

UTILISATION DE TOURTEAU DE TOURNESOL POUR LA FABRICATION DE POTS DE REPIQUAGE BIODEGRADABLES

A. Rouilly⁽¹⁾, F. Silvestre⁽¹⁾, L. Rigal⁽¹⁾, H. Caruel⁽¹⁾
E. Paux⁽²⁾, J. Silvestre⁽²⁾, P. Morard⁽²⁾

⁽¹⁾INP-ENSCT, Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle, 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse cedex, France

Fax : (33) 05-62-88-57-30 ; e-mail : arouilly@ensct.fr

⁽²⁾INP-ENSAT, Laboratoire d'Ingénierie Agronomique, BP 107, 31326 Castanet Tolosan cedex, France

Fax : (33) 05-62-19-39-01 ; email : silvestre@ensat.fr

Résumé

Le développement actuel des matériaux biodégradables pouvant remplacer les plastiques traditionnels trouve une justification dans des applications concrètes. La fabrication de pots de repiquage en est une indéniable. Ce marché important est dominé par le polypropylène et le polyéthylène, et la possibilité de repiquer les plantes directement avec leur pot biodégradable intéresse les cultivateurs. Les objectifs de cette étude sont donc : la mise au point d'un procédé de fabrication de pots, et, l'étude comparative de la croissance de plants de tomate dans différents types de pots (tourteau, tourbe et polypropylène), avant et après repiquage. La matière première renouvelable choisie est le tourteau de tournesol. Co-produit de l'extraction de l'huile, riche en protéines et bon marché, ses propriétés thermoplastiques ont déjà été démontrées. La mise en forme se fait en deux étapes : le tourteau est homogénéisé et hydraté par extrusion puis moulé par injection. Les pots ainsi obtenus sont résistants et d'un aspect satisfaisant mais solubles à l'eau. Ils sont donc soumis à un traitement thermique qui les rend utilisables pour les essais en conditions réelles de culture. Les résultats de ces cultures comparatives ont montré que ce produit possédait toutes les qualités nécessaires pour cette utilisation : absence de phytotoxicité, stérilité du produit, imperméabilité à l'eau, reprise sans choc de transplantation et biodégradabilité en sol.

Abstract

The current development of biodegradable materials to replace traditional plastics finds a justification in concrete applications. The manufacture of planting out pots is one undeniable. The market is dominated by polypropylene and polyethylene and the possibility to plant out the plants directly with their pot is interesting. The objectives of this study are thus : the development of a manufacturing process of pots and the comparative analysis of the growth of tomato seedlings in various types of pots (oil cake, peat and polypropylene) before and after planting out. The renewable raw material selected is the sunflower oil cake. This by-product of the extraction of oil is rich in proteins and cheap, and its thermoplastic properties have already been shown. The manufacture is done in two stages : the oil cake is homogenized and hydrated by extrusion and then moulded by injection. The pots obtained in this way are resistant and their aspect is satisfactory but they are still soluble with water. So, they are subjected to a thermal processing which make them usable for the tests in real conditions of cultivation. The results of these comparative cultivations showed that this product had all necessary qualities for this use : absence of phytotoxicity, sterility of the product, impermeability with water, pricking out without shock of transplantation and biodegradability in ground.

Introduction

Un pot de repiquage est un conteneur de culture destiné à permettre le développement de la plante en pot jusqu'à un stade donné où elle pourra être plantée en pleine terre. Actuellement, les matériaux utilisés pour la fabrication de ces pots sont quasiment exclusivement des plastiques courants : polyéthylène, polypropylène, polystyrène. Il domine ce marché important grâce à leur résistance, leur facilité d'utilisation et leur prix. Mais les contraintes écologiques croissantes conduisent au développement de produits de substitution biodégradables. Ceux-ci sont parfaitement adaptés à cette application puisque les plantes peuvent être mises en terre avec leur pot¹.

Des pots en tourbe et en papier sont déjà commercialisés, mais leurs défauts : le renouvellement lent de la tourbe, leur manque de tenue, l'impossibilité de mécaniser la production et leur mauvais aspect limitent leur utilisation.

Le développement des plastiques synthétiques biodégradables : acides polylactiques, polycaprolactones laisse entrevoir des possibilités, mais leur dégradation est tout de même un peu trop lente pour autoriser un bon développement racinaire lors du repiquage avec le pot.

Dans cette optique de substitution, d'autres matériaux thermoplastiques composés de polymères végétaux sont étudiés. Ce sont essentiellement des mélanges amidon-fibres^{2,3}. Mais leur prix reste un facteur limitant.

L'objet de cette étude est donc l'utilisation d'une matière première renouvelable à base de protéines, dont les propriétés thermoplastiques sont étudiées depuis longtemps⁴, pour la fabrication de ces pots. Nos travaux concernent donc la mise en forme de pots de repiquage en tourteau de tournesol ainsi que l'analyse comparative de la croissance de plantes dans différents types de pots.

Matière première utilisée : le tourteau de tournesol

Le tourteau de tournesol est le résidu de l'extraction de l'huile. Il est destiné essentiellement à l'alimentation animale, pour sa teneur en protéine. Cela en fait une matière première à faible coût.

Sa composition est la suivante⁵ :

Protéine	35,7%	Cellulose	22,3%
Lignine	5,2%	Hémicelluloses	18,5%
Minéraux	7,6%	Lipide	1%
Composés phénoliques	5,2%	Autres	4,5%

Fabrication des pots

Extrusion :

La première étape du traitement de la matière pour la mise en forme est une cuisson-extrusion. Le tourteau de tournesol est hydraté et homogénéisé dans un extrudeur bi-vis CLEXTRAL BC 45. Son taux d'hydratation, déterminé par perte de masse à 110°C grâce à un Moisture Analyser Mettler, est ainsi amené à 23% par rapport à la masse totale de la matière, alors qu'il était initialement de 12%.

Injection-moulage⁶ :

Le tourteau de tournesol extrudé est directement mis en forme grâce à une presse à injecter BILLION H 280/90 TP. Les conditions opératoires caractéristiques de la mise en forme sont : une température du dernier tronçon de 120°C et une pression d'injection de 1000 kg/cm².

Les pots obtenus sont des conteneurs tronconiques avec une collerette, qui facilite la manutention. Après injection, ils sont ensuite ramenés à leur humidité d'équilibre grâce à un étuvage à 80°C.

Finalement, ils sont percés de trois trous d'un diamètre de 5,5mm. Ce système permet un bon drainage de l'eau d'irrigation et limite considérablement les risques d'excédent et donc d'asphyxie racinaire.

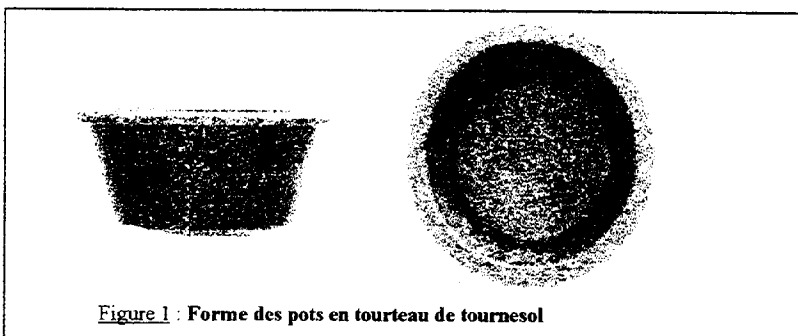


Figure 1 : Forme des pots en tourteau de tournesol

densité :	1,3
masse moyenne :	54,5g
hauteur :	31mm
diamètre supérieur :	72mm
diamètre inférieur :	52mm
épaisseur :	4mm
volume :	100ml

Traitement thermique :

Les pots ainsi obtenus sont très hydrophiles (figure 3) et éclatent lors des premiers tests de culture. Un traitement d'hydrofugation s'est donc avéré nécessaire.

Le traitement appliqué est un traitement thermique dérivé de la réticulation du bois⁷. Il en résulte la formation d'un réseau tridimensionnel dense par réticulations⁸ dont les conséquences premières sont une meilleure résistance à l'eau et aux micro-organismes.

Cette cuisson doit s'effectuer à une température comprise entre la température de transition vitreuse et la température de dégradation du matériau. En effet, il faut que le réseau polymérique soit libéré de ses contraintes internes pour permettre d'une part la libération d'une certaine quantité d'eau et d'autre part une agitation moléculaire suffisante pour permettre aux polymères de réagir entre eux. Cette température de transition vitreuse est déterminée par calorimétrie différentielle à balayage (Perkin-Elmer Pyris 1) sur les protéines de tournesol (figure 2) extraites en milieu basique⁵. Les analyses sont réalisées, dans des capsules à couvercle percé, sur des protéines conditionnées auparavant à 60% d'humidité.

Deux montées en température successives de 60°C à 220°C sont réalisées avec un gradient de température de 10°C/min.

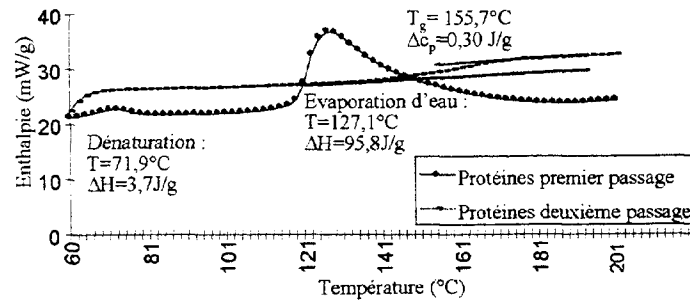


Figure 2 : Thermogrammes des protéines de tournesol

Après étude des paramètres temps et températures, les conditions de traitement retenues sont : un premier étuvage de 48h à 80°C pour éliminer l'eau « libre » puis une cuisson à 200°C pendant 2h30min, sous une atmosphère d'air. La température idéale est largement supérieure à la température de transition vitreuse des protéines. En effet elle doit aussi être plus élevée que celles des transitions vitreuses des hémicelluloses et des lignines soit environ 180°C⁷. La cinétique de réhydratation (figure 3) montre que les pots cuits absorbent beaucoup moins d'eau que les pots non-traités, mais surtout que le gain de poids se stabilise à partir de 10 minutes d'immersion. De plus, la texture des pots cuits n'est pas modifiée par l'immersion alors que les conteneurs bruts gonflent et se désagrègent.

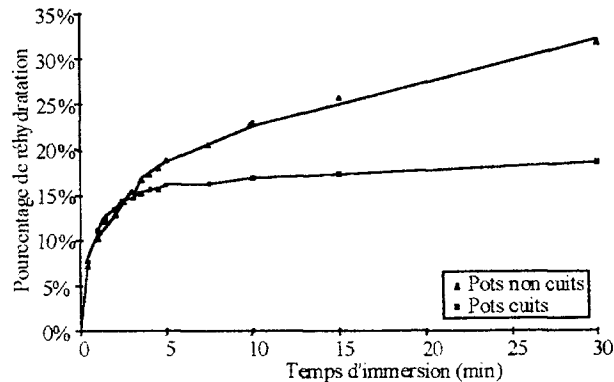


Figure 3 : Cinétiques réhydratation par immersion

Enfin, si la cuisson permet d'obtenir une tenue à l'eau suffisante des pots pour les essais de culture, elle constitue aussi un traitement fongicide efficace. Ainsi, les pots cuits ne sont pas contaminés lors des cultures, alors que le tourteau non traité, riche en sucres et en azote hydrosolubles, est un excellent substrat pour le développement des champignons.

Culture

Une culture comparative de plants de tomates dans des pots en tourteau de tournesol, en tourbe et en polypropylène a permis de vérifier certains points très importants pour l'utilisation de ces pots :

- les pots ne présentent aucune phytotoxicité ni aucun effet néfaste ;
- le système de drainage des eaux d'irrigation à trois trous permet de limiter l'asphyxie racinaire tout en évitant des pertes d'eau trop importantes ;

- ils disposent d'une bonne tenue en culture sous serre, résistants à l'action conjuguée de l'humidité et de la pression appliquée par les racines sur sa face interne ; ils restent ainsi parfaitement manipulables pour le repiquage ;
- après repiquage, les racines peuvent traverser la paroi du pot pour coloniser le substrat et permettre une croissance normale de la plante.

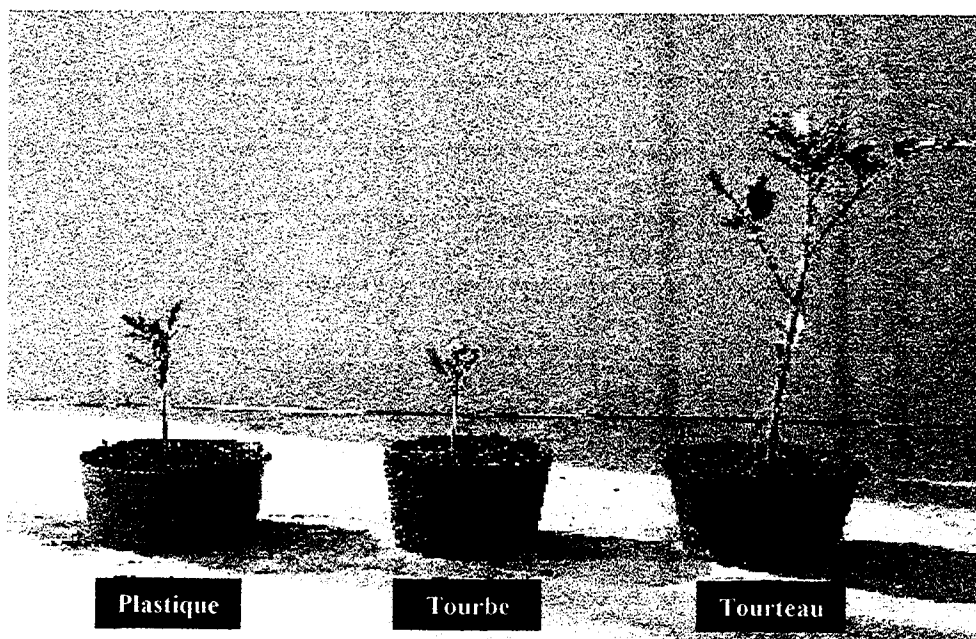


Figure 4 : Taille des plants de tomates avant repiquage

Mais l'étude des courbes de croissance des tiges (figure 5) met aussi en évidence des différences importantes dues à la nature du pot utilisé.

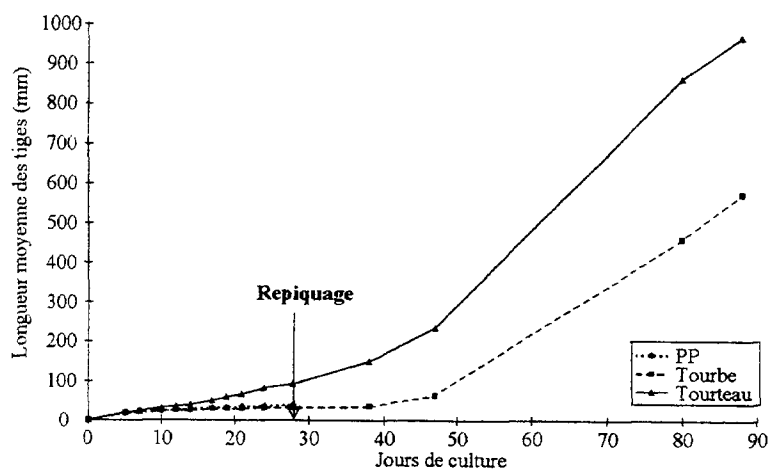


Figure 5 : Courbe de croissance des tiges de tomates dans les différents pots

Avant repiquage, dans des conditions climatiques favorables, les plants des pots en plastique et en tourbe croissent rapidement les premiers jours puis se stabilisent. Le terreau devrait donc être épuisé. Pourtant les plants des pots en tourteau de tournesol ont une

croissance plus importante, il semble donc exister un facteur inhérent au matériau favorable au développement des plants. Et après repiquage, les différences sont encore plus marquées.

Les facteurs pouvant être à l'origine de cette particularité sont pour l'instant inconnus mais certaines analyses et observations nous permettent d'envisager quelques hypothèses :

- la dégradation en sol des pots en tourteau est beaucoup plus lente que celle des pots en tourbe ;
- le développement du système racinaire à travers le pot se fait par des voies privilégiées que sont les points de faiblesse du pot : trous d'irrigation et collerette ;
- le traitement thermique des pots entraîne la dégradation de certains composés végétaux qui deviennent peut-être des substances humiques ;
- les pots traités contiennent 1,5% (par rapport à la matière sèche) de potassium lessivable.

Conclusions et perspectives

Tout d'abord, ces résultats montrent la faisabilité de la fabrication de pots en tourteau de tournesol par injection-moulage. L'existence des trous de drainage pourra être aisément obtenue par modification du moule d'injection. Ceux-ci peuvent ensuite être rendus résistants à l'eau par un traitement thermique, dont les conséquences chimiques doivent encore être explorées.

Les qualités en culture de ces pots sont étonnantes : absence de phytotoxicité, stérilité du produit, reprise sans choc de transplantation et biodégradabilité en sol. Et il semble de plus que l'utilisation de ces pots soit favorable à la croissance des plantes.

Le pot en tourteau réunit donc les qualités de mis en oeuvre et d'utilisation des pots en plastique et les qualités écologiques des pots en tourbe.

Remerciements

Les auteurs remercient la société TIAG Industries (Tulles-France) et la société Toulousaine de Recherche et Développement (Toulousaine de Céréale).

Bibliographie

1. Lemaire et al. ; *Contenants et surface de culture*, Cultures en pots et conteneurs ; PHM Revue Horticole (eds) ; 1989
2. Rettenbacher et al. ; brevet WO 95/04111
3. Rentsch F. ; brevet EP 0,753,541
4. Schilling et al. ; *Mechanical properties of biodegradable soy-protein plastics*, J. Mater. Res., vol 10, 9, 2197-2202 ; 1995
5. Leyris J. ; Thèse de doctorat, INP Toulouse ; 1998
6. Rigal et al. ; *Procédé de moulage d'un objet par injection à partir de matière première végétale* ; brevet WO 98/11551
7. Guyonnet R., *Procédé de traitement du bois à étape de transition vitreuse* ; brevet WO 98/04392
8. Tjeerdsma et al., *Characterisation of thermally modified wood : molecular reasons for wood performance improvement* ; Holz als Roh- und Werkstoff, 56(3), 149-153 ; 1998