

SYNTHESE

Le paillage des arbres

Espace Oxygène et
site des Monts-Gardés
Claye-Souilly (77)



Le paillage des arbres

Mots clefs : ArboRencontre, paillage, paillis, arbres, adventices, BRF, biodégradation, bio assimilation, biodégradable, biomatériau

Objectifs de la synthèse : Compte rendu de la 22^{ème} ArboRencontre de Seine-et-Marne sur le Paillage des arbres, organisée par le Caue 77 le mardi 20 octobre 2009 à Claye-Souilly

Résumé :

Dans un contexte réglementaire contraignant vis à vis de l'usage des désherbants chimiques, les effets bénéfiques du paillage pour les jeunes plantations d'arbres et la vie du sol ont été mis en avant. Les notions de biodégradation et de bio assimilation ont été explicitées. Dans le cadre de l'expérimentation menée sur le site des Monts Gardés à Claye-Souilly, plusieurs techniques de paillage de jeunes plantations ont été présentées, essentiellement à base de paillis biodégradables, mais aussi de produits issus de la valorisation de matériaux spécifiques au domaine ferroviaire (ballast, broyats de traverses).

Objectifs cultureux du paillage

Paillage et paillis : définition et contexte

Le paillage est une technique d'entretien des plantations qui consiste à disposer sur le sol un matériau, appelé paillis, qui forme un écran destiné à limiter le développement des adventices, a rappelé en introduction **Philippe Van Lerberghe, ingénieur de recherche à l'IDF*** de Toulouse. En complément, il est intéressant de noter la définition du paillis de deux chercheurs américains (Slick et Curtis), car elle donne une vision complémentaire des atouts du paillage : « un matériau inorganique ou organique déposé à la surface du sol, comme aide temporaire à sa stabilisation structurale et à l'amélioration de ses conditions microclimatiques, favorables à l'installation des végétaux ».

Le contexte réglementaire est de plus en plus contraignant vis à vis des herbicides chimiques. Ces dernières années des problématiques techniques sont apparues pour lesquelles il n'existe pas de spécialité agro pharmaceutique autorisée (usage orphelin). Plus récemment, l'obligation de retirer et de recycler les films plastiques non biodégradables a conduit à l'abandon progressif de ces matériaux plastiques au profit des paillis biodégradables. La gamme de ces « biomatériaux » est aujourd'hui très large, avec une base de bois, de liège, de fibres diverses (lin, chanvre, sisal, coco) associée ou non à un matériau plastique biodégradable. Ils présentent plusieurs intérêts : matière première facilement disponible avec des sources renouvelables, bonne intégration dans le milieu naturel, possibilité d'utiliser les outils industriels existants pour leur fabrication (procédés d'aiguilletage, de thermoformage, ou d'extrusion). La diversité des produits commercialisés implique de bien connaître leurs caractéristiques, pour adapter son choix en fonction de ses besoins spécifiques et du contexte environnant. En effet, l'intensité de l'effet du paillage est directement fonction du type de paillis (densité, durée dans le temps, perméabilité à l'eau, propriétés thermiques et optiques etc...), du niveau de compétition herbacée, de la surface paillée, de la fertilité du sol et de l'espèce plantée. La durabilité dans le temps de ces biomatériaux reste un point important pour les plantations de ligneux, car actuellement elle se situe entre un et deux ans.

Les atouts du paillage des arbres

La mise en place d'un paillis au pied des arbres vise tout d'abord à empêcher l'implantation des adventices. Car elles entrent en compétition* avec les jeunes plants à deux niveaux :

- Au niveau souterrain, pour la consommation de l'eau et des éléments nutritifs, du fait d'une forte densité de leur système racinaire, dans les premiers centimètres du sol. Sur une friche herbacée, deux chercheurs ont montré que cette densité pouvait atteindre 50 fois celle des plants ligneux (source Philippe Van Lerberghe).
- Au niveau aérien, les adventices entrent en concurrence pour l'utilisation de l'énergie lumineuse et l'occupation de l'espace, avec des risques de blessures par frottement ou écrasement. Cet aspect concerne surtout les adventices dicotylédones.

Des études ont montré que la perte de croissance des jeunes plants ligneux est d'autant plus importante que les adventices sont proches du plant. La surface minimale préconisée pour le paillage est de 1m^2 , pour les feuillus et est comprise entre $1,50$ et $1,90\text{m}^2$, pour les résineux. S'il est important de supprimer les adventices à proximité immédiate des jeunes arbres, en revanche, le désherbage entre les bandes de plantations ne sert à rien.

En second lieu, le paillage permet de limiter les pertes en eau du sol, un atout particulièrement intéressant lorsqu'on se trouve sur un sol de remblais, asséchant ou si l'on se place dans un contexte de réchauffement climatique. Autre avantage, les paillis ont la possibilité, en fonction de leur composition, d'augmenter (cas des paillis plastiques) ou de réguler (paillis organiques) la température du sol. L'absorption de l'eau et des nutriments est facilitée par une augmentation de la température du sol, à condition qu'elle ne soit pas trop forte.

Pour les paillis à base de matériaux biodégradables, d'autres atouts peuvent être mis en avant. Il protège les sols fragiles contre la déstructuration, notamment celle liée à la pluie (phénomène de battance). Il assure une protection contre des événements néfastes comme la grêle, les fortes pluies, le vent, un ensoleillement excessif. On peut aussi constater une amélioration de la biodisponibilité des éléments minéraux du sol, donc de sa fertilité ainsi que de sa biodiversité. Le paillage modifie les échanges thermiques, hydriques et gazeux entre le sol et l'atmosphère, des paramètres très importants pour le développement des arbres. Il permet ainsi d'améliorer la survie et la croissance des jeunes plants au cours de la phase critique d'installation, les 2 à 3 premières années après la plantation.

Fonctionnement du paillage par rapport à l'eau

Pour comprendre comment fonctionne un paillage vis à vis de l'eau, il faut savoir qu'elle se trouve dans le sol sous différents états, en rapport avec le degré d'humectation de celui-ci et sa porosité. Les molécules d'eau sont soumises à trois forces dans le sol : la force de gravitation p , la force de rétention f qui attire l'eau vers les particules de terre, la force de succion s des poils absorbants des plantes. En fonction de l'équilibre qui s'établit entre ces différentes forces, on définit trois types d'eau : l'eau inutilisable ($f > s$), l'eau utilisable ($f < s$, $f > p$), l'eau de gravité ($s = 0$, $f < p$). Seule la réserve en eau utilisable, appelée aussi « eau de végétation » est absorbée par les végétaux.

La perte en eau du sol est liée à la transpiration des végétaux (mauvaises herbes et jeunes arbres) et à la vaporisation dans l'atmosphère des molécules d'eau contenues dans le sol. Le paillage contribue à limiter cette évapotranspiration, en empêchant le développement des adventices, en réduisant l'évaporation directe de l'eau à la surface du sol et en permettant, par un effet d'ombrage, de diminuer l'énergie solaire disponible pour vaporiser l'eau du sol. L'humidité de la terre diminue moins vite sur un sol couvert par un paillis que sur un sol nu, en particulier pour les paillis biodégradables. Les paillis sont d'autant plus efficaces que l'on se situe sur un sol difficile (sableux, caillouteux, en pente). Attention, si l'on installe un paillis sur un sol très sec, il n'aura aucune

efficacité puisque le sol ne pourra reconstituer des réserves en eau après la pose. A noter que pour les sols hydromorphes, le paillage n'est pas une technique appropriée.

Paillage et biodiversité du sol

La vie dans le sol

A la base, le sol est le produit d'une roche mère altérée par le climat. D'autres éléments vont ensuite l'enrichir, fonction de la nature de la végétation, de l'environnement topographique et d'un contingent d'êtres vivants qu'on ignore trop souvent. Ainsi, le sol doit être considéré comme étant vivant, contrairement aux idées largement répandues, souligne **Charles Gers, chercheur au sein du Laboratoire d'écologie fonctionnelle Ecolab, unité mixte de recherche du CNRS, de l'université Paul Sabatier-Toulouse III et de l'Institut National Polytechnique de Toulouse**. Une façon de mieux percevoir les éléments du sol est d'avoir une vision « microscopique », car c'est à une échelle comprise entre le millimètre et le micron que l'on peut voir la plupart des éléments vivants du sol. Des analyses d'échantillons montrent que dans 250 cm³ de sol on peut trouver jusqu'à 20 000 animaux et encore, si l'on recense uniquement la faune comprise entre 0,5 et 2mm. La chaîne de décomposition de la matière organique du sol fait intervenir des animaux de plus en plus petits, avec par ordre décroissant les vers de terre, les collemboles, les acariens, les myriapodes et les microorganismes. A chaque étape, des champignons interviennent en association. La fragmentation et le mélange de la matière organique allant jusqu'au processus d'humification et de minéralisation vont avoir pour conséquences des modifications chimiques et physiques du sol (structuration du sol et formation d'agrégats). En parallèle, les animaux vont être générateurs de porosité et vont participer à la dissémination des bactéries et des spores de champignons.

Les sols urbains

Les sols urbains sont généralement stratifiés comme les sols naturels, mais sont marqués par un bouleversement de l'ordre des couches et une grande hétérogénéité de matériaux. La couche de matière organique n'est pas toujours en superficie et souvent inexistante. D'autre part, l'imperméabilisation des surfaces, la compaction et l'hétérogénéité des circulations entraînent des perturbations dans l'écoulement de l'eau. On constate aussi que les sols urbains sont fortement contaminés par les métaux, les hydrocarbures mais aussi les produits chimiques.

Effet des paillis sur la biodiversité du sol

Des travaux sur la diversité des arthropodes du sol sous paillis ont été réalisés par le laboratoire de Charles Gers, en partenariat avec l'association Arbres et Paysages d'Autan et un partenaire industriel (société textile du Thoré), sur le site de Payssous dans le Piémont Pyrénéen. Le dispositif expérimental est composé de plusieurs unités « frêne + 2 bourdaines » associée à différents types de paillis : plastique, feutre, dalle isopiant, copeaux de bois (+ témoin non paillé).

La biodiversité des arthropodes a été étudiée sous différents angles : nombre d'individus, richesse en taxa, richesse spécifique pour les collemboles, groupes fonctionnels, agencement des communautés. En parallèle, des mesures ont été réalisées au printemps et à l'automne pour l'humidité relative du sol, la température et la porosité ; ainsi que pour les plants, le diamètre, la hauteur et l'architecture de la partie aérienne. Les résultats au printemps montrent une forte élévation de température sous paillis plastique, négligeable sous copeaux. On trouve un meilleur taux d'humidité sous paillis de copeaux (avec une amplitude faible entre les différentes mesures) et un taux plus faible d'humidité associé à une grande amplitude de valeurs pour les paillis plastiques. Pour les animaux, on observe un nombre de taxa et de groupes fonctionnels faible sous plastique, avec une faible amplitude de

données. Les meilleurs résultats en terme de biodiversité sont obtenus pour les témoins (non paillés) et les copeaux de bois.

Pour les collemboles, la biodiversité (richesse en espèces) est plus élevée sous copeaux (29 espèces) que pour le témoin (25), le feutre (22), les dalles (18), plastiques (17). A l'automne les données montrent que le paillis de copeaux est le plus favorable au maintien d'une diversité faunistique.

Utilisation du BRF, Bois Raméal Fragmenté

Principe et atouts

Développé initialement au Canada par Gilles Lemieux (université de Laval au Québec), le BRF a été introduit en France il y a une trentaine d'années, d'abord d'une façon confidentielle. Mais depuis peu, elle suscite un fort engouement. Selon **Jacky Dupéty, agriculteur dans le Lot** et pionnier dans le développement de la technique en France, le BRF nous oblige à avoir une nouvelle conception de l'agriculture plus en relation avec le sol.

Sous le terme de BRF, bois raméal fragmenté, on regroupe à la fois la technique et le matériau. Le BRF permet de valoriser les jeunes rameaux des arbres (branches qui portent des feuilles), jusque là considérés par les gestionnaires de boisements comme des déchets. On parle souvent d'une limite diamètre de 8 cm, mais elle ne correspond pas à une valeur scientifiquement validée. Il s'agit en fait du diamètre en dessous duquel les rameaux n'étaient auparavant pas exploités. Des travaux de recherche, au Québec mais aussi à Kiev en Ukraine, ont montré que ces rameaux contiennent l'essentiel des micronutriments qui vont permettre aux arbres de redémarrer au printemps. Ils sont riches en carbone et en lignine.

Le BRF permet la régénération du sol sur le long terme, en améliorant sa structure et sa fertilité. Ce n'est pas un compost, car il ne met pas en jeu un mécanisme de fermentation, mais d'humification de la matière organique. La transformation en humus se réalise grâce à la microfaune et la microflore du sol. Les acteurs majeurs de la dégradation du BRF sont des champignons lignivores. Du point de vue de la réglementation, il est désormais considéré en France comme un amendement organique.

Elaboration du BRF

Pour fabriquer un produit de qualité, le broyat est obtenu par fragmentation mécanique avec un broyeur à couteaux, car le matériau est plus fin et plus facilement colonisable par les champignons. Le BRF doit être issu de rameaux et non de morceaux de troncs ou de charpentières. Il est préférable de l'utiliser frais pour éviter les risques de fermentation. Les branches sont préférentiellement dépourvues de feuilles pour ne pas privilégier la prolifération des bactéries au détriment des champignons lignivores. La période idéale pour fabriquer le BRF est l'automne (fin septembre à décembre). Il est possible de couper les branches et de les stocker en l'état plusieurs mois, afin de ne pas mettre en oeuvre plusieurs opérations de broyage successives, coûteuses en énergie.

Utilisation

Pour l'épandage, les quantités préconisées sont de 100 à 300 m³/ha, soit une couche de 3 à 5 cm d'épaisseur. Concernant la suite des opérations, deux « écoles » se distinguent : certains spécialistes considèrent qu'il faut impérativement enfouir le BRF dans les cinq premiers centimètres du sol, d'autres l'utilisent aussi comme paillis, en surface. Avec une utilisation sous forme de paillis, le sol est mieux protégé par rapport aux risques de dessèchement et de battance et les auxiliaires de culture plus attirés. Mais il faut effectuer des regarnissages annuels. L'enfouissement favorise le développement de l'activité biologique du sol, nécessite une quantité moindre de matériau, mais des manipulations supplémentaires. Dans ce cas, le renouvellement se fait tous les 4 à 5 ans.

A l'origine, le BRF était principalement utilisé en maraîchage. Puis son emploi s'est étendu à la production fruitière et ornementale, ainsi qu'au domaine de l'aménagement paysager. La technique n'est pas adaptée pour des sols hydromorphes et peut engendrer un phénomène de faim d'azote pour les jeunes plantations la première année, du fait de l'hyperactivité des champignons et du rapport C/N élevé. Mais ce phénomène est temporaire.

Gérer la ressource

Pour intégrer la technique du BRF dans une approche de développement durable, la question de la gestion de la ressource doit être prise en compte. Il est nécessaire d'avoir des plantations ligneuses à proximité du lieu d'utilisation, pour limiter les dépenses énergétiques de transport du matériau. Quand on ne dispose pas de place pour installer des plantations ligneuses sur son propre terrain, il est souhaitable de se rapprocher de professionnels de l'élagage ou d'agriculteurs qui travaillent dans le respect des arbres. On ne doit pas produire du BRF en détruisant des boisements.

Les plastiques biodégradables utilisables en agriculture

Plusieurs classements possibles

Guy César, président de l'association SERPBIO*, a souhaité présenter plusieurs classifications des matériaux plastiques biodégradables, pour aider les professionnels à s'y retrouver. Le premier type de classification considère la quantité d'énergie nécessaire pour fabriquer 1 kg du matériau considéré (exprimé en mégajoules par Kg). On obtient le classement suivant

Matériau	Mj/kg
PEHD* (produit de référence non biodégradable)	80
PHA*	81
PCL*	77
PLA*	57

Un autre classement possible est celui du type principal de ressource utilisée pour la fabrication du matériau biodégradable. On peut distinguer les matériaux biodégradables dont la ressource principale est renouvelable à court ou moyen terme (amidons, PLA), de ceux dont ce n'est pas le cas, car ils sont issus de la transformation des produits pétroliers (PBAT*, PBS*, PMAT*). Une troisième approche tient compte de l'origine principale du matériau biodégradable. L'amidon et ses dérivés sont d'origine végétale (maïs, pomme de terre, pois, blé), comme le PLA. Alors que les polymères biodégradables d'origine pétrolière peuvent être considérés comme étant aussi bien d'origine végétale qu'animale. La quatrième classification met en avant la composition chimique du produit. L'amidon et la cellulose, polymères les plus utilisés dans les usages agricoles, sont des polysaccharides. Le PLA est un polyester aliphatique (longue chaîne carbonée acyclique) non aromatique (pas de présence de noyaux aromatiques). Le PBS est un polyester aliphatique aromatique (présence de noyaux aromatiques). Le PBAT et le PMAT sont des co-polyesters (synthèse de polymères effectuées à partir de plusieurs types de polyesters), quasiment tous de type aliphatiques aromatiques.

A côté des fabricants de résines de base, il existe un grand nombre d'extrudeurs, thermoformeurs, injecteurs qui produisent des milliers de produits différents portant chacun des noms qui n'ont pas toujours de rapport avec les spécificités du produit. L'utilisateur final est parfois perdu dans cette jungle et le SERPBIO préconise que les produits portent clairement la référence à une norme et que la composition du matériau soit explicitement indiquée.

Caractéristiques des plastiques biodégradables utilisés en agriculture

Dans la grande majorité des cas les plastiques biodégradables sont des mélanges faisant appel peu ou prou à de l'amidon +/- modifié. Les matériaux les plus fréquents sont :

- mélanges de PBAT et d'amidon,
- mélanges de PBAT, de PMAT et d'amidon
- mélanges de PBAT et de farines de maïs
- mélanges de PBAT avec du PLA

Le coût des plastiques biodégradables varie selon le type de produit entre 3.50 euros/kg et 5.5 euros/kg contre +/- 1.50 euros/kg pour du PE classique recyclé à 2.50 euros/kg pour du PE classique première extrusion. La densité du polyéthylène classique est de l'ordre de 0.93 contre 1.25 à 1.33 pour les matériaux biodégradables. L'optimum d'épaisseur pour les produits biodégradables semble se situer autour de 18 microns, mais pour des raisons de coûts la tendance est à l'utilisation de films de 14 microns ou moins.

Notion de biodégradation et de bio-assimilation

La notion de produit biodégradable nécessite des éclaircissements souligne Guy César. Car au sens strict du terme, tous les matériaux issus de la chimie du carbone organique sont biodégradables, à condition qu'on y mette les conditions environnementales et le temps nécessaires. Pour autant, un morceau de polyéthylène (qui va se dégrader en 600 ans) n'est pas considéré comme biodégradable, tandis qu'un morceau de bois est considéré comme biodégradable par nature, alors qu'il pourra résister des milliers d'années s'il est immergé dans de la vase.

Au sens du rapport technique CEN/TR 15351:2006 « Plastiques - Guide pour le vocabulaire dans le domaine des produits plastiques dégradables et biodégradables », la biodégradation est la dégradation d'un système polymère due à un phénomène résultant de l'action de micro et (ou) macro organismes sur des substances carbonées, pour les utiliser comme source alimentaire et énergétique.

Selon la norme NFU 52001, la biodégradation d'un matériau est un ensemble de phénomènes physiques, chimiques et biologiques, concomitants et (ou) successifs aboutissant sans aucune exception à sa bio-assimilation. La bio-assimilation d'un matériau est le phénomène par lequel la microfaune et (ou) la microflore, constituants élémentaires de la biomasse, utilisent un matériau comme nutriment. La bio-assimilation se traduit par une réorganisation de la biomasse, le dégagement de CO₂ et (ou) de CH₄, ainsi que la production d'autres molécules organiques ou minérales. Le phénomène engendre la production d'eau et d'énergie (sous forme de chaleur).

La mesure de la bio-assimilation se réalise à partir de trois tests : 6 mois en milieu aqueux à 38°C (test de Sturm) ; 6 mois en compost à 58°C ; 12 mois en sol réel à 28°C. Dans tous les cas, on détermine la proportion de CO₂ dégagée durant le test, par rapport à la quantité théorique susceptible d'être dégagée et (ou) par rapport à la quantité dégagée par un témoin cellulose.

Attention, selon le type de test appliqué et la réponse obtenue, un même matériau peut être déclaré dans un cas bio-assimilable et dans l'autre non, voire écotoxique. Car le taux de bio-assimilation est différent selon qu'il est exprimé en valeur relative, par rapport à la quantité théorique de CO₂ dégageable, ou par rapport à la quantité de CO₂ dégagé par le témoin cellulose. La tentation est grande pour les industriels et revendeurs de ne présenter que les courbes respirométriques qui sont les plus favorables... Et pour les utilisateurs, les risques d'incompréhension sont très importants.

Comment s'y retrouver ? Pour Guy César, il faut baser son jugement sur deux normes :

- La norme EN 13432 définit l'ensemble des modalités auxquelles doit répondre un matériau avant d'être déclaré biodégradable s'il est «composté en conditions industrielles»
- La norme NFU 52001 définit l'ensemble des modalités auxquelles doit répondre un matériau avant d'être déclaré biodégradable, s'il est «enfoui dans un sol en place»

Les tests requis pour qu'un matériau soit considéré comme biodégradable au sens de la norme NFU 52001 sont beaucoup plus sévères que la norme EN 13432, notamment en matière de tests de bio-assimilation et de test d'écotoxicité. Il faut bien être attentif au fait que les produits répondant à la norme EN 13432 ne sont pas biodégradables dans les conditions d'utilisation des forestiers, des agriculteurs ou des gestionnaires d'espaces verts.

A noter enfin que les polyéthylènes additivés (polyéthylènes classiques dans lesquels on a ajouté des oxydants pour accélérer leur dégradation) ne peuvent être considérés comme biodégradables car ils ne répondent ni à la EN 13432, ni à la NFU 52001. Ils se fragmentent en microparticules plastiques invisibles à l'œil nu, qui ne sont pas assimilables par les organismes vivants du sol et vont entrer dans la chaîne alimentaire. Les vendeurs parlent de produits « oxo bio dégradables » (ou biofragmentable) ce qui alimente la confusion dans l'esprit des utilisateurs, car ce terme n'est pas équivalent à biodégradable ou bio assimilable.

Pour l'avenir, des questions se posent sur l'évolution de la norme NFU 52001 afin d'intégrer la notion de plastiques biodégradables longue durée, qui seraient plus adaptés aux usages en forêt ou en ornement (durée supérieure à deux ans).

En résumé :

Principaux types de matériaux utilisés en agriculture	Biodégradabilité au sens normatif du terme
Polyéthylène (PE)	NON
Polyéthylène + amidon	NON
Polyéthylène + additifs de peroxydation (quelques soient les types d'additifs)	NON et peuvent même être écotoxiques
Polypropylène	NON
Polypropylène + additifs de peroxydation (quelques soient les types d'additifs)	NON et peuvent même être écotoxiques
Chlorure de polyvinyle (PVC)	NON
(CO) polyesters (aliphatiques) (aromatiques)	OUI
(CO) polyesters (aliphatiques) (aromatiques) additivés d'amidons modifiés ou non	OUI

Site expérimental des Monts-Gardés à Claye-Souilly

Contexte et objectifs

Le domaine des Monts-Gardés, d'une superficie de 35 ha est situé le long de l'emprise de la Ligne à Grande Vitesse LGV Est sur la commune de Claye-Souilly (Seine et Marne). Ce site expérimental s'inscrit dans un programme de recherche initié par Réseau Ferré de France en 2002 et financé par celui-ci durant 5 ans. Depuis 2008, le projet se poursuit sous la conduite d'**Agnès Sourisseau, paysagiste** en charge du suivi depuis l'origine.

L'objectif du projet consiste à trouver des techniques alternatives de végétalisation par les ligneux, associant une approche écologique (réduction de l'utilisation de produits ou de méthodes d'entretien polluants) et une vision économique de la question (mise en oeuvre et gestion simple et peu coûteuse). Cette approche devrait permettre de constituer un cahier de « structures végétales écologiques » s'intégrant aux pièces de marchés publics à destination des maîtres d'œuvre en charge de l'aménagement des dépendances vertes ferroviaires.

Trois thèmes de recherche ont été développés sur le site :

- Paillage : identification et comparaison de l'efficacité de matériaux biodégradables sur la croissance de jeunes arbres
- Semis de ligneux : mise en place de dispositifs de comparaison de techniques écologiques de végétalisation par ensemencement de ligneux
- Génie écologique : mise en place de dispositifs de comparaison de techniques de pièges à graines

Seul le premier thème est développé dans le cadre de cette synthèse sur les paillages de jeunes arbres.

Matériels et méthodes

L'expérimentation paillage a été réalisée sur une période de trois ans, entre fin 2003 et 2006, sur une superficie de 2 hectares à l'ouest du site. Pour ce volet, le partenaire scientifique chargé de l'expérimentation a été l'IDF, sous la conduite de Philippe Van Lerberghe. Plusieurs axes de travail ont été développés autour de deux essais, précédés d'une analyse bibliographique permettant une classification par famille d'une centaine de produits, en fonction de leurs caractéristiques physiques et mécaniques, des modes de conditionnement et de leur installation .

Pour l'essai 1 :

- Sélection de 12 produits dont 10 paillis biodégradables, certains couramment utilisés, d'autres peu ou pas connus. En complément, sont présents un témoin et une modalité désherbée chimiquement
- Analyse de la tenue des différents paillis et influence sur la survie, la croissance en hauteur et en diamètre des deux essences.

Pour l'essai 2 : influence de la taille de deux types de paillis sur la croissance (+ témoin et modalité désherbée chimiquement)

Les deux espèces, merisier et chêne sessile, ont été choisies pour leur adaptation aux conditions de station et pour leurs caractéristiques de développement contrastées : le merisier est une essence précieuse à croissance rapide, alors que le chêne sessile met plus de temps à démarrer et à construire un axe vertical bien défini. Une analyse statistique, croisant les différents facteurs édapho-climatiques de la zone d'expérimentation, montre que les résultats pourraient être extrapolés à d'autres types de site : ils sont indépendants des conditions de sol et de climat.

4 familles de produits

Après l'analyse bibliographique portant sur 100 produits, il a été possible de définir 4 grandes catégories :

- Films/feuilles plastiques non biodégradables : produit traditionnellement le plus utilisé ; facilement mécanisable mais non biodégradable. Utilisé dans l'essai comme procédé de référence.

Les trois autres catégories concernent des produits présentés comme biodégradables par leurs fabricants (sauf le ballast) et possédant une bonne intégration paysagère.

- Paillis fluides : Coûts relativement faibles si la matière première utilisée provient d'un site proche (sinon prix du transport élevé).
- Dalles/plaques : produit assez cher, pas de mécanisation possible.
- Feutres ou feuilles : pose mécanisable, coûts inférieurs aux films plastiques (si l'on tient compte de la dépose et du recyclage de ces derniers).

Pour l'essai 1 le choix s'est porté sur les matériaux suivants :

Descriptif des produits pour le premier essai

	Type de produit	nom	descriptif	épaisseur	mécanisation	biodégradabilité
1		Témoin	Plant non paillé et non désherbé			
2	Film plastique (non biodégradable)	Film	Film non tressé (collerette) et imperméable, polyéthylène noir stabilisé UV, préfendu	80 µ	oui	non
3		Toile tressée	Film tressé, perméable, polypropylène noir stabilisé UV, fendu en croix	0,5 mm	oui	non
4	Fluide minéral ou organique	Ballast	Roche dure et anguleuse composée de silicate d'alumine, calibre 55 mm	15 cm	difficile	non
5		Broyat de traverses	Traverses SnCF broyées, calibre 10/25 mm	15 cm	difficile	oui (% inconnu)
6		Broyat de bois	Résidus de bois déchiqueté	15 cm	difficile	oui
7	Feutre organique	FJC bio 1000	Feutre aiguilleté composé de fibres végétales à 98% - jute recyclée (50%) et étoupe de chanvre (environ 50%) - et d'un support d'aiguilletage (film mater-bi 20 g/ m ²)	8 mm +/- 5%	difficile	oui
8		FJC bio 1400	Feutre aiguilleté composé de fibres végétales à 98% - jute recyclée (50%) et étoupe de chanvre (50% +/- 8%) - et d'un support d'aiguilletage (film mater-bi 20 g/ m ²)	8 mm +/- 5%	difficile	oui
9		FJCoco bio 1000	Feutre aiguilleté composé de fibres végétales à 98% - jute recyclée (70%) et coco (30% +/- 8%) - et d'un support d'aiguilletage (film mater-bi 20 g/ m ²)	12 mm +/- 5%	difficile	oui
10	Feuille/voile organique	Sequana ELL	Voile non tissé biodégradable	3 mm	inconnu	oui
11		Biofilm Sylva	Feuille à base de mater-bi sans amidon	80 µ	inconnu	oui
12	Plaque (dalle) organique	Isoplant	Dalle carrée (2 demi plaques) en fibres de bois (95%) gainées par une pellicule de bitume (5%)	8 mm	non	Oui (% inconnu)
13		Dalle liège	Dalle carrée (2 demi plaques) en liège	3 mm	non	Oui (% inconnu)
14	Désherbage chimique	Glyphosate	Entretien localisé sur 1 m ²		oui	non

Comparatif de coûts

Ce premier comparatif du coût hectare par type de produit est issu de l'étude bibliographique de l'IDF (2002), sur la base de la plantation de 1 111 plants/ha (préparation du sol comprise)

	Itinéraire bordereau horticole des prix 2000, en euros HT/ha, hors transport	Itinéraire sylvicole, en euros HT/ha, hors transport
Polypropylène microtissé (paillis en rouleau)	19 523 à 24 959	4674 à 5649
Polypropylène Tubex (individuel)	21045 à 26657	6656 à 7482
Polyéthylène Reviron (individuel)	21045 à 26657	7800 à 8626
Feutre, 70% jute, 30% chanvre (rouleau)	20 490 à 27 793	4635 à 5461
Plaques en fibres de bois (individuel)	21 045 à 26 657	7701 à 8696
Fluide d'éclats de bois ou ballast	22 189 à 27456	9257 à 10083
Plastique biodégradable (rouleau)	17617 à 22714	4136 à 5106

La deuxième analyse est basée sur une enquête réalisée auprès d'entreprises de paysage et de producteurs (2002)

Produit	Incidence transport (% moyen du prix du paillis unitaire)	Rendement de pose (par heure et par personne)	Coût en euros de mise en œuvre de 1 m ² de produit, agrafes comprises
mulch végétal	25 à 35	0,66 à 1,25 m ³	3,25 à 6 (pas d'agrafes)
mulch minéral	De l'ordre de 50% (variable au cas par cas)	0,33 à 1,25 m ³	5 à 6,3
Plaque (Isoplant)	2,35 à 2,7	30 unités de 1 m ²	3 à 4
Rond en liège 3 mm (Robin HPK)	2,50 à 3,68	25 unités de 1 m ²	3 à 3,2
Film biodégradable (type mater-bi 80 microns)	1 à 3 (franco pour un camion)	75 à 150	0,95 à 1,07
Film biodégradable (Sequana extra long life)	1,5	75 à 150	1,44 à 1,57
feutres biodégradable en rouleau	7,1 à 9,6	60 m ²	1,8 à 3,3
Plaque de feutre (jute, chanvre, coco en mélange ou coco pur)	Franco	20 à 25 unités de 1 m ²	1,4 à 7,44
PE spécial vigne	1,5	75 à 150 m ²	0,44 à 0,57
Polypropylène en rouleau	2,5	75 à 150 m ²	0,93 à 1,06
Polypropylène en carré	2,5	11 unités de 1 m ²	2,7 à 3,74

Influence des différents paillis sur la croissance

Une analyse comparative entre les différentes modalités de paillages permet de mettre en parallèle les produits et de vérifier le caractère significatif des mesures explique Philippe Van Lerberghe. Dans le premier essai, les témoins présentent, pour les 2 essences, des croissances en hauteur et en diamètre moins importantes que toutes les autres modalités de paillis : cela confirme l'intérêt du paillage des jeunes plants. Concernant l'analyse détaillée, les résultats ont été développés pour le merisier, car il présente des résultats plus significatifs que le chêne dans cet essai. Tous les paillis biodégradables ont amélioré de manière significative les performances de croissance en hauteur et surtout en diamètre du merisier. Le meilleur résultat est obtenu pour le paillis fluide de broyats de bois. Plus globalement, les performances supérieures des paillis fluides comparés aux autres paillis biodégradables (feutre, voile, plaque) ; des paillis fluides composés de bois par rapport au paillis fluide minéral (ballast) ; du paillis de traverses de bois par rapport au paillis de broyats de bois pourraient s'expliquer par leur durabilité plus élevée et par leur plus grande perméabilité à l'eau. Agnès Sourisseau souligne que dans le cadre d'une démarche de développement durable, il serait bon que l'étude soit complétée par l'analyse de l'impact des paillis biodégradables sur le sol et le développement du système racinaire. La connaissance du devenir du matériau dégradé dans le sol est importante surtout lorsque l'on sait que pour les normes en vigueur actuellement, un matériau est considéré comme biodégradable, s'il contient au minimum 90% de composants biodégradables et au plus 10% de composants non biodégradables. Or, la connaissance précise de la composition de cette fraction est parfois difficile à obtenir auprès des fabricants.

Dans le cadre de cette approche environnementale, le devenir de la créosote contenu dans les traverses de chemin de fer devrait être également appréhendé et ce type de paillis ne peut être recommandé dans l'état des connaissances actuelles (produit réputé toxique), malgré ses bons résultats pour l'essai.

Tout cela doit inciter les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre à définir au mieux dans les marchés publics le cahier des charges des paillis (manufacturés ou non) qu'ils souhaitent mettre en œuvre, d'un point de vue de la biodégradabilité, de la traçabilité, de la durabilité dans le temps, de l'empreinte écologique. Chaque nouvelle plantation correspondant à un objectif précis, la réflexion doit se renouveler en tenant compte des critères spécifiques.

Impact de la surface du paillis sur la croissance

Une analyse comparative a été réalisée concernant l'effet de la dimension des dalles de paillage sur la croissance des arbres.

Descriptif des produits du deuxième essai (source IDF)

	nom	Taille
1	Témoin	
2	Dalle Isoplant	Carré 60 cm x 60
3	Dalle Isoplant	Carré 80 cm x 80
4	Dalle Isoplant	Carré 120 cm x 120
5	Désherbage chimique	+/- 4 m ²
6	Dalle de liège	Carré 50 cm x 50
7	Dalle de liège	Rond 70 cm diamètre
8	Dalle de liège	Carré 100 cm x 100

Les résultats montrent qu'il y a peu de différence entre le témoin et le paillage avec une dalle 60x60, à savoir 8% de croissance supplémentaire pour la modalité paillée. On passe à 27 % pour la dalle 80x80, 48% pour la modalité désherbage chimique (glyphosate) et 65 % pour la dalle 120x120. La même méthode d'analyse montre qu'aucune modalité n'est actuellement significativement différente pour le chêne. A noter qu'en termes de coûts (produit + pose), il est de 2,39 euros pour la dalle 60x60, 3,31 euros pour celle 80x80, 3 euros pour le glyphosate et 5,87 euros pour la dalle 120 x120. Plus la surface du paillage est importante, meilleure est la croissance. Mais un équilibre doit être recherché entre intérêt du paillage et coût.

Éléments de bibliographie

- Asselineau Eléa, Domenech Gilles, 2007, « De l'arbre au sol, les bois raméaux fragmentés », Editions du Rouergue, 192 pages
- Dupety Jacky, 2007, « Le BRF, vous connaissez ? », Collection pour une agriculture du vivant, Editions de Terran, 128 pages.
- Haddad Yaël, 2006, « La Sncf travaille sur les paillis biodégradables » PHM Revue Horticole n°477 février 2006, P.18/23
- Haddad Yaël, 2009, « TGV, pour une végétalisation à moindre coût », Lien Horticole n°22 du 4 juin 2009, p. 10/11
- Lemieux Gilles, 1998, « Une nouvelle technologie pour des fins agricoles : la pédogenèse par le bois raméal », Université Laval, département des sciences du bois et de la forêt, Québec, 9 pages
- Sourisseau Agnès, 2009, « Site expérimental de Claye-Souilly », document présenté lors de l'ArboRencontre, 9 pages.
- Van Lerberghe Philippe et al., 2009, « Effets des matériaux biodégradables de paillage sur la croissance juvénile du merisier (*Prunus avium* L.), 2^{ème} conférence AFPP sur l'entretien des zones non agricoles, 28 et 29 octobre 2009, Angers, 14 pages.

Glossaire

- Caue : conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement

- **Compétition** : relation entre deux individus qui ont des besoins identiques pour un élément disponible en quantité limitée dans le milieu (source Frochot, d'après Philippe Van Lerberghe)
- **Dicotylédone** : groupe végétal pour lequel la plantule présente deux cotylédons (feuilles primaires constitutive de la graine).
- **IDF** : Institut pour le développement forestier
- **PBAT** : polybutylène adipate téréphtalate
- **PBS** : polybutylène succinate
- **PEHD** : polyéthylène haute densité
- **PHA** : poly-hydroxyalkanoates
- **PCL** : copolyesters
- **PLA** : acide polylactique
- **PMAT** : polyméthylène adipate téréphtalate
- **Serpbio** : service études recherches polymères biodégradables. C'est une association née de la volonté de quelques universitaires et industriels de fédérer un ensemble de compétences dans le domaine des matériaux biodégradables.
- **Sol hydromorphe** : sol régulièrement saturé en eau.

Organisation des ArboRencontres de Seine-et-Marne

Augustin Bonnardot, forestier arboriste conseil au Caue 77

Partenaires de la 22^e ArboRencontre

Plante & Cité

Mairie de Claye-Souilly

Druzba paysage

Société Française d'Arboriculture

Conférenciers

- Guy Cesar – SERPBIO Pattarrian - BordaXuri II - Lot 16 - L'Estracq 64240 LA BASTIDE
CLAIRENCE cesar.guy@neuf.fr , www.serpbio.fr
- Jacky Dupéty dupety.family@wanadoo.fr <http://fermedupouzat.free.fr>
<http://pouzatbrf.blogspot.com>
- Charles Gers - UMR 5245 CNRS/UPS/INPT Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle
(ECOLAB) Bat IVR3 Université Paul Sabatier - 118, route de Narbonne 31062 Toulouse
Cedex 4 gers@cict.fr , www.ecolab.ups-tlse.fr
- Agnès Sourisseau asourisseau@gmail.com , www.les-monts-gardes.com
- Philippe Van Lerberghe – IDF Maison de la forêt - 7 chemin de la Lacade 31320 Auzeville
Tolosane, philippe.vanlerberghe@cnppf.fr, www.foretpriveefrancaise.com

Rédacteur

Yaël Haddad, journaliste spécialisée

Date de rédaction

Avril 2010