

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

AMELIORATION DE LA QUALITE DES PLANTES PAR BIOTISATION DES SUBSTRATS

M. TRAGIN⁽¹⁾, O. STAPEL⁽¹⁾

(1) ASTREDHOR, 44 rue d'Alésia 75682 Paris, France

Contact mail : maud.tragin@astredhor.fr, oscar.stapel@astredhor.fr

RESUME

L'utilisation de produits à base de micro-organismes en production hors-sol est souvent critiquée, car l'effet désiré n'est pas toujours observé. Mais il est souvent oublié que ces produits n'agissent pas comme des engrais chimiques ou des fongicides et que l'activité des microorganismes est sous l'influence des composantes environnementales que nous ne maîtrisons pas toujours. Les travaux conduits au sein du réseau ASTREDHOR, notamment dans le cadre du projet AQUABIOS, ont pour objectif de caractériser les effets de ces produits microbiens et d'identifier les facteurs environnementaux limitants afin d'optimiser leur efficacité. Au final, ces résultats devraient permettre aux producteurs de mieux s'approprier ces produits et de réduire l'utilisation d'intrants chimiques.

Mots-clés : diversité, biocontrôle, mycorhize, antagoniste, compost.

ABSTRACT

The use of products based on microorganisms in potted plant productions is often criticized because the beneficial effects on the production level are not always observed. However, we often ignore that these products do not act in the same way as chemical fertilizers or classical fungicides do. The activity of microorganisms is influenced by environmental factors that may be challenging to control. The objectives of work engaged by the technical institute for horticulture ASTREDHOR are characterizing the beneficial effects of microbial products for potted plant production and identifying and control the environmental factors that may influence product efficacy. Results from this work may facilitate growers in successfully using microbial products and reduce chemical input in horticultural plant product.

Keywords: diversity, biocontrol, mycorrhizae, antagonist, compost.

INTRODUCTION

Dans le cadre du Plan Ecophyto 2018 et dans un contexte de développement durable, les entreprises horticoles cherchent à diminuer leur consommation d'intrants chimiques (produits phytopharmaceutiques et engrais chimiques) tout en essayant de rester compétitives. En 2012, une enquête réalisée par l'AREXHOR Pays de la Loire auprès des producteurs de la Région des Pays de la Loire (pépiniéristes et horticulteurs) a révélé que près de 90 % d'entre eux s'intéressent aux travaux du réseau ASTREDHOR réalisés sur les microorganismes et environ 95% souhaitent que des méthodes alternatives soient développées pour le contrôle des *Phytophthora* sp.. Suite aux résultats de cette enquête, nous avons orientés nos travaux vers des plantes de pépinières sensibles aux *Phytophthora* sp., à savoir la lavande (*Lavandula angustifolia* Miller) et le cyprès de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana* Murray). En parallèle nous nous sommes intéressés aux problèmes de fusariose en culture de plantes en pot (*Cyclamen persicum* Miller). Ces travaux font l'objet d'un projet collaboratif de 3 ans (2013-2015) subventionné par la région des Pays de la Loire : le projet AQUABIOS (Amélioration de la Qualité des plantes par Biotisation des Substrats)

Pour chaque essai, nous partons de l'hypothèse qu'il faut améliorer la biodiversité microbienne dans les substrats pour limiter le développement des pathogènes du sol. Ainsi, nous évaluons des produits à base de microorganismes (homologués ou en cours d'homologation en tant que matières fertilisantes ou produits phytopharmaceutiques) et des composts.

Aujourd'hui, il est connu qu'un certain nombre de microorganismes du sol stimule le développement des plantes (meilleur enracinement, stimulation de la croissance...) et qu'ils agissent sur les équilibres microbiens du sol. Les *Trichoderma*, par exemple, font partie des champignons bénéfiques les plus connus, pour leur capacité à stimuler le développement des plantes et leur capacité à contrôler les populations microbiennes pathogènes tels que *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp. Les *Trichoderma* agiraient sur ces pathogènes de plusieurs façons : par compétition trophique et spatiale, par la production d'enzymes (antibiose), et par des mécanismes d'hyperparasitisme (GAJERA *et al.*, 2013). En France, seulement deux *Trichoderma* sont homologués : *T. harzianum* T22 et *T. atroviride* I-1237. Ces deux champignons ont été testés dans nos essais. D'autres microorganismes comme les champignons mycorhiziens ont une relation plus étroite avec les plantes, sous la forme d'une symbiose. Cette association mutualiste confère à la plante plusieurs avantages : amélioration de sa nutrition minérale, stimulation de sa croissance, meilleure résistance aux stress biotiques et abiotiques. Dans la nature, on considère qu'environ 80 % des espèces végétales connues sont colonisées par des endomycorhizes, ce qui représente au moins 400 000 espèces (GARBAYE, 2013). Dans les systèmes de culture hors-sol ces champignons mycorhiziens sont inexistantes ou peu nombreux, il nous a donc semblé important de les étudier et de les inoculer dans des substrats horticaux. Actuellement, plusieurs produits à base de *Glomus* sp. sont disponibles sur le marché en tant que matières fertilisantes.

En plus de ces champignons, des bactéries bénéfiques peuvent être présentes au niveau de la rhizosphère. Les plus connues sont les bactéries PGPR (plant Growth Promoting Rhizobacteria) telles que les bactéries du genre *Bacillus*. Ces microorganismes sont très étudiés car leurs propriétés sont très diversifiées : amélioration de la nutrition des plantes (phosphore, soufre, fer et cuivre), stimulation la croissance par la production d'hormones, stimulation des populations microbiennes bénéfiques, contrôle des populations pathogènes fongiques et bactériennes par la synthèse d'enzymes (MC MILLAN, 2008). En France, seul *Bacillus subtilis* QST713 est homologué en tant que stimulateur des défenses naturelles des plantes. En 2014, un autre *Bacillus*, *Bacillus pumilus* QST2808 a été homologué contre la sclérotiniose des crucifères. On trouve également une autre espèce de *Bacillus* sur le marché mais celle-ci est homologuée dans la catégorie matière fertilisante, il s'agit de

Bacillus amyloliquefaciens IT45. Dans le cadre de nos travaux certaines de ces bactéries ont été utilisées.

L'autre façon d'apporter de la biodiversité dans un substrat est d'y incorporer du compost. D'après les travaux de Fuchs et Larbi en 2004, le compost pourra avoir un caractère suppressif vis-à-vis des pathogènes du sol et pourra améliorer la qualité sanitaire des cultures en fonction de son origine (animale ou végétal) et de son mode de fabrication (maturation longue ou courte). D'après leurs études, la présence de compost dans un substrat permet aux microorganismes bénéfiques de bénéficier de matière organique pour leur développement (composés phosphatés, azotés et acides aminés). La dose de compost est importante à prendre en considération ; selon Bruns, une proportion de 30% de compost permet d'avoir de bons résultats contre le *Pythium ultimum* en culture de concombre. De nombreux microorganismes ont été testés dans nos essais, alors qu'un seul compost a été évalué. Ceci s'explique par le fait que nous voulions avoir un compost de qualité répondant à une charte connue.

L'objectif premier de nos essais est d'aider les producteurs à réduire leur consommation d'intrants chimiques. L'approche que nous avons est basée sur la biodiversité dans les systèmes de culture par l'apport de microorganismes ou la stimulation de la vie microbienne dans les substrats par l'apport de compost. La finalité de notre travail est de montrer aux producteurs qu'il est possible d'améliorer la qualité des plantes à l'aide de ces produits alternatifs, et de les accompagner vers des méthodes de production plus respectueuses de l'environnement et plus saines pour les Hommes (moins nocives pour les applicateurs et les consommateurs finaux). Le travail présenté ici ne concerne que l'essai « amélioration de la qualité de jeunes plants de *Chamaecyparis lawsoniana* ».

MATERIEL ET METHODES

Première étape :

L'étude a débuté en 2013, avec une culture de *Chamaecyparis lawsoniana* 'elwoodii' en conteneur de 2 L. Afin d'avoir une infestation homogène des plantes par la maladie, nous avons effectué une inoculation à l'aide de grains d'orge contaminés avec deux souches de *Phytophthora cinnamomi*. Toutes les modalités ont été inoculées sauf la modalité M1 (témoin non inoculé). L'essai a été conduit en bloc de Fisher avec 4 répétitions. Les modalités étaient les suivantes :

Tableau I: caractéristiques des modalités testées

Modalités/produit	Mode d'application et dose	Fertilisation : Osmocote standard (15-9-12)
M1 : témoin non inoculé	-	5kg/m ³
M2 : témoin inoculé	-	5kg/m ³
M3 : témoin inoculé ½ ferti	-	2,5kg/m ³
M4 : Aliette express J	Tous les mois par arrosage à 0,1 g/l	5kg/m ³
M5 : Ozor Pro (<i>Glomus</i>)	Incorporé à 0,1 g/l de substrat	2,5kg/m ³
M6 : Solrize Pro (<i>Glomus</i>)	Incorporé à 6 g/l de substrat	2,5kg/m ³
M7 : Solrize Pro (<i>Glomus</i>) + Triunum-G (<i>Trichoderma</i>)	Incorporés respectivement à 6 g/l de substrat et 0,75 g/l de substrat	2,5kg/m ³
M8 : Symbivit (<i>Glomus</i>)	Incorporé à 12 g/l de substrat	2,5kg/m ³
M9 : Prestop (<i>Gliocladium</i>)	Incorporé à 0,2 g/l de substrat et renouvelé tous les mois par arrosage à 0,25 g/plant	2,5kg/m ³
M10 : Esquive WP (<i>Trichoderma</i>)	Incorporé à 1 g/l de substrat	2,5kg/m ³
M11 : Mycotech (<i>Glomus</i>)	Livré incorporé au substrat	2,5kg/m ³

M12 : compost Terraktiv	Incorporé à 10 %	5kg/m3
M13 : compost TerrAktiv	Incorporé à 20%	5kg/m3
M14 : compost TerrAktiv	Incorporé à 30 %	5kg/m3

Les plantes ont été conduites sur une plate-forme extérieure et irriguées avec un système de goutte à goutte. La conduite hydrique des modalités « compost » a été différente des autres modalités afin de ne pas favoriser encore plus le développement du *Phytophthora* sp. (autorégulants de 4 l/h contre des autorégulants de 8 l/h pour les autres modalités).

Au cours de l'essai, nous avons évalué l'état sanitaire des *Chamaecyparis* sp. et mesuré leur hauteur à 5 reprises. Les résultats sont présentés ci-après (figure 1 et 2).

Deuxième étape :

En 2014, deux essais ont été conduits en parallèle, sans inoculation artificielle de la maladie. Le premier essai a eu pour but de produire des jeunes plants de *Chamaecyparis lawsoniana* Ellwoodii, issus de boutures non hormonées, dans un substrat inoculé ou non avec des microorganismes bénéfiques, en vue de renouveler l'essai de 2013 mais cette fois-ci avec des plants biotisés. Les différentes modalités sont présentées dans le tableau II.

Tableau II: caractéristiques des modalités testées en production de *C. lawsoniana* Ellwoodii

Modalités/produit	Mode d'application et dose
M1 : témoin non traité	-
M2 : Ozor Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par arrosage, 10 g pour 4 plaques de jeunes plants
M3 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par incorporation à 6g/l de substrat
M4 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.) + Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporés respectivement à 6 g/l de substrat et 0,75 g/l de substrat. Trianum a été renouvelé 2x
M5 : Symbivit (mélange de <i>Glomus</i>)	Par incorporation à la dose de 20 g/l de substrat
M6 : Mycotech (<i>Glomus</i> sp.)	Substrat déjà inoculé
M7 : Esquive WP (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 3 g/l de substrat
M8 : Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 0,75 g/l de substrat et renouvelé 2x
M9 : Produit X (en développement) (<i>Glomus</i> sp.+ bactéries)	Par arrosage, 50 ml de produit pour 4 plaques de jeunes plants

Le deuxième essai consistait à étudier les effets de l'apport de microorganismes bénéfiques et/ou de compost dans un itinéraire de production de plants de *Chamaecyparis lawsoniana* Alumii. Les modalités testées sont présentées dans les tableaux III et IV.

Tableau III: caractéristiques des modalités (sans compost) testées en production de *C. lawsoniana* Alumii

	Modalités/produit	Mode d'application et dose
Sans compost	M1 : témoin non traité	-
	M2 : Ozor Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par arrosage, 10 g pour 4 plaques de jeunes plants
	M3 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par incorporation à 6g/l de substrat
	M4 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.) + Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporés respectivement à 6 g/l de substrat et 0,75 g/l de substrat. Trianum a été renouvelé 2x
	M5 : Symbivit (mélange de <i>Glomus</i>)	Par incorporation à la dose de 20 g/l de substrat
	M6 : Mycotech (<i>Glomus</i> sp.)	Substrat déjà inoculé (dose ?)
	M7 : Esquive WP (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 3 g/l de substrat
	M8 : Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 0,75 g/l de substrat et renouvelé 2x

	M9 : Produit X (en développement) (<i>Glomus</i> sp. + bactéries)	Par arrosage, 50 ml de produit pour 4 plaques de jeunes plants
--	--	--

Tableau IV: caractéristiques des modalités (avec compost) testées en production de *C. lawsoniana* Alumii

	Modalités/produit	Mode d'application et dose
Avec incorporation de 15 % de compost	M1 : témoin non traité	-
	M2 : Ozor Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par arrosage, 10 g pour 4 plaques de jeunes plants
	M3 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.)	Par incorporation à 6g/l de substrat
	M4 : Solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.) + Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporés respectivement à 6 g/l de substrat et 0,75 g/l de substrat. Trianum a été renouvelé 2x
	M5 : Symbivit (mélange de <i>Glomus</i>)	Par incorporation à la dose de 20 g/l de substrat
	M6 : Mycotech (<i>Glomus</i> sp.)	Substrat déjà inoculé (dose ?)
	M7 : Esquive WP (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 3 g/l de substrat
	M8 : Trianum-G (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé à la dose de 0,75 g/l de substrat et renouvelé 2x
	M9 : solrize Pro (<i>Glomus</i> sp.)+Esquive (<i>Trichoderma</i> sp.)	Incorporé respectivement à 6 g/l de substrat et 3g/l de substrat

Les jeunes plants ont été conduits pendant un an en plaques alvéolées, sous tunnel, chez un producteur de jeunes plants. Nous nous sommes attachés à évaluer le taux de reprise des boutures. Au cours de l'essai, plusieurs analyses ont été effectuées afin de vérifier la présence des microorganismes apportés.

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats obtenus en 2013 :

- Etat sanitaire

Les résultats suivants présentent le pourcentage de plantes saines et de plantes atteintes par la maladie pour chaque modalité de traitement, en fin d'essai.

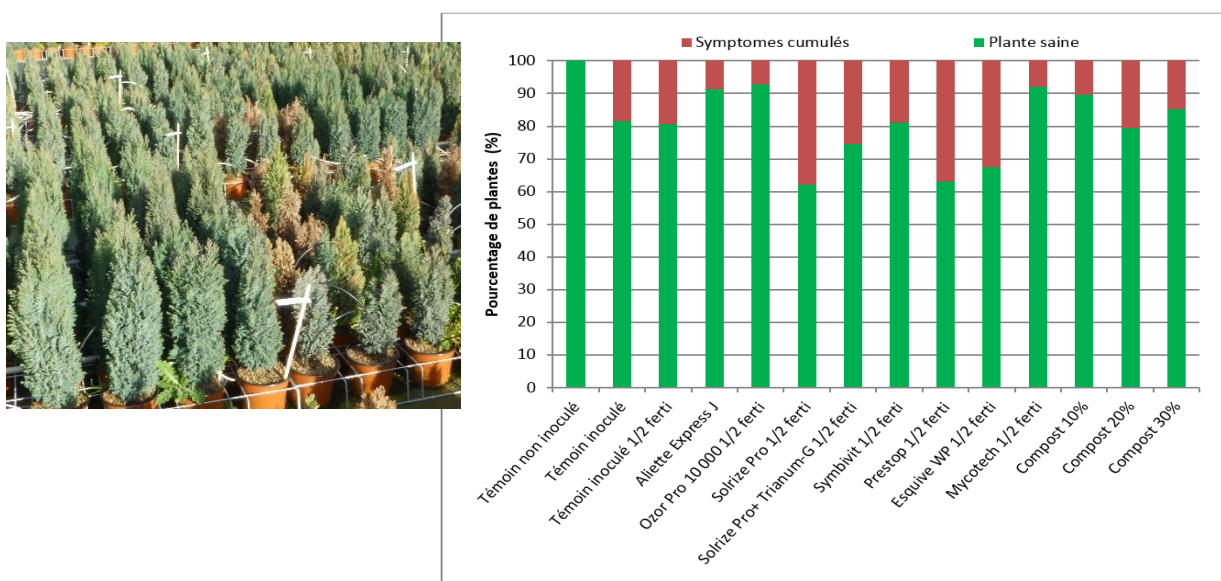


Figure 1: A droite (graphique):pourcentage de plantes atteintes (rouge) et saines (vert) en fin d'essai

A gauche (photo : source M.TRAGIN-AREXHOR PL) : illustration du développement de la maladie (fin d'essai)

D'après la figure 1, 4 modalités semblent réduire l'impact du *Phytophthora cinnamomi* : Aliette Express J (M4), Ozor Pro (M5), Mycotech (11) et le compost TerrAktiv à la dose de 10% (M12). Du fait d'une forte variabilité des données, ces résultats sont à prendre avec précaution.

- Développement des plantes

Au vu des caractéristiques des différents produits microbiens testés, nous nous sommes intéressés à leurs effets sur le développement des plantes.

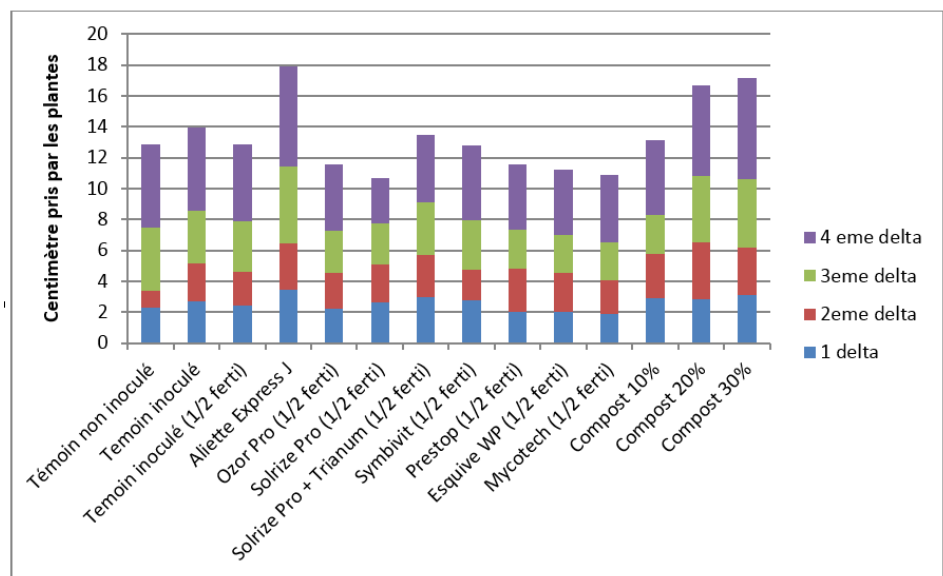


Figure 2: centimètres pris par les plantes de chaque modalité entre chaque date de notation (delta 1: centimètre pris entre le 12/6/13 et le 17/7/13, delta 2: entre le 17/7/13 et le 06/8/13, delta 3: entre le 06/8/13 et le 23/10/13, delta 4: entre le 23/10/13 et le 29/01/14)

La figure 2 montre que 3 modalités ont favorisé le développement des plantes. Il s'agit de la modalité Aliette Express J et des modalités compost aux doses de 20 et 30 %. Les analyses statistiques réalisées confirment ces résultats ($p=0,01$ avec $\alpha=0,05$).

Dans les conditions de cet essai, les microorganismes inoculés n'ont pas eu d'effet sur le développement des plantes. En revanche, le compost TerrAktiv®, incorporé à une dose de 20 ou 30 %, permet d'optimiser la croissance des *Chamaecyparis*.

Résultats obtenus en 2014 avec les *C. lawsoniana* Elwoodii :

- Critère d'évaluation : taux de reprise

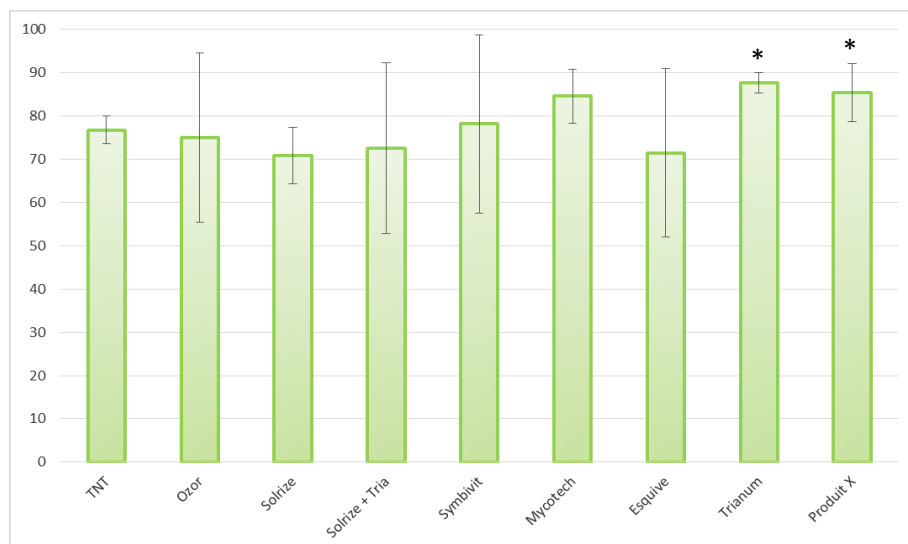


Figure 3: taux de reprise (%) en fonction de chaque modalité de traitement (* différence significative avec le témoin TNT)

La figure 3 montre qu'il y a beaucoup de variabilité (variabilité interbloc), notamment pour les modalités Ozor, Solrize+Trianum, Symbivit et Esquive. Afin de savoir si chaque modalité de traitement a eu un effet sur le taux de reprise des plantes, une comparaison avec le témoin a été effectuée (test de 2 proportions). Seules les modalités Trianum ($p\text{-value} = 30,78.10^{-4}$, avec $\alpha=0,05$) et produit X ($p\text{-value} = 0,02$ avec $\alpha = 0,05$) ont permis d'améliorer le taux de reprise.

- Critère d'évaluation : présence des microorganismes

Pour les plantes inoculées avec *T. harzianum* T22, la présence du microorganisme a été mise en évidence, alors qu'il n'a jamais été retrouvé sur les plants témoins, signe d'une bonne inoculation. Concernant les champignons mycorhiziens, la colonisation des racines a été observée (figure 4). Cependant, le taux de colonisation est variable d'un plant à l'autre (problème de dose ? de mode d'application ?).



Figure 4: observation d'un fragment de racine mycorhisée au microscope x200 (modalité Mycotech)
V = vésicule, M= mycelium (source: M.TRAGIN-AREXHOR PL)

Résultats obtenus en 2014 avec les *C. lawsoniana* Alumii :

- Critère d'évaluation : taux de reprise

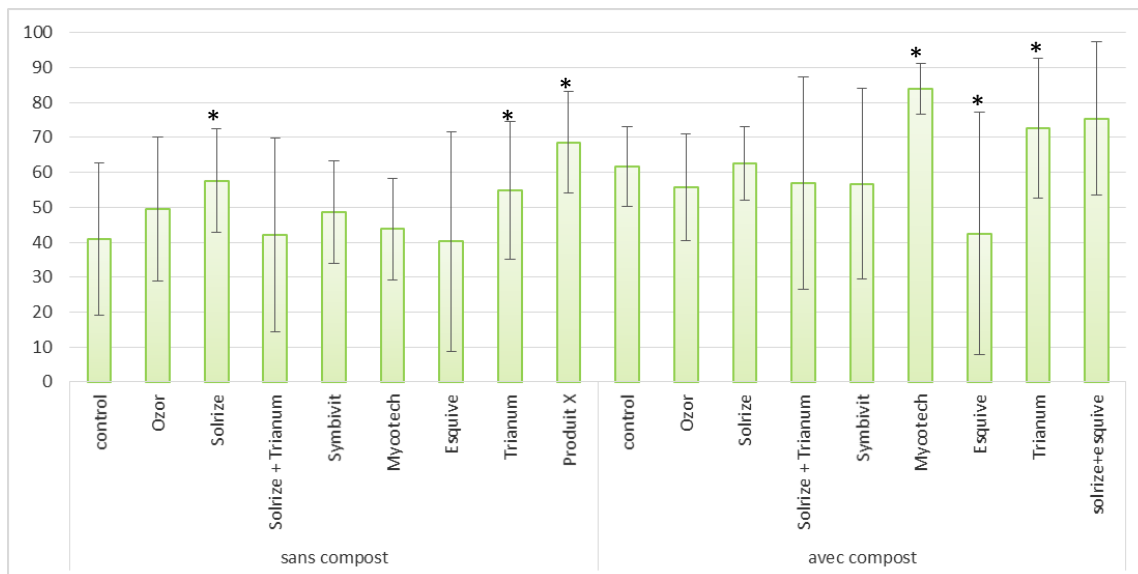


Figure 5: taux de reprise (%) des boutures en fonction de chaque modalité de traitement (*différence significative avec le témoin « control »)

La figure 4 montre que certaines modalités semblent avoir amélioré le taux de reprise des boutures de Cyprès, même si l'on constate une forte hétérogénéité au sein des répétitions. L'analyse statistique a confirmé ce résultat (test de 2 proportions). En effet, dans le cas des modalités sans compost, les modalités M3 = Solrize (p-value = $38,56 \cdot 10^{-5}$ avec $\alpha = 0,05$), M9 = Produit X (p-value = 0,00 avec $\alpha = 0,05$), et M8 = Trianium (p-value = $26,53 \cdot 10^{-4}$ avec $\alpha = 0,05$) ont permis d'obtenir un nombre de plants racinés supérieur à celui de la modalité témoin.

Concernant les modalités avec compost, le même constat a pu être fait. D'après l'analyse statistique effectuée (test de 2 proportions), trois modalités ont amélioré le taux de reprise des plantes : M6 = Mycotech (p-value = 0,00 avec $\alpha = 0,05$), M8 = Trianium (p-value = $93,27 \cdot 10^{-4}$ avec $\alpha = 0,05$) et M9 = Solrize+Esquive (p-value = $13,10 \cdot 10^{-4}$ avec $\alpha = 0,05$). En revanche, l'Esquive (M7) a eu un effet négatif (p-value = $47,74 \cdot 10^{-6}$ avec $\alpha = 0,05$).

Par ailleurs, le compost semble améliorer le taux de reprise des *C. lawsoniana* Alumii. La comparaison statistique des deux modalités « témoin » a confirmé cette observation (p-value = $28,63 \cdot 10^{-6}$ avec $\alpha = 0,05$).

- Critère d'évaluation : présence des microorganismes

Au cours de l'essai, des plantes inoculées avec *T. harzianum* T22 ont été analysées. La présence du microorganisme a été mise en évidence sur ces modalités et jamais sur les plants non traités, signe d'une bonne colonisation des racines due au traitement. Par ailleurs, il semble y avoir un effet de la saisonnalité sur le développement de ce champignon (mars : taux de présence supérieur à 10^4 voire 10^5 cfu/g ; en août : taux de présence compris entre 0 et 10^4 , en octobre : taux de présence compris entre 0 et 10^4).

Pour les analyses mycorhiziennes, le constat est identique à celles effectuées sur *C. lawsoniana* Elwoodii : certains plants sont colonisés d'autres non. Par ailleurs, nous avons remarqué que la variété Alumii se développe plus lentement que la variété Elwoodii (racines moins développées).

CONCLUSION

Le projet AQUABIOS (Amélioration de la QUALité des plantes par BIOTisation des Substrats) a pour but d'améliorer la qualité des productions horticoles par l'apport de différents produits à base de microorganismes et/ou de compost.

En 2013, un premier essai nous a permis de démontrer que les microorganismes, sous la forme d'inoculum, n'ont pas d'effet sur la qualité des plantes s'ils sont apportés tardivement dans le cycle cultural. En revanche, l'apport de compost semble intéressant puisqu'il a permis d'améliorer la qualité des plantes.

En 2014, les apports de microorganismes ont été faits dès le stade jeune plant (boutures non racinées, non hormonées) sur deux variétés de *Chamaecyparis lawsoniana*.

Pour la variété Elwoodii, seuls l'apport de *Trichoderma harzianum* T22 et le traitement au Produit X (mélange de microorganismes) ont amélioré le taux de reprise des plants. Néanmoins les analyses effectuées en laboratoire ont montré que les autres plants (traités avec des produits à base de *Glomus* sp.) étaient en cours de mycorhization (mycélium et vésicules constatés sur certains plants). Ces résultats montrent bien que sur certaines espèces végétales la mycorhization peut être très longue et que l'apport d'inoculum doit être anticipé pour espérer avoir des effets sur la culture. Ces plants ont été repotés cet hiver en pot (1L) et ré-inoculés avec les différents produits testés. Ils seront repotés à la fin du printemps et inoculés avec *Phytophthora cinnamomi* en début d'été.

En ce qui concerne l'essai avec la variété Alumii, les produits ont été testés avec ou sans compost. L'idée était de voir si le compost pouvait optimiser le développement des microorganismes. Dans le cadre de cet essai, lorsqu'il n'y a pas de compost incorporé, l'apport de Solrize, de Trianum ou de Produit X permet d'améliorer le taux de reprise des plantes. Dans le cas où il y a 15% de compost dans le substrat, on constate une augmentation du taux de reprise pour trois modalités : Trianum, Solrize+Trianum et Mycotech. Dans les deux cas, l'apport de *T. harzianum* T22 a été bénéfique (l'effet était aussi positif pour la variété Elwoodii). D'une façon générale, l'apport de compost améliore la qualité des plantes (meilleure résistance aux stress hydriques, activité microbienne...), mais il est difficile de savoir s'il a un effet stimulant sur le développement des microorganismes inoculés. En tous cas, l'association compost/microorganismes ne semble pas incompatible. Cet essai se poursuit actuellement, les plants ont été repotés et ré-inoculés cet hiver ils seront prochainement repotés en conteneur puis plantés en pleine terre en fin d'année. Un suivi post-production sera effectué afin d'évaluer l'impact de tels itinéraires (avec microorganisme et/ou compost) sur la reprise des plantes chez le client final.

Ces deux premières années nous ont permis d'avoir des résultats intéressants concernant l'utilité d'incorporer des microorganismes et/ou du compost dans un substrat de culture. Cette dernière année devrait nous permettre de confirmer la nécessité d'inoculer les cultures le plus tôt possible (meilleure résistance vis-à-vis du *Phytophthora cinnamomi*, meilleure reprise suite au repotage...). L'utilisation de ces produits alternatifs en production de jeunes plants de pépinière paraît être très prometteuse.

BIBLIOGRAPHIE

BRUNS C., AHLERS S., GATTINGER A., SCHULER C., VOGTMANN H., WOLF G., BERTOLDI M. de, SEQUI P., LEMMES B., and PAPI T. 1996. the suppressive effects of composted separately collected organic waste and yard waste compost on two important soilborne plant pathogenes. In: M. de BERTHOLDI, P. SEQUI, B. LEMMES, T. PAPI (eds.), *The science of composting: part 2*, pp 1094-1095. UK: Blakie Academic & Professional an imprint of Chapman & Hall.

FUCHS J. and LARBI M. 2004; Disease control with quality compost in pot and field trials. International Conference Soil and Compost Eco-biology, du 15 au 17 Septembre, Espagne

GAJERA H, DOMADIYA R., PATEL S., KAPOPARA M. and GOLAKIYA B., 2013. Molecular mechanism of Trichoderma as biocontrol agents against phytopathogen system – a review, *Current Research in Microbiology and Biotechnology*, Vol.1, No.4, 133-142.

GARBAYE J.? 2013. *La symbiose mycorhizienne. Une association entre plantes et champignons*. Edition Quae. 251p.

MC MILLAN S., 2007. Promoting growth with PGPR. The Canadian Organic Grower. Summer 2007, 32-34.