



conseils pratiques de plantation

.....

LES MATÉRIAUX DU PAILLIS ORGANIQUE



Joël SARLOT
Président du CAUE de la Vendée

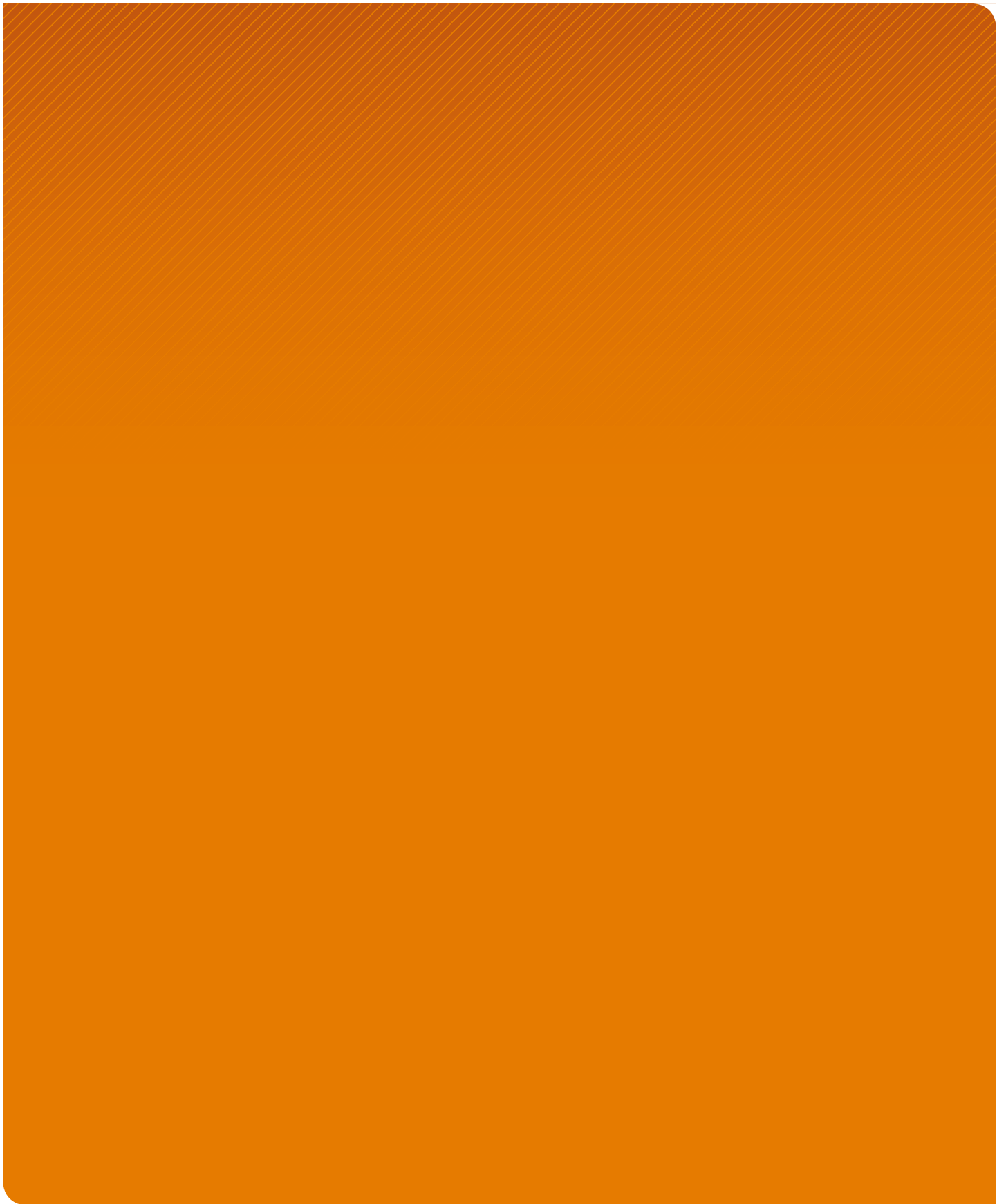
Le Département de la Vendée mène depuis de nombreuses années une politique de préservation de son patrimoine paysager et de protection de l'environnement. La corrélation entre environnement et santé, l'évolution de la réglementation concernant l'usage des produits phytosanitaires ... interrogent les professionnels et les collectivités sur leurs pratiques quotidiennes et les incitent à opter, pour les nouvelles plantations, en faveur de techniques respectueuses de l'environnement.

L'utilisation des paillis organiques s'insère naturellement dans cette réflexion. Tout en favorisant la reprise et la croissance des plants, ils peuvent aujourd'hui répondre à des critères tels que : disponibilité de la ressource, proximité de la production, biodégradabilité, amélioration des qualités et de la vie du sol ...

Pour accompagner cette évolution, le Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement de la Vendée propose un ensemble de publications sur l'utilisation des paillis organiques dans une collection "conseils pratiques de plantation" dont cet ouvrage "les matériaux du paillis organique" constitue le deuxième volet.

Ces documents techniques visent à guider les professionnels tant privés que publics dans leurs choix en leur apportant des réponses pratiques sur cette technique simple et traditionnelle.





LA BIODÉGRADABILITÉ	04
LES GRANDS TYPES DE PAILLIS	05
Les fluants	05
Les toiles et les films	05
Les dalles	05
MATÉRIAUX	06
01. Coques de cacao	07
02. Cosses de sarrasin	08
03. Chanvre ou chènevottes	09
04. Fibres de bois en vrac	10
05. Écorces et broyats de pin maritime	11
06. Copeaux de bois	12
07. Paille de céréales	13
08. Déchets verts et refus de criblage	14
09. Toiles de fibres végétales (aiguilletées)	15
10. Films biodégradables et hybrides	16
11. Dalles	17
ANNEXES	18
Normes et paillis biodégradables	19
Bibliographie	20

la biodégradabilité

DÉFINITION DE L'ADEME

(Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie)

SELON LE DICTIONNAIRE, "biodégradable" se dit d'un produit qui, laissé à l'abandon, est détruit par les bactéries ou d'autres agents biologiques". D'autres terminologies existent et varient selon les auteurs, les méthodes de mesures ou le site de biodégradation (sol, eau, compost, décharge). D'une manière générale, un consensus s'est dégagé autour de la notion d'impact sur l'environnement et la définition suivante semble faire l'unanimité : un matériau est dit "biodégradable" s'il est dégradé par des micro-organismes. Le résultat de cette dégradation est la formation d'eau, de CO₂ et/ou de CH₄ et, éventuellement, des sous-produits (résidus, nouvelle biomasse) non toxiques pour l'environnement". Cette définition se retrouve dans au moins 5 normes en vigueur (ISO, CEN).

Il découle de cette définition que la biodégradabilité est la capacité intrinsèque d'un matériau à être dégradé par une attaque microbienne, pour simplifier progressivement sa structure et finalement se convertir facilement en eau, CO₂ et/ou CH₄ et une nouvelle biomasse.

IL NE FAUT PAS CONFONDRE

> BIODÉGRADABLE ET FRAGMENTABLE

Il existe une confusion entre les produits "biodégradables" et "fragmentables". C'est le cas par exemple de certains plastiques dits biodégradables où l'ajout d'un additif permet la fragmentation dans le temps du produit. Après fragmentation, le polyéthylène (ou polypropylène) reste alors sous forme de fragments microscopiques dans le sol et son impact à long terme est mal connu mais pas forcément sans risques (Principe de précaution de la charte de l'environnement adossée à la constitution française). Des normes tentent pourtant de clarifier la situation mais ne garantissent pas toujours qu'un produit soit 100 % biodégradable.

En effet, selon, la méthode de calcul utilisée, la présence d'intrus synthétiques non-biodégradables peut être tolérée en plus ou moins grande quantité. Il faut donc s'assurer de la composition exacte des produits.

> BIODÉGRADABLE ET BIOLOGIQUE

Il convient de ne pas amalgamer le processus de biodégradation avec l'origine ou la qualité intrinsèque du produit qui peut être ou non biologique. Le qualificatif "biologique" signifie que les matières premières sont issues de l'agriculture biologique et répondent au règlement européen n° 834/2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques.

> BIODÉGRADABLE ET RENOUELABLE

Certains paillis dits "biodégradables" ne sont pas uniquement fabriqués à partir de matériaux renouvelables. Afin d'en améliorer la biodégradabilité ou les performances techniques, les fabricants sont amenés à ajouter des additifs pas toujours issus de ressources renouvelables. D'autre part le processus de production de certains paillis comme les bioplastiques est aujourd'hui consommateur d'énergie fossile.

> BIODÉGRADABLE ET COMPOSTABLE

Certains paillis qualifiés de biodégradables sont en réalité compostables. C'est-à-dire que les tests effectués sur sol réel à 28 °C les déclarent non biodégradables (biodégradation quasiment nulle) dans la "nature", tandis qu'à 58 °C sur compost, ils sont parfaitement biodégradables. Ces paillis doivent être enlevés (3 ans après la plantation) et évacués vers des composteurs industriels ce qui implique qu'une filière de récupération appropriée soit mise en place.

Un produit biodégradable a donc une capacité à être décomposé par des processus naturels dans des conditions environnementales données.

les grands types de paillis

> LES FLUANTS OU MATÉRIAUX EN VRAC

Paillis composé de petites unités disposées librement les unes sur les autres pour former des couches aux pieds des végétaux.

> LES TOILES ET LES FILMS

Paillis flexible et mince, composé de fibres végétales naturelles tissées ou non, parfois liées à un film en résine bioplastique. Les films se différencient des toiles par leur faible épaisseur (< à 50 µ, 0,05 mm) et leur composition uniquement à base de fibres biopolymères.

**PLA : l'acide polylactique, est un polymère d'origine biologique par opposition aux polymères d'origine fossile plus courants. La fabrication de cette fibre commence par l'extraction de l'amidon de maïs, qui est converti en sucre, puis ensuite décomposé, grâce à des micro-organismes (bactéries), synthétisant l'acide lactide, lui-même polymérisé en polylactide. Ce polymère est ensuite extrudé pour donner naissance à une nouvelle fibre qui sera aiguilletée pour former le film.*

**Les résines bioplastiques sont des plastiques biodégradables d'origine végétale amidon (maïs...), féculé (pomme de terre), huile végétale (tournesol) et autre en développement...*

> LES DALLES

Paillis rigide ou non et plus ou moins épais, composé de fibres végétales, de bois compressé, de particules de liège, PLA ou résines bioplastiques se présentant sous forme de plaques, de formes variables (carrée, octogonale, ronde, triangulaire...).

les matériaux

1 coques de cacao



ORIGINE ET FABRICATION

Le cacao est originaire des régions chaudes et humides de part et d'autre de l'équateur, principalement en Afrique. Les coques de cacao sont obtenues à partir du recyclage des déchets verts, par procédé industriel.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver aux petites surfaces de massifs horticoles dans les espaces sophistiqués.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation d'un sous-produit de culture.
- Action efficace contre les mauvaises herbes.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol, pour se transformer en amendement organique riche en potasse :
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol,
 - . améliorant la stabilité de la structure, allégeant les sols lourds,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Capacité de rétention d'eau permettant une restitution progressive en fonction des besoins du sol.
- Action de régulation des écarts de températures du sol.
- Éloigne limaces et escargots.
- Produit exempt de graines.
- Aspects sophistiqués/soignés.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 1 saison de fleurissement (décomposition en 10 mois).
- Mise en œuvre :
 - . après plantation,
 - . facile, manuelle,
 - . demande un arrosage pour favoriser la libération d'une gomme blanchâtre nécessaire à la stabilisation du paillis
- Résistance au vent grâce à la gomme blanchâtre qui apparaît en surface et agglomère le paillis.
- Entretien : néant
- Quantité : 30 à 40 l/m²
- Epaisseur : inférieur à 4 cm

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : de 3 à 5 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : pas de difficulté particulière.
- Coût d'entretien : RAS.
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : moyen - uniquement sur de petites surfaces de massifs horticoles.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Collant et gluant lorsqu'il est humide avec apparition de champignons.
- Risque de pourriture du collet pour certains végétaux.
- Parfumé quelque temps après la mise en place.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable liée à une production.
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone négatif, lié à la provenance du matériau.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas d'impact sur la santé humaine connu.
- La théobromine, substance contenue en grande quantité dans les cosques de cacao est responsable d'intoxications, souvent très graves chez le chien.
- Pas de risque d'incendie une fois humecté.

2 cosses de sarrasin



ORIGINE ET FABRICATION

Le sarrasin est produit en Bretagne, dans le Nord Ouest de la France et en Chine. Les cosses de sarrasin sont obtenues par procédé mécanique à partir du battage des céréales.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver aux petites surfaces de massifs horticoles (annuelles, vivaces), et aux pieds des arbres d'alignement sur trottoirs dans les espaces sophistiqués.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation de sous-produit de culture.
- Production "locale" dans certains cas.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol :
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol,
 - . améliorant la stabilité de la structure, allégeant les sols lourds,
 - . favorisant l'activité biologique du sol,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Capacité de rétention d'eau permettant une restitution progressive en fonction des besoins du sol.
- Action de régulation des écarts de températures du sol.
- Éloigne limaces et escargots.
- Produit exempt de graines.
- Aspects sophistiqués/soignés.
- Les graines contenues dans le paillis apportent une floraison spontanée intéressante en fin d'été dans les massifs.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 2 ans.
- Mise en œuvre :
 - . facile, manuelle,
 - . demande un arrosage abondant.
- Stabilité sur les pentes moyennes et résistance au vent correcte après arrosage.
- Capacité de rétention en eau : 45 %.
- Entretien :
 - . suivi mécanique ou manuel pour les mauvaises herbes, au bout d'1 an un apport complémentaire sur 1 à 2 cm d'épaisseur est nécessaire pour compenser la partie transformée en humus durant l'année précédente.
- Quantité : 30 à 50 l/m².
- Épaisseur : de 3 à 5 cm.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : de 2,30 à 4 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : pas de difficulté particulière.
- Coût d'entretien : plusieurs interventions (arrosage, rechargement).
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : moyen à positif - uniquement sur de petites surfaces de massifs horticoles.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Néant.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable liée à une production.
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production dans le cas des produits issus du Nord Ouest de la France.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas d'impact sur la santé connu.
- Pas de risque d'incendie une fois bien humecté.

3 chanvre ou chènevottes



ORIGINE ET FABRICATION

Paillis issu d'un process à partir de culture de chanvre, obtenu par broyage et battage des tiges. La transformation industrielle du chanvre principalement cultivé pour sa fibre, permet d'obtenir la "chènevotte" constituée de paillettes légères et absorbantes. Production issue d'une culture sans fongicide, insecticide ou pesticide, la culture du chanvre est une culture traditionnelle.

UTILISATION

pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver aux petites surfaces de massifs horticoles (annuelles, vivaces), et aux pieds des arbres d'alignement sur trottoirs dans les espaces sophistiqués et jardinés.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation d'un sous-produit de culture.
- Production vendéenne valorisant l'identité culturelle et patrimoniale du territoire (notamment dans le marais poitevin) et confortant la mise en place d'une filière locale.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol,
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol (la stabilité de la structure notamment),
 - . favorisant l'activité biologique du sol,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Forte capacité de rétention d'eau permettant une restitution progressive en fonction des besoins du sol.
- Action de régulation des écarts de températures du sol.
- Éloigne limaces et escargots.
- Aspect soigné.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 1 à 2 ans.
- Mise en œuvre :
 - . facile, manuelle,
 - . attention à ne pas mélanger de terre au paillis lors de la mise en place,
 - . demande un arrosage.
- Stabilité sur les pentes et résistance au vent intéressante après arrosage.
- Capacité de rétention en eau : 400 à 600 %.

Entretien :

- . suivi mécanique ou manuel pour les mauvaises herbes,
- . nécessite un apport complémentaire pour compenser la partie transformée en humus durant l'année précédente.
- Quantité : 30 à 50 l/m².
- Épaisseur : de 3 à 5 cm.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : de 2 à 3 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : pas de difficulté particulière.
- Coût d'entretien : plusieurs interventions (rechargement).
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : moyen à positif - uniquement sur de petites surfaces de massifs horticoles.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Risque pour les plantations lié aux rongeurs qui y trouvent abris et nourriture.
- Ralentit le réchauffement du sol par sa capacité de rétention d'eau et en réfléchissant le rayonnement solaire quand il est de couleur claire.
- Produit généralement exempt de graines.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants.
 - Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable liée à une production. Dans le cadre d'une production industrielle, l'utilisation de terres agricoles à des fins autres qu'alimentaire pose question.
- Dans le cadre d'une agriculture diversifiée, en rotation de cultures, la culture du chanvre correspond à une culture traditionnelle qui ne nécessite pas de traitement, supprime les adventices et améliore la qualité des sols.
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production (région Champagne, Vendée).

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas d'impact sur la santé connu.
- Pas de risque d'incendie une fois bien humecté.

4 fibres de bois en vrac



ORIGINE ET FABRICATION

Produit issu de process industriel, composé de bois feuillus ou résineux séché et livré en vrac. Le paillis obtenu est relativement homogène.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à utiliser en milieu urbain pour les massifs horticoles (d'arbustes ou de vivaces), aux pieds des arbres sur trottoirs, dans les espaces sophistiqués, jardinés ou rustiques.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation de sous-produit de l'industrie du bois.
- Produit exempt de graines.
- Bon contrôle des adventices les 3 premières années.
- Action particulièrement favorable sur les qualités et la vie biologique du sol après un léger effet dépressif sur la teneur en azote.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol :
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol la stabilité de la structure notamment,
 - . favorisant l'activité biologique du sol.
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Aspects rustique et naturel.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 2 ans.
- Mise en œuvre :
 - . avant la plantation
 - . un accès suffisant est indispensable pour le passage des engins apportant la matière première,
- Stabilité sur les pentes et résistance au vent intéressante
- Forte capacité de rétention en eau
- Entretien : pas de rechargement à prévoir
- Quantité : 50 l/m².
- Épaisseur : 5 cm.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : moyen à élevé (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : moyen à élevé.
- Coût d'entretien : moyen à faible, pas de rechargement.
- Coût du recyclage : néant car incorporé au sol.
- Bilan : moyen.

POINTS D'ATTENTION – PARTICULARITÉ

- Trop compacté, le produit est très difficile à étaler aux pieds des arbres.
- Légère faim d'azote possible au début de la décomposition du paillis.
- Nécessite des volumes importants.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : disponibilité liée à l'industrie du bois.
- Consommation d'énergie grise pour le transport et la fabrication : bilan carbone à relativiser avec le mode de fabrication, la proximité de la production.
- Amélioration de la biodiversité du sol et du milieu.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas de problème connu.



5 écorces et broyats de pin maritime

ORIGINE ET FABRICATION

Paillis issu d'un process, écorçage mécanique ou de recyclage de déchets de scierie. La production se situe principalement dans le sud ouest de la France, ponctuellement en Vendée au niveau de la gestion par l'ONF des forêts littorales.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver :

- . pour les granulats fins ; aux massifs de terre de bruyère ou aux massifs de vivaces et d'arbustes en milieu urbain sur le littoral dans les espaces sophistiqués et jardinés,
- . pour les broyats grossiers : aux plantations ligneuses haies, massifs arbustifs ou boisements ou à la recolonisation végétale dans les espaces rustiques et naturels en zone littorale.

Pour une gestion des plantations forestières des dunes boisées du littoral (uniquement dans le cas de boisements de faible surface ou des plantations à faible densité < 400 tiges par ha) à utiliser quand la matière première est localement disponible en quantité et peu onéreuse

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation de déchets végétaux.
- Production "locale" et nationale.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol.
- Aspects soignés ou rustique selon le calibre du matériau.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : supérieur à 3 ans.
- Mise en œuvre : facile, mécanique ou manuelle.
- Stabilité sur les pentes et résistance aux vents d'autant plus intéressants que le calibre est grossier et fibreux.
- capacité de rétention en eau importante liée à la structure feuilletée de l'écorce qui lui permet de retenir 80 % de son poids en eau.
- PH variable de 4,5 à 8 selon le degré de compostage.
- Entretien : néant si l'épaisseur est suffisante.
- Quantité : 70 à 100 l/m² (en fonction du calibre).
- Épaisseur : de 7 à 10 cm.
- Phytotoxicité liée à la présence de tanins et à l'acidité des écorces fraîches. Pour favoriser le dégagement des composés organiques (tanins) préjudiciables à certains végétaux, nécessité de laisser les écorces quelques mois exposées aux intempéries avant leur utilisation comme paillis.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : de 2 à 3 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : 1,5 à 3 € HT/par m² - pas de difficulté particulière.
- Coût d'entretien : aucun car une seule pose suffit. Lorsque des adventices commencent à apparaître il faut recharger si les végétaux ne sont pas assez développés (3 à 4 ans après la 1re pose)
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : uniquement intéressant localement pour les projets situés à proximité des sites de production.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Nécessite une épaisseur constante pour assurer une action herbicide.
- Phytotoxicité liée à la présence de tanins et à l'acidité des écorces fraîches.
- Risque de faim d'azote les premières années et/ou d'inhibition de la croissance des plantes liée au tanin présent dans les écorces de pin fraîches et au rapport carbone/azote élevé. La décomposition lente des paillis plus carbonés tend à provoquer une faim d'azote chez les végétaux en consommant les éléments nutritifs du sol au détriment de la plante.
- Concurrence pour l'eau avec la plante : longue à se dessécher, l'écorce de pin est aussi longue à absorber l'humidité lorsqu'elle est très sèche. Cependant, une fois sèche elle absorbe beaucoup d'eau,
- Risque d'acidification des sols en cas d'utilisation d'une écorce fraîche. L'acidité de l'écorce de pin évolue dans le temps (l'écorce fraîche voit son pH varier de 3 à 7, compostée va de 4 à 8 tandis que l'écorce décomposée à un pH variant de 5.5 à 8).

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable liée à une exploitation forestière à condition que la forêt soit gérée durablement.
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production (Sud-Ouest de la France, locale vendéenne au niveau de la gestion par l'ONF des forêts littorales).
- Amélioration de la biodiversité du sol d'autant plus faible que l'écorce de pin est fraîche. Peu de biodiversité s'installe au pied des plantations du fait de sa très faible décomposition.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas d'impact sur la santé connu.
- Pas de risque d'incendie une fois bien humecté.

6 copeaux de bois



ORIGINE ET FABRICATION

Paillis issu :

- . de l'exploitation du bois aux niveaux des haies, des rémanents de tailles (de diamètre supérieures à 4 cm), des éclaircies de forêts gérées durablement,
- . des chutes de sciages de l'industrie de transformation du bois,
- . du broyage de souches, de sarments de vigne.

En fonction de la déchiqueteuse utilisée et de la matière première broyée, le produit obtenu est plus ou moins régulier. Deux grandes qualités se dégagent :

- . copeaux "bois énergie" homogènes en taille pour l'alimentation des chaudières individuelles et quand la quantité et la disponibilité le permettent pour le paillage.
- . copeaux "paillage" plus irréguliers en taille (présence de morceaux plus longs) pour le paillage ou l'alimentation des chaudières industrielles.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver aux espaces jardinés, rustiques et naturels :

- . pour des plantations ligneuses (massifs arbustifs, haies champêtres,...),
- . pour de petites surfaces de massifs horticoles (annuelles, vivaces,...),
- . aux pieds des arbres d'alignement sur trottoirs.

Pour une gestion écologique et cynégétique des haies et des plantations forestières (uniquement dans le cas de boisements de faible surface ou des plantations à faible densité < 400 tiges par ha) en milieu rural selon proximité et disponibilité de la ressource.

PRINCIPAL INTÉRÊT

Valorisation de déchets végétaux ou de sous produit d'exploitation forestière.

- Production vendéenne valorisant et pérennisant l'identité culturelle et patrimoniale du territoire (bocage et marais poitevin) confortant la mise en place d'une filière locale.
- Mécanisation possible de la pose (désileuse, remorque distributrice).
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol :
 - . apportant de la matière organique à terme,
 - . améliorant les propriétés du sol (la stabilité de la structure notamment),
 - . favorisant l'activité biologique du sol,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Action de régulation des écarts de températures du sol.
- Favorable à la régénération naturelle des espèces ligneuses par semis ou par drageonnage.

- Produit exempt de graines.
- Aspects soigné ou rustique selon le calibre et l'homogénéité du matériau.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 2 ans et plus.
- Mise en œuvre : facile, manuelle ou mécanique (désileuse, remorque distributrice).
- Stabilité sur les pentes et résistance au vent d'autant plus intéressante que le matériau est grossier et irrégulier.
- Entretien : désherbage à réaliser 2 fois par an sur les bords et au niveau du paillis.
- Quantité : 120 à 170 l/m² en fonction du calibre.
- Épaisseur : environ 10 à 15 cm.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : minimum 4 € HT/m³, moyenne 15 € HT/m³ (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : pas de difficulté particulière.
- Coût d'entretien : très variable en fonction de la réserve de graines du sol.
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : intéressant quand production interne et/ou quand la filière est courte.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Nécessite une épaisseur importante pour assurer une action herbicide.
- Risque de légère faim d'azote les premiers mois, la décomposition lente des paillis plus carbonés consommant les éléments nutritifs du sol au détriment de la plante.
- Risque de fort développement du chardon (*Cirsium arvense*,...) quand les graines sont déjà présentes dans le sol (d'après F. Bonnet ; CRPF Pays de Loire).

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable quand liée à l'exploitation de forêt gérée durablement.
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production et au processus de fabrication basé sur la valorisation du bocage, d'un déchet vert ou de l'exploitation forestière.
- Amélioration de la biodiversité du sol et du milieu.
- Favorable à la régénération naturelle.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Pas d'impact sur la santé connu.
- Le risque d'incendie s'atténue après les premières intempéries.

7 paille de céréales



ORIGINE ET FABRICATION

Matière brute, sous-produit de culture de céréales, produite localement ou sur l'exploitation agricole.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à réserver aux espaces jardinés, rustiques et naturels ;

- . brute, pour des plantations ligneuses (massifs arbustifs, haies champêtres, pieds d'arbres en espaces verts,...) en milieu urbain,
- . hachée, pour les massifs de vivaces et les pieds d'arbres sur trottoirs.

Pour une gestion écologique et cynégétique des haies et des plantations forestières (uniquement dans le cas de boisements de faible surface ou des plantations à faible densité < 400 tiges par ha) en milieu rural selon la proximité et la disponibilité de la ressource.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation de sous-produit d'une culture.
- Production "locale".
- Matière première peu onéreuse quand disponible localement. Possibilité d'utiliser de la paille de qualité inférieure (paille vieille, ayant pris l'eau,...).
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol :
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol (la stabilité de la structure notamment),
 - . action particulièrement favorable sur les qualités et la vie biologique du sol,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux,
- Action de régulation des écarts de températures du sol.
- Capacité de rétention en eau permettant une restitution progressive en fonction des besoins du sol.
- Favorable à la régénération naturelle des espèces ligneuses par semis ou par drageonnage.
- Aspects rustique et naturel.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 1 an et plus selon l'épaisseur et la compacité du paillis.
- Mise en œuvre : facile quand le chantier est accessible aux engins, mécanisation possible (pailleuse) la tenue dans le temps est alors moindre.
- Stabilité sur les pentes et résistance au vent intéressante selon la mise en œuvre.
- Forte capacité de rétention en eau.

- Entretien : un rechargement annuel et un désherbage sur le paillis dès la 2^e année.
- Quantité : de 7 à 10 kg/m² (1 round baller /25 m, 1 botte cubique de 500 kg /50 m).
- Epaisseur de 15 à 20 cm pour assurer un effet herbicide, sur au moins 1 m de large.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : prix moyen 0,56 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : comporte le transport et la livraison par un engin agricole.
- Coût d'entretien : rechargements et désherbage.
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : positif quand la paille est produite sur l'exploitation en quantité excédentaire.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- La paille de lin est nettement plus performante techniquement mais plus difficile à trouver localement.
 - Risque pour les plantations lié aux rongeurs qui y trouvent abris et nourriture.
 - Attention à ne pas mélanger de terre au paillis lors de la mise en place.
 - En milieu urbain, risque de glissement de brindilles sur la voie
 - Problème des graines d'adventices présentes dans la paille
 - Dégradation rapide pouvant laisser passer les adventices (notamment le chardon).
 - Légère faim d'azote au début de la décomposition.
- NB : le foin ne peut être conseillé comme paillis du fait de la présence des graines des différentes herbacées qui le composent engendrant un mauvais effet herbicide et de sa décomposition plus rapide que la paille.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants
- Renouvellement de la ressource : ressource renouvelable mais limitée sur le département (en 2010 la Vendée est déficitaire en paille).
- Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production locale vendéenne ou régionale.
- Amélioration de la biodiversité du sol et du milieu
- Favorable à la régénération naturelle

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Problème de la poussière contenue dans le paillis, peut être allergisant si la mise en place se fait à la pailleuse.
- Risque d'incendie au départ qui s'atténue après les premières intempéries.

8 déchets verts et refus de criblage



ORIGINE ET FABRICATION

Matière brute issue du recyclage de déchets verts des professionnels et des particuliers, disponible sur les plates-formes de compostages des collectivités et de certaines entreprises. Broyés et disposés en andains pour une phase de fermentation et de maturation de 2 mois, les déchets sont directement utilisés en paillis ou passés au crible, le refus de criblage servant également de paillis. Le produit obtenu est relativement grossier, plus ou moins broyé et homogène.

UTILISATION

- Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à utiliser dans les espaces rustiques et naturels.
 - . pour des plantations ligneuses (massifs arbustifs, haies champêtres, pieds d'arbres dans les espaces verts,...) en milieu urbain,
 - . pour les massifs de vivaces et les pieds d'arbres sur trottoirs.
- Pour une gestion écologique et cynégétique des haies et des plantations forestières (uniquement dans le cas de boisements de faible surface ou des plantations à faible densité < 400 tiges par ha) en milieu rural selon la proximité de la ressource.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Valorisation de déchets végétaux.
- Production "locale".
- Matière première peu onéreuse disponible en quantité.
- Bon contrôle des adventices les 2 premières années.
- Action particulièrement favorable sur les qualités et la vie biologique du sol après un léger effet dépressif sur la teneur en azote.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol,
 - . apportant de la matière organique,
 - . améliorant les propriétés du sol (la stabilité de la structure notamment),
 - . favorisant l'activité biologique du sol,
 - . offrant de bonnes conditions pour la reprise et le développement des végétaux.
- Favorable à la régénération naturelle des espèces ligneuses par semis ou par drageonnage.
- Aspects rustique et naturel.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 2 à 3 ans
- Mise en œuvre : facile quand le chantier est accessible aux engins, mise en place au moment ou après les plantations (même sur une végétation adventice déjà développée), mécanisation possible de la pose (désileuse, remorque distributrice).
- Stabilité sur les pentes et résistance au vent très intéressante .

- Entretien : suivi au niveau du désherbage à partir de la 1re année (liseron, chardon).
- Quantité : 1 m³ pour 6 ml à pailler.
- Epaisseur de 15 cm pour assurer un effet herbicide sur au moins 1 m de large.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : peu onéreux, inférieur à 2 € HT/m² (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : élevé quand sous traité.
- Coût d'entretien : rechargement (si nécessaire).
- Coût du recyclage : incorporé au sol.
- Bilan : positif si le paillis est produit en interne et posé par le planteur, sinon, le coût d'achat et de transport peuvent être dissuasifs.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Nécessite des volumes importants.
- Nécessite une granulométrie grossière pour assurer l'effet paillant et limiter le compostage.
- Attention à ne pas mélanger de terre au paillis lors de la mise en place.
- Connaître la qualité et l'origine des déchets qui peuvent constituer des réserves de graines et contenir des produits polluants ; produits phytosanitaires, résidus plastiques,...certaines plates-formes ont normé leur déchets verts (NFU 44 051).
- Dépérissement ou inhibition de la croissance de certaines espèces (houx, noyer).
- Passage possible des chardons au travers le paillis dès la première année (si les graines sont déjà présentes dans le sol).
- Légère faim d'azote au début de la décomposition du paillis.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants (selon l'origine du matériau).
- Renouvellement de la ressource : matière première locale disponible en quantité.
 - Consommation d'énergie grise pour le transport : bilan carbone intéressant lié à la proximité de la production.
 - Amélioration de la biodiversité du sol et du milieu (selon l'origine du matériau).

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

A relativiser selon l'origine et la qualité des déchets (qui peuvent contenir des produits polluants ; produits phytosanitaires, résidus plastiques,...).

9 toiles de fibres végétales (aiguilletées)



ORIGINE ET FABRICATION

Constitué à partir de fibres végétales recyclées (sacs de jutes) ou nobles (cultures de chanvre ou de lin) les toiles de fibres végétales sont issues de process industriels (technologie des feutres). Non tissé composé de fibres mêlées les unes aux autres ce produit se présente en rouleau (préfendu ou non) de formats, de tailles et de grammages variables. Les principales fibres utilisées (le chanvre, le jute, ou le lin, sızal) sont choisies pour leur résistance à la dégradation. Certains paillis sont normés : EN 13 432, NFU 52 001 et NFU 44 051.

UTILISATION

Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à utiliser pour des plantations ligneuses (massifs arbustifs, haies champêtres, boisements, dans les espaces jardinés et rustiques.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Produit exempt de graines.
- Bon contrôle des adventices les deux premières années.
- Mécanisation de la pose (pour les rouleaux 1,1 m de large).
- Adapté aux talus et aux pentes.
- Produit naturel qui se décompose progressivement dans le sol, si 100 % de la composition globale du feutre est d'origine végétale.
- Effet répulsif partiel contre les rongeurs.
- Aspects horticole, jardiné et rustique.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : entre 18 mois et 2 ans selon le grammage et l'exposition des plantations
- Mise en œuvre :
 - . propre mais délicate, la préparation de sol doit être impeccable pour que la toile adhère au sol, la toile doit rester indemne de terre et ne pas être piétinée (risque d'étirement des fibres).
 - . la pose est mécanisable avec une dérouleuse sur terrain plat, manuelle sur talus.
- Adapté au talus et aux pentes.
- Sensible au vent tant que le paillis n'est pas imbibé d'eau.
- Forte capacité de rétention en eau parfois au détriment de la plante en été.
- Entretien : nécessite un suivi régulier pour le désherbage de la végétation en bordure pendant 3 ans au moins.
- Grammage minimum recommandé : 1 400 g/m² pour des haies champêtres, 1 200 g/m² pour assurer une bonne opacité.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : 1.20 à 1.60 € HT/m².
- Coût de la mise en œuvre : élevé (si manuelle).
- Coût d'entretien : suivi indispensable des adventices sur et aux abords du paillis les deux premières années.
- Coût du recyclage : néant quand exempt de polypropylène.
- Bilan : moyen à élevé (compte tenu de l'entretien et de la pose).

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- Le poids et le volume des rouleaux peuvent être handicapant lors de la mise en oeuvre.
- A éviter en milieu humide : dégradation rapide.
- Ralentit le réchauffement du sol par sa capacité de rétention d'eau.
- Efficacité plus importante sur talus en exposition ensoleillée.
- Ne supporte pas le piétinement (apport de graine d'adventices, élongation de fibres).
- Mauvais contrôle de la végétation adventice (chiendent) dès la 2^e année.
- Durant les étés secs, la toile retient l'eau au détriment du sol et de la plante. Une forte pluviométrie est alors nécessaire pour que l'eau traverse la toile.
- Risque de dégradations du paillis par les lapins selon la composition (le coco) et le grammage du feutre (quand il est inférieur à 1 400 g/m²).

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants si 100 % de la composition globale du feutre est d'origine végétale.
- Renouveaulement de la ressource : disponibilité relative, l'utilisation de terres agricoles a des fins autre qu'alimentaire pose question.
- Consommation d'énergie grise pour le transport et la fabrication : bilan carbone à relativiser en fonction de la proximité de la production du matériau de base et du processus de fabrication.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Attention à la composition du produit, il peut contenir des produits plastiques (trame de fibrage en polypropylène contenant plus de" plastique "qu'une bâche plastique).
- Risque d'ingestion des agrafes ou partie d'agrafes par le bétail en cas d'utilisation en bordure de prairie.

10 films biodégradables et hybrides



ORIGINE ET FABRICATION

Constitué à partir de fibres biopolymères (PLA ou résine bioplastique), issu de l'amidon de maïs, ces films sont issus de process industriels. Ces matériaux se présentent en rouleau de différents grammages et d'épaisseurs. La plupart de ces paillis sont normés : EN 13 432, NFU 52 001 et NFU 44 051.

Les bioplastiques "sont présentés comme étant totalement biodégradables. La plupart de ces polymères sont récents et le recul d'expérience est encore faible. La durabilité de ces biomatériaux et leur efficacité biologique sur la survie et la croissance d'espèces ligneuses sont donc très mal connues".

Philippe Van Lerberghe, ingénieur forestier CNPF.

UTILISATION

- Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à utiliser :
 - . pour des plantations ligneuses (massifs arbustifs, haies champêtres, boisements), en fonction de la surface et de la densité de plantation, en milieu urbain,
 - . aux pieds des arbres sur trottoir.
 - . dans les espaces jardinés et rustiques.

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Produit exempt de graines.
- Mécanisation de la pose.
- Adapté aux talus et aux pentes.
- Aspect horticole.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : 18 à 24 mois.
- Mise en œuvre :
 - . la préparation de sol doit être impeccable (pas de mottes),
 - . la surface la plus aplanie possible,
 - . mécanisable : pose à la dérouleuse,
 - . pose délicate, il est indispensable de garder le film indemne de terre et d'éviter le piétinement (risque d'étirement des fibres).
- Entretien : nécessite un suivi régulier pour le désherbage de la végétation en bordure.
- Épaisseur minimum 80 microns.
- Évacuation nécessaire des films compostables.

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : 1,10 à 1,55 € par mètre (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : moyen.
- Coût d'entretien : moyen à élevé.
- Suivi indispensable des adventices sur le film et ses abords pour éviter leur mise à graines.
- Coût du recyclage :
 - . néant quand le produit est exempt de polypropylène et entièrement biodégradable à 28 °C,
 - . élevé quand il est compostable (biodégradable à 58 °C) car il faut alors l'évacuer.
- Bilan : élevé.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- À éviter en milieu humide : risque de dégradation rapide.
- Efficacité plus importante sur talus en exposition ensoleillée
- Ne supporte pas le piétinement (apport de graine d'adventices, élongation de fibres).
- Mauvais contrôle de la végétation adventice dès la 2^e année.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : à relativiser sur le critère de compostabilité, la biodégradabilité n'étant assurée qu'une fois le produit enlevé et composté à 58 °C.
- Renouvellement de la ressource : disponibilité relative de la matière première, l'utilisation de terres agricoles a des fins autres qu'alimentaire pose question.
- Consommation d'énergie grise pour le transport et la fabrication : élevé pour la culture (Maïs), le transport et la fabrication : bilan carbone négatif.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Les produits non normés peuvent contenir des métaux lourds ou ne pas être totalement compostables.
- Risque d'ingestion des agrafes ou partie d'agrafes par le bétail en cas d'utilisation en bordure de prairie.

11 dalles



ORIGINE ET FABRICATION

Elles sont issues de process industriel :

- . les dalles en fibres végétales font appel au même procédé que celui utilisé pour les toiles,
- . les dalles en liège et les dalles en fibres de bois compressées sont agglomérées avec des liants organiques ou de synthèse (liant alimentaire) inertes.

Certaines dalles sont normées : EN 13 432, NFU 52 001 et NFU 44 051.

UTILISATION

- Pour une gestion différenciée des espaces verts communaux, à utiliser ;
 - . pour des plantations ligneuses à faible densité (regarnissage des haies ou de bosquets),
 - . pour des plantations ponctuelles (pied des arbres sur trottoir, arbres isolés, alignement d'arbres) en milieu urbain,
 - . dans les espaces horticoles, jardinés et rustiques.
- Pour une gestion forestière en milieu rural à utiliser pour des plantations ponctuelles en regarnissage (à proscrire pour la plantation de linéaires de haies).

PRINCIPAL INTÉRÊT

- Produit exempt de graines.
- Bon contrôle des adventices les 2 premières années.
- Facile à mettre en place si le terrain est bien aplani.
- Produit qui se décompose progressivement dans le sol.
- Aspects jardinés et rustique.

DONNÉES TECHNIQUES

- Durée de vie : entre 18 et 36 mois selon le grammage et l'exposition des plantations.
- Mise en œuvre :
 - . la préparation de sol doit être impeccable (pas de mottes), la surface la plus aplanie possible pour une bonne tenue au vent. pose manuelle
 - . doit être fixé au sol par des agrafes métalliques (2 à 4 agrafes) il est indispensable de garder la dalle indemne de terre et d'éviter le piétinement (risque d'étirement des fibres).
- Adapté aux plantations individuelles sur talus et sur fortes pentes.
- Sensible au vent tant que la dalle n'est pas imbibée d'eau.
- Entretien : fonction de la taille de la dalle, des petites dimensions induisent des désherbages réguliers pour assurer l'effet paillant
- grammage minimum recommandé pour la plantation d'alignements d'arbres : 1 200 g/m².

COÛT RELATIF

- Coût de la fourniture : 0,90 à 2,60 € l'unité agrafes comprises (en 2010).
- Coût de la mise en œuvre : élevé.
- Coût d'entretien : suivi indispensable des adventices sur la dalle et ses abords les deux premières années pour éviter leur mise à graines.
- Coût du recyclage : néant quand le produit est entièrement biodégradable.
- Bilan : moyen à élevé.

POINTS DE VIGILANCE – PARTICULARITÉ

- À éviter en milieu humide : dégradation rapide.
- Ralenti le réchauffement du sol par sa capacité de rétention d'eau et en réfléchissant le rayonnement solaire quand il est de couleur claire.
- Efficacité plus importante sur talus en exposition ensoleillée
- Ne supporte pas le piétinement (apport de graine d'adventices, élongation de fibres).
- Mauvais contrôle de la végétation adventice dès la 2^e année.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- Biodégradabilité : décomposition totale sans résidus polluants si 100 % des fibres utilisées sont végétales.
- Renouvellement de la ressource : disponibilité relative, selon le matériau utilisé, ainsi l'utilisation de terres agricoles a des fins autres qu'alimentaire pose question pour les dalles à base de chanvre ou de lin, les dalles en liège soulèvent le problème de la gestion des boisements de chênes lièges.
- Consommation d'énergie grise pour le transport et la fabrication : bilan carbone moyen à négatif, fonction de la proximité de production du matériau de base et du processus de fabrication.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET AUTRES DANGERS

- Attention à la nature du liant utilisé pour avoir un matériau stable dans le temps (cas des dalles en fibres de bois compressées ou des dalles de liège).
- Risque d'ingestion des agrafes ou partie d'agrafes par le bétail en cas d'utilisation en bordure de prairie.

annexes

normes et paillis biodégradables

Pour réussir des plantations, l'utilisation d'un paillis biodégradable n'est plus à démontrer ; le planteur dispose généralement de différents matériaux.

Lorsque le planteur produit son paillis, il connaît sa composition (ex : paille, copeaux de bois issus de l'exploitation de haies et de forêts). En revanche, lors de la fabrication des paillis biodégradables en usine, il ne connaît pas forcément leur composition. L'utilisateur ne dispose donc pas toujours de toutes les informations pour juger de la capacité de biodégradabilité du paillis.

De plus, il existe sur le marché des paillis dit "biodégradables" contenant des matières non biodégradables. Cas de certains bioplastiques et feutres végétaux dont les fibres sont liées avec des films plastiques (film de polypropylène).

Il existe également des produits compostables utilisés en paillage. Cas de la plupart des bioplastiques qui nécessitent pour assurer leur biodégradation des températures importantes de l'ordre de 60° et devraient de ce fait être à terme (3 à 4 ans après la reprise des végétaux) arrachés et évacués pour être compostés.

Les fabricants ont la possibilité de faire valider la biodégradabilité de leurs produits grâce à des normes permettant à l'utilisateur de s'assurer d'une certaine qualité. Au vu des coûts de la procédure de normalisation, tous les produits complètement biodégradables ne sont pas normés (copeaux de bois, déchet verts, toile aiguilletée,).

Il existe aujourd'hui, différentes normes de biodégradabilité des paillis.

NFU 52-001 DE FÉVRIER 2005

Matériaux biodégradables pour l'agriculture et l'horticulture - Produit de paillage - Exigences et Méthode d'essai. Un produit qui répond à cette norme doit avoir 90 % de la cellulose biodégradée (micronisée) et pas de substances qui présentent un danger connu ou supposé pour l'environnement.

NF EN 13 432

Caractéristiques des emballages valorisables par compostage et biodégradation.

Un produit qui répond à cette norme doit avoir 90 % de substance dégradée et 90 % de la granulométrie < à 2 mm en fin de désintégration.

NFU 44-051 Matière végétale brute.

Un produit qui répond à cette norme doit avoir un taux de matière sèche supérieur ou égale à 30 % de la matière brute (MB), la somme des inertes (film, PSE, autres plastiques, verre et métaux) doit être < à 3.07 % de la matière sèche (MS) et pas de substances qui présentent un danger connu ou supposé pour l'environnement (cuivre et zinc peuvent se trouver en plus grande quantité que dans la norme NFU 52-001).

Ces normes se réfèrent à des tests de biodégradabilité en différentes situations (compostage, milieu naturel, températures). Ils garantissent un taux minimum de biodégradabilité en se basant sur la biodégradation de certains composants du produit.

À l'heure actuelle aucune norme ne garantit la biodégradabilité à 100 %.

bibliographie

BONNET Franck, *Bilan des essais de paillage biodégradable pour les plantations bocagères sur la Vendée*, travaux dirigés par le CRPF des Pays de la Loire en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Vendée, octobre 2002.

CAUE77, *Le paillage - l'arbre en questions*, fiches conseils de l'arboriculture ornementale SFA.

DENOU Christophe, *Les Racines, face cachée des arbres*, IDF, 2006.

Les paillis biodégradables en plantations ligneuses, IDF, revue Forêt-entreprise n° 157/juin 2004.

Société Française d'Arboriculture, *Au pied des arbres, quelles richesses créer... et préserver?* actes des rencontres nationales d'arboriculture ornementale, Bordeaux, mai 2003.

VAN LERBERGHE Philippe et GALLOIS Florent, *Le paillage en boisements de terres agricoles*, IDF, revue Forêt-entreprise n° 116/1997.