

Micro-climatologie du sol sous toile de jute : exemple d'un talus de route de montagne

Françoise Dinger, Véronique Magnin

La végétalisation des pentes et des talus en altitude vise essentiellement à lutter contre l'érosion des sols et à stabiliser les terrains mis à nu lors des travaux de terrassement. De plus en plus, on associe aux opérations de végétalisation, la pose de matériaux biodégradables (en toile de jute ou de coco) pour fixer le sol avant l'enracinement de la végétation semée.

Ces matériaux luttent efficacement contre l'érosion superficielle des sols. Ils favorisent aussi en conditions atmosphériques peu favorables, l'installation d'un microclimat au sol, améliorant les conditions de germination et de croissance des plantules. En effet, la présence de ces matériaux modifie les conditions thermiques et hydriques du sol et de son proche voisinage (premiers centimètres de l'atmosphère). Or, la température et l'eau sont les deux facteurs écologiques qui ont la plus grande influence sur la germination et la croissance des plantules, d'où l'intérêt d'une étude qui permette de quantifier ces facteurs à l'origine d'un microclimat plus favorable.

Le dispositif de mesure mis en place sur un talus amont de la route de la Béarde (Isère) a permis d'aborder l'étude comparée de ces deux facteurs sous toile et hors toile (photo 1).

Historique

Le 11 septembre 1996, de la toile de jute ayant un gramme de 600 g/m² a été posée sur les talus amont et aval de la route de la Béarde en



◀ Photo 1. – Le site d'essai (photo F. Dinger).

**Françoise Dinger,
Véronique Magnin**

Cemagref
URE Ecosystèmes
et paysages
montagnards
Domaine
universitaire
BP 76
38402 St Martin
d'Hères cedex

Isère et un semis a été réalisé par projection hydraulique (photo 2). Des observations sur les conditions de germination puis sur le développement de la végétation avant l'hiver ont été engagées.

Dès la fin de 1996, le recouvrement paraît plus homogène sous la toile de jute.

Au printemps 1997, nous avons procédé à un constat sur le comportement de la toile (photo 3) et sur la dynamique végétale (estimation du taux de reprise et de recouvrement, contribution de chaque espèce du mélange au recouvrement, mesure de la biomasse aérienne et racinaire sous toile et hors toile...). La toile de jute a un effet positif sur le développement racinaire et aérien des végétaux semés (tableau 1).

Photo 2. – Semis par projection hydraulique sur toile de jute (photo F. Dinger).



Photo 3. – Comportement de la toile et de la végétation (photo F. Dinger).



Tableau 1. – Mesures des matières sèches.

Moyennes de matières sèches	Hors toile de jute	Sous toile de jute
Racinaire	10,80 g	15,62 g
Aérienne	32,81 g	46,20 g

Installation du dispositif

Pour quantifier les effets de la toile sur le sol, nous avons au printemps 1997 installé un dispositif de mesure sous toile de jute et hors toile sur un talus de déblai (en amont de la route), station privilégiée pour étudier les conditions micro-climatiques édaphiques les plus extrêmes. En effet, ce talus est exposé quasiment plein sud (S/SE) offrant sa surface aux rayons directs du soleil. Son sol en pente forte, ne contient pas de matière organique et très peu d'éléments fins capables de retenir l'eau.

Afin de comparer entre elles, les réactions aux stimuli climatiques du sol nu et du sol recouvert avec de la toile de jute, et de comparer leurs comportements à celui d'un talus naturel (en adret et en ubac), nous avons choisi des placettes situées très proches les unes des autres, afin que tous les facteurs du milieu excepté les facteurs micro-climatiques du sol puissent être considérés comme identiques d'une placette à l'autre.

Nous avons retenu pour notre étude, quatre placettes différentes dont trois sont en adret et une en ubac (T2 talus herbeux en ubac, T3 sous toile en adret, T4 talus nu en adret, T5 talus herbeux en adret).

Pour décrire avec précision le talus étudié, nous avons réalisé 2 granoclassements de surface le long de deux transects verticaux, l'un sous toile de jute l'autre sur talus nu et 5 biomorphoséquences.

La présence en surface de matériaux de plus grande taille sur la parcelle avec toile de jute que sur celle au sol dénudé est une constante et confirme l'effet protecteur contre l'érosion de la toile de jute posée sur un sol un an avant la mise en place du dispositif.

■ La température

Nous souhaitons comparer les évolutions dans le temps et en fonction des conditions climatiques, des températures du sol des différentes placettes.

Pour ce faire, nous avons mesuré la température dans le sol à 5 cm de profondeur à l'aide de 5 sondes réparties entre les différentes placettes.

Les sondes température ont été installées dans des régions représentatives de l'aspect général de la surface du sol des différentes placettes. Pour ne tester que l'effet de la toile de jute sur la température du sol, la sonde a été placée en une zone où la végétation était absente. Nous avons procédé de même sur le talus nu, et placé au contraire la sonde de la placette T5 dans le sol en une région où la végétation était dense pour en évaluer l'effet sur la température du sol.

Une sonde placée à 1,5 mètres au-dessus du sol (hauteur standard définie par les centres de météorologie) nous a permis de connaître la température atmosphérique enregistrée au lieu du site et de la corrélérer avec la température enregistrée par Météo France à la station de Pré-Clot située à la même altitude et éloignée d'environ 1 km de la station d'étude.

Les températures relevées par les différentes sondes ont été enregistrées toutes les 6 minutes, pas de temps minimum de la station d'enregistrement (station Auteg, photo 4).

■ L'eau

L'humidité relative de l'air atmosphérique a été mesurée à l'aide d'un psychomètre relié à la station Auteg qui toutes les 6 minutes effectuait un relevé.

Concernant le sol, nous avons effectué des mesures de :

- teneur pondérale en eau du sol (ou humidité pondérale),
- teneur volumique en eau (ou humidité volumique) du sol.

Nous avons utilisé deux types de sondes TDR (Time Domain Reflectometry) : des sondes tritiges (Buriable) et des sondes bitiges (Connector).



▲ Photo 4. – Station d'enregistrement des températures (photo V. Magnin).

Ces sondes ne mesurent pas directement la teneur en eau volumique du sol mais le temps de transit du début à l'extrémité des sondes, d'un signal électromagnétique généré électroniquement, se propageant le long des guides d'onde.

La technique TDR permet de déterminer la teneur en eau volumique des sols par la mesure du temps de transit d'un signal électrique le long de guides d'onde, dont la valeur dépend de la constante diélectrique relative apparente des sols qui est elle-même essentiellement fonction de leur teneur en eau volumique (quand le signal électrique appartient au domaine des hyperfréquences).

La formule établie par Topp et al. en 1980 permet d'exprimer la teneur en eau en fonction de la constante diélectrique relative apparente des sols.

Cette formule n'étant valable que pour le sol américain testé par ces chercheurs, nous avons réalisé une calibration qui détermine le coefficient par lequel la formule doit être multipliée pour être applicable au sol du talus de la Béarde que nous avons étudié.

■ Etude granulométrique

Elle nous a aidé à comprendre le fonctionnement hydrique du talus et à définir les différents "types" d'eau que nous étions susceptibles de trouver dans le sol.

Nous avons uniquement fait la mesure de la granularité du sol par tamisage à sec.

Résultats et interprétation

Les températures relevées toutes les 6 minutes ont été enregistrées du 17 juin au 3 juillet et du 18 juillet au 3 août.

Au regard des résultats obtenus, nous avons remarqué la cyclicité des variations journalières de la température du sol ou de l'atmosphère.

Les températures du sol sont de manière générale relativement basses à l'aube, elles augmentent ensuite progressivement pour atteindre un sommet (sous l'effet du seul apport externe d'énergie du système terre-atmosphère qu'est le rayonnement du soleil) puis, vers le milieu de l'après-midi, elles commencent à chuter et à l'aube du jour suivant le phénomène se reproduit et ainsi de suite.

L'allure générale des courbes est identique d'une placette à l'autre. Cependant, les calculs de moyenne et d'écart type, viennent confirmer l'observation visuelle des courbes selon laquelle, les écarts maximum de température entre le jour et la nuit sont fonction de la "nature" du sol considéré.

Les écarts de température à la moyenne sont de :

$\sigma = 4.07^\circ$ pour le sol nu,

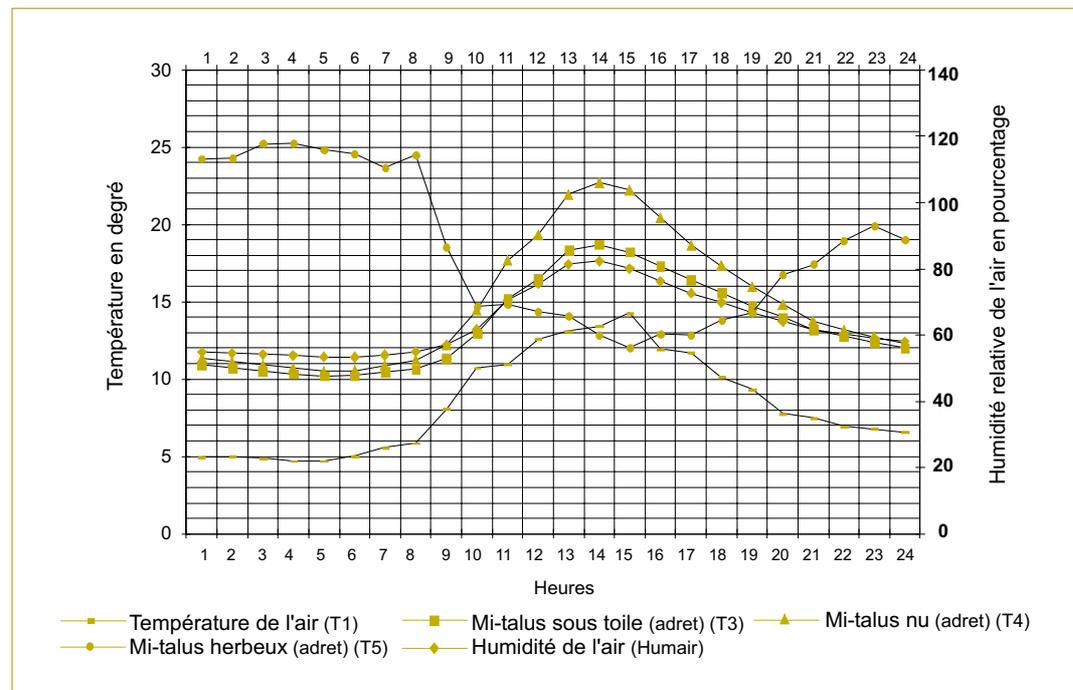
$\sigma = 2.86$ sous la toile de jute,

$\sigma = 2.09^\circ$ pour le talus subnaturel couvert de végétation.

Quelle que soit la placette considérée, les courbes des températures tendent à se superposer la nuit. Ce sont les températures édaphiques diurnes qui accusent le plus de différence pour une même heure (graphique 1).

Les écarts commencent à se creuser vers 8h30 TU lorsque les premiers rayons directs du soleil atteignent le talus, ils sont à leur maximum à 14h30 TU de manière synchrone pour les placettes T3 et T4.

Concernant la courbe de T5, elle atteint son maximum avant, vers 13h30 TU. Elle présente donc un déphasage d'environ 1 heure par rapport aux courbes de T3 et T4. Dans l'après-midi, les courbes décroissent pour finir par se rejoindre au courant de la nuit.



▲ Graphique 1. – Moyennes horaires des sondes T3, T4 et T5 dans la journée du 23/06/97.

La toile de jute par son effet d'ombre, réduit l'intensité des radiations solaires au sol (R. J. Rickson, 1995). La quantité de chaleur par unité de temps reçue par T3 est donc inférieure à celle reçue par T4. C'est une des raisons qui permet d'expliquer les températures horaires plus faibles sous toile qu'en dehors toile (placette T4).

La nuit, les sondes T3 et T4 enregistrent des valeurs similaires, la toile de jute ne semble pas avoir d'effet sur la déperdition de chaleur du sol via l'atmosphère. La toile de jute ne semble donc pas gêner les échanges thermiques entre le sol et l'atmosphère.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer que les caractéristiques microclimatiques au sol en été sont davantage en corrélation entre le talus sous toile et le talus subnaturel, qu'entre ce même talus sous toile et le talus nu.

D'un point de vue thermique, la toile de jute a tendance en été, à conférer au sol un comportement se rapprochant de celui de la végétation.

Rappelons l'exemple qu'aux basses températures atmosphériques, le bilan thermique du sol du talus recouvert par de la toile serait supérieur à celui du sol nu, elle permet ainsi d'avoir au sol des températures plus favorables aux premiers processus du développement des végétaux.

Au printemps, la toile de jute protège du gel qui s'avère souvent létal pour la graine en phase de réhydratation et pour le jeune plant.

La toile de jute est capable d'absorber jusqu'à 5 fois son poids en eau, les essais de simulation de pluie ont confirmé cette propriété. La toile imbibée d'eau intercepte une bonne partie de

l'énergie solaire utilisée à l'évaporation de son eau. Le sol reçoit alors moins de chaleur, l'eau qu'il contient s'évapore moins vite que celle du sol du talus nu.

De plus nous avons constaté dans les 5 premiers centimètres du sol qu'elle restitue lentement une partie de son eau au sol et participe ainsi à l'alimentation en eau des végétaux.

Ces premiers résultats attesteraient donc d'un effet tampon de la toile de jute sur les flux thermiques et hydriques au niveau du sol.

Obtenus par le moyen d'une étude sur site, ces quelques résultats sont aujourd'hui confirmés à plus grande échelle par le succès de nombreux chantiers en altitude mettant en œuvre de la toile de jute avant semis sur des surfaces importantes à forte pente.

Des recherches sont actuellement poursuivies sur ce sujet dans le cadre d'une thèse en contrat CIFRE. Elles portent sur l'étude des transferts hydriques et thermiques ainsi que sur leur retentissement sur la végétation au sein du continuum sol-plante-géotextile-atmosphère (SPGA), soumis à des conditions climatiques défavorables au développement des plantes (stress hydrique, chocs thermiques...). La généralisation du fonctionnement du système SPGA par le biais d'un modèle numérique constituera le principal aspect original de cette recherche.

A terme, ce projet vise à définir les conditions d'application des géotextiles biodégradables quand ils sont utilisés pour le reverdissement des sites terrassés. Il s'intéresse aussi à l'éventuelle mise au point d'un matériel innovant destiné à la stabilisation des travaux d'aménagement en site sensible où les sols sont exposés à des phénomènes d'érosion superficielle importants. ■

Résumé

La végétalisation des talus vise essentiellement à lutter contre l'érosion. Les opérations de végétalisation sont souvent précédées de pose de matériaux biodégradables pour fixer le sol. Un dispositif de mesure a été mis en place sur le talus amont d'une route de montagne (La Bérarde – Isère) pour étudier l'effet toile de jute sur les facteurs influant de la germination (température, humidité). La toile a un effet important sur ces deux facteurs, elle confère au sol un comportement se rapprochant de celui de la végétation.

Abstract

The principal aim of revegetating slope down embankments is to control erosion. In order to fix the soil, biodegradable materials are often lie on the ground before the start of revegetation procedures. A measuring device was set up on the upstream embankment of a mountain road (La Bérarde, Isère Dept., France) for studying the influence of jute net on germination factors (temperature, humidity). The jute does have a significant effect on both factors, by conferring to the soil a type of behaviour similar to vegetation.