées.

## 5) Mise en place et coûts

La modalité T1 avec application d’ozone liquide n’a pas pu être mise en place à cause des restrictions sanitaires liées à la covid-19. La machine permettant de produire l’eau ozonée était prêtée par une entreprise espagnole. La crise sanitaire n’a pas permis le transfert de la machine. Aucun coût n’a été engendré pour cette modalité, mais sa mise en place peut être rendue difficile selon le choix de fournisseur.

Pour les modalités avec remplacement de substrat (T2 et T3) il est juste nécessaire d’acquérir le terreau. La mise en place se fait facilement lors de la plantation soit dans le trou de plantation soit après plantation.

Pour les modalités avec engrais verts (T4 et T5), des coûts supplémentaires sont à prendre en compte pour la mise en place et la destruction des couverts.

Pour la modalité mycorhizes (T6) le seul coût à prévoir est l’achat des mycorhizes. La mise en place est simple, il faut juste réaliser la bouille et tremper les racines dedans avant la plantation (pralinage).

Tableau 6- Coûts et difficultés de mise en œuvre pour les modalités évaluées dans le projet.

Modalité	Détail	Intrants /Coûts avant plantation	Intrants /Coûts après plantation	Mise en œuvre
T0	Témoin			
T1	Eau ozonée	Location et acheminement de la machine		Non évaluée
T2	Terreau formulé (Dumona)		Achat 25 000 L de terreau Temps de travail légèrement supérieur à la plantation	Simple
T3	Terreau formulé (Microterra)	Achat de 75 000L de terreau Temps de travail légèrement supérieur à la plantation		Simple
T4	Sorgho du Soudan	Achat semences Travail du sol pour semis Semis Fauchage Enfouissement et/ou travail du sol		Simple si le matériel grande culture est déjà disponible
T5	Souci	Achat semences Travail du sol pour semis Semis Fauchage Enfouissement et/ou travail du sol		Simple si le matériel grande culture est déjà disponible
T6	Mycorhizes	Achat des mycorhizes Réalisation de la bouille Temps de travail légèrement supérieur à la plantation		Simple

## 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)

A la sortie d'hiver 2022, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les modalités pour la hauteur des arbres, la circonférence des troncs ou la longueur des pousses terminales. La longueur des pousses terminales présente une variabilité importante d'un arbre à l'autre au sein d'une même modalité.

Le nombre de jeunes arbres morts à la fin de la deuxième année est très faible et non statistiquement différent pour les différentes modalités.

Le comportement végétatif des arbres dans les différentes modalités ne semble pas être différent. Les années suivantes et le début d'entrée en production pourra permettre de différencier les modalités.

A l'exception de la modalité avec Ozone, les modalités sont simples à mettre en place. Les modalités avec les engrais verts nécessitent d'avoir du matériel adapté aux grandes cultures pour le semis et la destruction, des couts supplémentaires liés à ces opérations sont à prendre en compte lors du choix de la méthode.