

Les objectifs cultureux du paillage et ses conséquences

Philippe Van Lerberghe, Florent Gallois

Le paillage est un mode d'entretien des plantations qui consiste à disposer sur le sol un matériau, formant écran, afin de supprimer le développement des mauvaises herbes (1). En limitant la concurrence avec la végétation adventice, le paillage favorisera la croissance des plants protégés, l'intensité de cet effet étant directement fonction de la nature des matériaux constitutifs du paillis.

(1) On appelle "mauvaise herbe" une plante qui se développe en un endroit et à un moment où elle est indésirable, que ce soit dans une culture agricole ou forestière ou sur un terrain qu'on désire maintenir sans végétation. Cette notion est purement anthropique ; dans la nature, il n'y a pas de plantes "bonnes" ou "mauvaises". Les plantes indésirables sont dites aussi :

– "adventices" : plantes qui se développent incidemment dans les cultures ;
– "commensales" : qui se développent en même temps que les plantes cultivées, se partageant les mêmes ressources.

(2) Selon Frochot (1990), "La compétition peut être définie comme une relation entre deux individus qui ont des besoins identiques pour un élément disponible en quantité limitée dans le milieu".

Le paillis forestier est un matériau organique (biodégradable) ou inorganique (photofragmentable) déposé à la surface du sol. Lorsqu'il a recours au paillage dans ses plantations ligneuses, le forestier vise à :

- empêcher le développement des adventices qui entrent en concurrence avec les jeunes plants ;
 - limiter les pertes en eau du sol et contribuer à conserver le sol frais ;
 - augmenter ou réguler la température du sol, améliorer sa stabilité structurale et sa structure ;
 - influencer sur la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol et sa fertilité.
- Ainsi, cette couverture du sol ou "mulch" ne se limite pas uniquement à la répression d'une végétation indésirable. Elle constitue une véritable barrière physique aux échanges thermiques, hydriques et gazeux entre le sol et l'atmosphère de son environnement immédiat. Elle modifie ainsi les facteurs de production aussi importants que la température, l'humidité, la structure du sol, la teneur en éléments fertilisants, les échanges gazeux et le système racinaire, lesquels exercent une influence prépondérante sur la survie et la croissance des plants.

Le paillis a donc pour but d'atténuer les effets de certaines conditions adverses sur le développement des plants : la végétation concurrente, mais aussi le froid, le vent, la pluie battante, la grêle, l'excès de rayonnement solaire et la sécheresse.

Empêcher le développement de plantes adventices concurrentes

Il est toujours bénéfique de supprimer ou mieux, d'éviter l'apparition des mauvaises herbes à proximité immédiate des plants, en raison de relations particulières de voisinage qui traduisent l'existence d'une compétition (2).

Cette compétition intervient à différents niveaux :

– la consommation de l'eau : le déficit en eau entraîne, chez le plant ligneux, une réduction de l'intensité de son métabolisme et de la constitution de ses tissus végétaux (75 à 90 % de leur poids) ; elle entrave aussi la circulation des substances minérales de la sève brute et organique de la sève élaborée. Dans sa forme aiguë, le manque d'eau entraîne un flétrissement des tissus qui, lorsqu'il est irréversible, mène à la mort du plant ;

– la consommation des éléments nutritifs (N, P, K, Ca, Mg, Bo, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, S, Al, Co) : des carences nutritives s'expriment fréquemment par des décolorations, des défoliations et des pertes de croissance du plant forestier ;

– l'absorption de l'énergie solaire : les adventices peuvent intercepter le rayonnement visible (lumière blanche) qui fournit l'énergie indispensable à la formation de chlorophylle et à l'activité photosynthétique ;

– l'occupation de l'espace aérien : le



© Ph. Van Lerberghe, IDF

Bien posé, le paillis individuel protège efficacement le plant de la concurrence herbacée.

développement spatial d'une mauvaise herbe peut induire des modifications dans la circulation de l'eau, de l'air, de l'énergie lumineuse, des couches thermiques ; une trop forte proximité peut se traduire par des détériorations physiques (écrasement ou blessures par frottement) des plants forestiers ;

– l'occupation de l'espace souterrain : les adventices ont souvent un développement racinaire plus rapide qui leur donne un avantage sur les plants dans la compétition pour l'eau, les éléments nutritifs et la lumière.

Ainsi, la couverture du sol supprime les adventices compétitives, essentiellement en bloquant la lumière nécessaire à leur photosynthèse ; dans une moindre mesure, en empêchant mécaniquement leur croissance.

Par définition, seuls les paillis absolument opaques au rayonnement solaire sont capables d'étouffer la germination des mauvaises herbes annuelles et bisannuelles ou la croissance des vivaces.

(3) L'hygrométrie est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et celle qui serait présente "à saturation". Elle est le plus souvent comprise, sous nos climats, entre 50 et 80 %.

Limitier les pertes en eau du sol et contribuer à conserver le sol frais

L'eau est essentielle à la constitution des plants et à la réalisation de l'ensemble des processus physiologiques et biochimiques nécessaires à leur croissance.

Dans beaucoup de conditions climatiques, les précipitations sont insuffisantes ou trop irrégulières pour permettre de couvrir leurs besoins

continus en eau, pendant la période de végétation. L'alimentation hydrique du végétal se fait, via les racines, à partir des réserves emmagasinées dans les espaces poreux du sol.

D'une manière générale, le paillis augmente la disponibilité en eau du sol en limitant la transpiration végétale et l'évaporation atmosphérique :

– l'eau absorbée par les racines et véhiculée dans la plante peut être évacuée, par les feuilles, dans l'atmosphère à l'état de vapeur : on parle de transpiration végétale. C'est en empêchant la végétation concurrente de s'installer que les paillis diminuent les pertes en eau dues à la transpiration des adventices ;

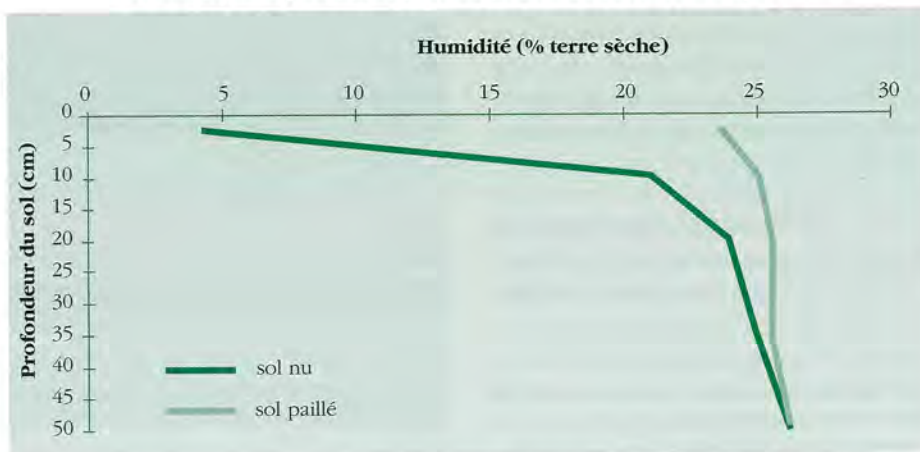
– l'atmosphère a un pouvoir évaporant qui s'explique par le fait que l'air n'est qu'exceptionnellement saturé de vapeur d'eau (3) : on parle d'évaporation atmosphérique. En couvrant le sol, le paillis empêche l'évaporation directe de l'eau par sa surface. Ainsi, l'humidité de la terre diminue moins vite en sol couvert qu'en sol nu (figure 1).

Cette économie d'eau doit aussi être reliée à :

– l'effet d'ombrage de la couverture : en interceptant la radiation solaire, le paillis diminue, en période estivale, l'énergie disponible pour vaporiser l'eau ;

Figure 1

Profils hydriques en sol nu et sous couverture de paille



Source : d'après Henin et Monnier, CR. Acad Sc. t 152, 1961

D O S S I E R

– l'effet de protection contre le vent : le vent ne peut plus déplacer la couche d'air située au-dessus du sol, contenant la vapeur d'eau provenant du sol.

L'influence d'un paillis est d'autant plus sensible dans certaines conditions pédoclimatiques : sols peu fertiles ayant une faible capacité de rétention en eau (sableux, caillouteux, superficiels, très pentus), climats chauds et secs, zones ventées. Il n'en reste pas moins que pendant les périodes de sécheresse absolue, l'effet du mulch sera nul.

La pose des paillis sera réalisée sur un sol frais, après une précipitation par exemple, surtout si le sol se draine rapidement. Éviter de couvrir un sol hydromorphe : le paillis peut provoquer un engorgement temporaire du sol, et une mauvaise aération est préjudiciable aux racines des plantes.

Augmenter ou réguler la température du sol

Le fonctionnement et le développement du système racinaire d'un plant est directement influencé par la température du sol. Son augmentation intensifie l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs par accroissement de la perméabilité des parois racinaires et la diminution de la viscosité de l'eau. Le réchauffement du sol sera fonction de ses propriétés thermiques (capacité calorifique et conductivité thermique), de son humidité et des conditions extérieures, mais aussi de la couverture du sol par un matériau inerte.

Par sa seule présence sur le sol, le paillis constitue "un écran" susceptible de modifier les échanges d'énergie dans les deux sens entre le milieu

environnant (atmosphère) et la plante, en particulier au niveau de la transmission du rayonnement solaire et des flux de chaleur.

D'une manière générale, les paillis exercent un effet important sur la température du sol par rapport à une surface non protégée, "soit en augmentant la température maximale ou minimale, soit en réduisant les fluctuations quotidiennes ou encore, en exerçant les deux effets à la fois" (Robitaille, 1994). Le sens et l'amplitude des effets varie selon la nature (organique ou inorganique), la constitution (couleur, épaisseur, perforation) du paillis et le moment de l'année : les phénomènes d'absorption, de réflexion et de transmission du rayonnement solaire sont directement fonction des propriétés intrinsèques du paillis.

Il convient donc de connaître les effets thermiques des paillis commercialisés afin de choisir un produit bien adapté au boisement des anciennes terres agricoles.

La plasticulture agricole fournit déjà plusieurs éléments de réponses en particulier concernant l'influence de la couleur sur le comportement des films synthétiques.

D'une manière générale, les plastiques noirs, les plus répandus en boisement de terres agricoles, augmentent les températures moyennes, minimales et maximales journalières du sol sous le paillis. Ces écarts positifs de température par rapport à un sol non couvert demeurent sensibles tout au long de l'année, créant ainsi de bonnes conditions d'activité et de croissance racinaire.

Les paillis organiques jouent principalement un rôle de régulation de la température. Le sol restant généralement plus frais que sous les plastiques noirs, ils atténuent les variations de température du sol induites par l'atmosphère, en diminuant les températures maximales et/ou en augmentant les températures minimales.

Améliorer la stabilité structurale (4) du sol

Les paillis jouent le rôle d'un écran protecteur à l'égard des intempéries (pluies battantes et grêle) en conservant intacte la structure du sol résultant du travail de préparation. Ils servent de bouclier sur lequel les gouttes d'eau viennent se briser : en s'écrasant contre la couverture, elles perdent la plus grande partie de leur énergie. La structure en surface est ainsi beaucoup moins dégradée.

En particulier, on évite les phénomènes de battance sur sols fragiles : sols de limons, de sables très fins ou insuffisamment pourvus en argile ou en humus. Sous l'effet de précipitations violentes, un sol battant voit sa structure se désagréger, les éléments fins s'entasser entre les agrégats. Il se compacte en surface et devient imperméable, au détriment de l'approvisionnement en eau et en oxygène des racines.

Améliorer la structure du sol

L'amélioration de la structure d'un sol (5) va de pair avec l'accroissement de son taux de matière organique. Seules, les couches de matériaux organiques décomposables du type débris végétaux et résidus de récolte (fumier, paille, engrais verts broyés) sont susceptibles d'améliorer les propriétés physiques du sol par compostage.

Le compostage de surface consiste à laisser se décomposer des matières organiques à la surface du sol, lesquelles vont enrichir peu à peu le profil. Progressivement désagrégées, elles s'associent intimement aux particules terreuses qu'elle transforment en agrégats solides et stables, induisant ainsi une augmentation de la porosité au profit d'une meilleure circulation en eau et en air du sol.

Cet enrichissement résulte en grande partie du mélange à la terre de la matière constituant la couverture du

(4) Stabilité structurale : résistance de la structure aux agents de dégradation.

(5) La structure du sol est le mode d'assemblage des constituants solides du sol.

sol par la faune, principalement les vers de terre. L'activité de ces derniers joue donc un rôle déterminant. Ainsi, dans les sols sableux acides où les vers de terre sont peu actifs, l'augmentation de la quantité de matière organique est quasi nulle.

Influer sur la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol et sa fertilité

Apportée par certains paillis biodégradables ou simplement présente dans le sol avant paillage d'une plantation, la matière organique sera progressivement décomposée et minéralisée. Les éléments nutritifs (N, P, K, CA, Mn, S, Fe, Al, Mg, Cu, Zn, Co, Mo, Bo) mis à disposition des plants sont nécessaires à leur survie et leur développement.

D'une manière générale, la couverture du sol par paillis augmente la vitesse de décomposition de la matière organique et accélère sa minéralisation, grâce au maintien de conditions d'humidité et de température propices à l'activité des micro-organismes du sol, ce qui est souhaitable et bénéfique pour la croissance des jeunes tiges ligneuses.

Induisant des conditions de tempéra-



© Ph. Van Lerberghe, IDF

La présence d'un tapis herbacé est généralement néfaste, au cours des premières années de la vie d'une plantation.

ture et d'humidité différentes dans le sol, les différents types de paillis ont des effets variables sur la minéralisation et la disponibilité des éléments nutritifs, en fonction de la nature fermentescible ou non du matériau constitutif et de la durée de la couverture. Si peu d'informations sont disponibles concernant les effets des paillis commercialisés sur la fertilité du sol, il a été montré que plusieurs

comportements sont possibles chez les paillis constitués de couches de matériaux organiques, en particulier sur la disponibilité en azote et potassium dans le sol.

Les nitrates

Les paillis qui ne sont pas constitués de légumineuses diminuent la quantité de nitrates du sol (Turk et Partridge, 1947 - Moers et al, 1948). Par exemple, une couverture de paille a un effet dépressif sur la teneur en azote du sol qui serait sensible pendant les trois (Stephenson et Scuster, 1945) à cinq premières années (Blanc et al, 1987), cette tendance s'inversant alors en raison de l'enrichissement progressif de la terre en matière organique par les vers de terre et sa minéralisation.

Le phosphore et le potassium

Les teneurs en phosphore et potassium utilisables par les plantes sont supérieures pour toutes les couvertures décomposables ou non décomposables à celle d'un sol nu (tableau 1), cette augmentation étant plus élevée lorsque les matériaux sont décomposables (Tukey et Schoff, 1963).

Tableau 1

Potassium facilement utilisable sous des couvertures de différents matériaux

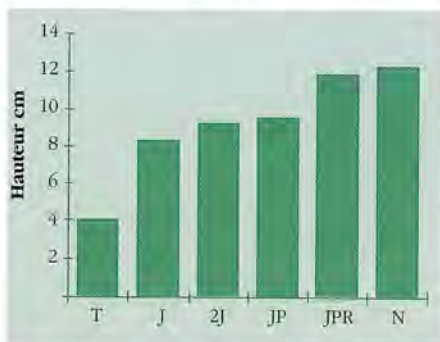
	Potassium		Phosphore	
	teneur (ppm)	indice	teneur (ppm)	indice
Matériaux décomposables				
foin de légumineuse	27,5	145	63,3	145
gousses d'arachide	23,0	121	50,3	115
tiges de maïs	26,7	141	44,3	101
paille	24,8	131	63,0	144
sciure	23,2	122	51,7	118
Matériaux non décomposables				
déchets de caoutchouc	24,9	131	47,3	108
galets	21,5	113	47,0	108
Témoin (sol nu)	19	100	43,7	100

Source : d'après Tukey et Schoff, Am Soc Hort Sc 82, 1963.

D O S S I E R

Figure 2

Essai d'un paillis de papier journal sur la croissance du merisier 2 ans après plantation



Témoin entretenu mécaniquement (T) ; 1 journal (J) ; 2 journaux (2J) ; 2 journaux paraffinés (JP) ; 1 journal paraffiné recouvert de terre (JPR) ; paillis plastique noir (N). Sol calcaire.

Source : d'après Frochot et Lévy, RFF 38(3), 1986.

Conséquences du paillage sur la plantation

La suppression de cette concurrence, l'augmentation de la disponibilité en eau, le maintien de l'humidité du sol et une augmentation de sa température ont les effets suivants :

• Garantir ou améliorer la reprise des plantations

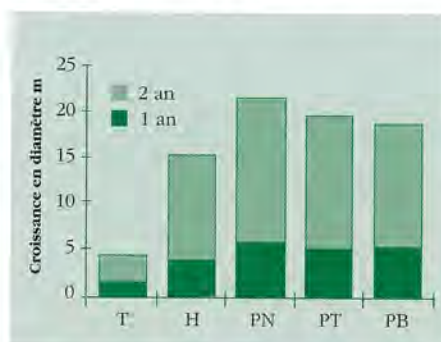
A la suite d'un déficit hydrique, un tapis herbacé réduit de façon importante le taux de reprise des plantations et provoque la mortalité des jeunes plants.

La disponibilité en eau du sol est souvent le principal facteur limitant, la différence du taux de reprise observée entre plants paillés et non paillés est d'autant plus importante que les conditions de mise en culture sont difficiles.

Bowersox et Ward (1970) ont constaté, après un an de végétation adventice, 99 % de reprise pour les boutures de peuplier munies de plastique contre 85 % pour les boutures non paillées. Les essais de paillage plastique réalisés par l'Afocel (1978) confirment l'amélioration

Figure 3

Influence de différents paillis plastiques sur la croissance en diamètre du merisier



Témoin non entretenu (T) ; entretien par herbicide (H) ; plastique noir (PN) ; plastique transparent (PT) ; plastique blanc (PB).

Source : d'après Davies R.-J., Forestry 61(2), 1988.

du taux de reprise (+14 %) pour le Douglas, 4 mois seulement après la plantation) en l'absence de dessèchement du sol pendant les mois secs (6). Quant au pin laricio de Calabre, le taux de survie a été 80,5 % chez les plants munis d'un paillis plastique, contre 65,3 % chez les plants non paillés, après cinq ans de végétation.

• Maintenir le plant dans des conditions favorables à sa croissance et à son développement

En conditions moyennes, si un nombre suffisant de plants réussissent à s'installer dans la végétation herbacée, leur croissance en hauteur et en diamètre est fortement freinée. Seule, une longue période d'entretien chimique, mécanique ou manuel permettra au plant de dominer la végétation, dans laquelle la strate buissonnante se substitue peu à peu à la strate herbacée.

Mieux, le paillage de la plantation, en limitant la concurrence avec la végétation adventice, favorisera la croissance des plants protégés, l'intensité de cet effet étant directement fonction de la nature des matériaux constitutifs du paillis (figures 2 et 3). ■

Bibliographie

Baker C.E. (1943). Further results on the effect of different mulching and fertilizer treatments upon the potassium content of apple leaves. Proc Amer Soc Hort Sc 42. 7-10.

Blanc D., Gilly G. et Gras R. (1987). Effets sur le sol d'une couverture de paille en climat méditerranéen. 2. Caractéristiques chimiques. C.R. Acad. Agric. Fr. 73. 11-19.

Frochot H. (1990). Compétition et relations de voisinage dans les jeunes peuplements forestiers. 14^e Conférence du COLUMA - Journées Internationales d'Etudes sur la lutte contre les mauvaises herbes - Versailles 1990. 861-870.

Gras R., Blanc D. et Gilly G. (1986). Effets sur le sol d'une couverture de paille en climat méditerranéen. 1. Matière organique et caractéristiques physiques. C.R. Acad. Agric. Fr. 72. 747-758.

Gras R. (1993). Le bon usage des mulchs pour les plantations. Ligne verte 2. 19-23.

Henin S. et Monnier G. (1961). Mécanisme de l'action d'une couverture de paille sur le bilan de l'eau du sol. C. R. Acad. Sc. t 152. 939-941.

Robitaille D. (1993). Ce que vous devez savoir sur les paillis forestiers. L'Aubelle, 1^{re} partie de 2. Février. 9-14.

Robitaille D. (1993). Ce que vous devez savoir sur les paillis forestiers. L'Aubelle, 2^e partie de 2. Avril. 12-13.

Robitaille D. (1994). Bilan annuel des expérimentations sur les paillis forestiers dans la station de la forêt de Drummondville. Rapport interne MRN Québec. 142 p.

Stephenson R.E. et Schuster C.E. (1945). Effect of mulches on soil properties. Soil Sc. 59. 19-230.

Trocme S. (1957). Fumure potassique d'arbres fruitiers. Ann Agron, série A.

Tuckey L.-M. et Schoff E.-L. (1963). Influence of different mulching materials upon the soil environment. Proc. Amer. Soc. Hort. Sc. 82. 69-82.

Wander L.-W. et Gourley J.-H. (1943). Effects of heavy mulch in an apple orchard upon several soil constituents and the mineral content of foliage and fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sc. 42. 1-6.

(6) Ces chiffres sont donnés à titre d'exemple. Ils ne doivent pas être généralisés sans tenir compte du milieu, des espèces en présence, des interventions humaines. C'est l'ensemble de ces facteurs qui détermine le sens et le niveau des relations de compétition entre le plant forestier et l'herbe.