

## Caractérisation de l'éclairage sous un couvert agroforestier

Meloni S.

Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables

Zaragoza : CIHEAM  
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 12

1995  
pages 239-242

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=96605528>

To cite this article / Pour citer cet article

Meloni S. **Caractérisation de l'éclairage sous un couvert agroforestier.** *Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables*. Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 239-242 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 12)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Caractérisation de l'éclairement sous un couvert agroforestier

Meloni Sylvie

Cemagref - Division Techniques Forestières, Domaine de Lалуas 63200 Riom - France

**Summary :** Agroforestry system represents a way to maintain sustainable agriculture in Europe. Some problems are still unsolved like the evolution of the system. Resource partitioning is essential in such a pattern because there is a competition between trees and grass of the understory. This work treats radiation interception by the trees. To analyse light partitioning in an agroforestry system, a radiative transfer model is used. The model simulates the transmitted radiation through the trees. First, this model has to be tested with an agroforestry system. Some measures were taken under wild cherries planted in a 4 m x 4 m disposition with mobile sensors. Data about trees structure were collected. Simulations of radiation interception were made. Measures and simulations have been compared to make a validation of the model. Intermediate results have been carried out about the variability of tree structure. We have to link them with the variability of the radiation under the trees. These results have to be used to understand the influence of overstory structure on the radiation available for the understory.

**Key-words :** agroforestry - radiative transfer model - light partitioning

L'association sur un même terrain d'un pâturage et d'une culture d'arbres produisant du bois de qualité représente aujourd'hui un nouveau schéma d'agriculture durable proposée pour l'Europe : c'est une forme d'agroforesterie pour milieu tempéré. Les quelques expériences en cours sur la mise en place de parcelles agroforestières ne permettent pas encore de répondre à toutes les questions sur l'évolution et la pérennité du système ; le problème est le suivant : comment se maintiendra la production d'herbe au fur et à mesure de la croissance des ligneux, et avec quel niveau de rentabilité ?

Prévoir l'évolution d'une association agroforestière passe par la connaissance des interrelations entre la croissance de l'arbre et celle de l'herbe sur un plan spatio-temporel. L'étude et la compréhension du partage des ressources doit permettre de définir le système le mieux adapté à chaque situation (espèces utilisées, dispositif de plantation, date de mise en place, etc.). Cette approche implique l'étude de divers facteurs, de type agronomiques, écologiques et physiologiques.

La lumière permet la croissance et le développement des plantes. Dans un système agroforestier (système à double strate), la compétition pour la lumière est importante : le rayonnement solaire traversant les arbres est en partie absorbé, en partie réfléchi vers le ciel et en partie transmis à l'herbe. Le rayonnement disponible pour la strate inférieure a donc deux composantes : une composante directe (rayonnement provenant directement du soleil ou de la voûte céleste) et une composante transmise (rayonnement modifié en quantité et en qualité au contact de la strate supérieure). Pour caractériser la dynamique de la compétition entre les différentes strates, on recherche une loi de variation de l'éclairement sous les arbres. Le travail en cours sur la validation d'un modèle de transfert radiatif appliqué à un couvert agroforestier nous permet de dégager des résultats intermédiaires présentés dans ce document.

## MATERIEL ET METHODE

### Description du modèle

De nombreux modèles de transfert radiatif sont disponibles dans la bibliographie. Pour caractériser l'éclairement au niveau de la strate herbacée d'un couvert agroforestier (couvert discontinu) nous avons choisi un modèle qui tient compte de l'hétérogénéité du couvert, du rayonnement incident diffus et qui peut s'appliquer sur toute gamme de longueur d'onde

(Sinoquet, 1988). C'est un modèle statistique : il est basé sur une discrétisation de l'espace en cellules tridimensionnelles. Il s'applique aux couverts présentant une structure périodique.

On part d'une maille élémentaire couvrant une période du couvert qui, décrite précisément, suffit à représenter l'ensemble du système. Sur cette maille élémentaire, le volume compris entre le sol et le haut de la végétation est structuré en couches horizontales puis en tranches verticales dans deux directions perpendiculaires. L'intersection d'une couche et de deux tranches forme une cellule. Chaque cellule contenant de la végétation est définie par sa position (coordonnées x, y z), son contenu (feuille ou éléments ligneux), sa densité de surface foliaire ou sa densité de ligneux, une distribution d'inclinaison foliaire ou une distribution d'inclinaison des branches et tronc. A partir de cette description, de caractéristiques du rayonnement incident (hauteur et azimuth du soleil, rapport rayonnement diffus/rayonnement global) et des propriétés optiques des éléments de végétation, le modèle calcule, le chemin des rayons à travers la végétation et leur extinction. On obtient finalement le rayonnement transmis moyen au sol.

Ce modèle a été testé sur des cultures associées en rangs alternés ; dans le cas d'un système agroforestier, la différence de structure du couvert végétal impose une validation spécifique et donc la confrontation de mesures de terrain et de simulations issues du modèle.

### Mesures du rayonnement transmis

Une plantation de merisiers à 4m x 4m a été choisie pour effectuer les mesures (Montoldre, Allier, France). Un système mobile de mesure du rayonnement a été mis au point et installé sur la parcelle. Les mesures sont effectuées entre quatre arbres et répétées sur quatre arbres voisins (mais non adjacents). Les capteurs utilisés (cellules PAR-IR/M Solems, Palaiseau - France) réagissent aux gammes de longueur d'onde suivantes : 400-700 nm et 400-1100 nm. La couverture de la surface comprise entre quatre arbres correspond à 1 capteur tous les 10 cm parallèlement aux rangs et 1 capteur tous les 20 cm perpendiculairement aux rangs soit 760 mesures dans 16 m<sup>2</sup>. Des capteurs disposés en dehors du couvert mesurent le rayonnement incident constituant les valeurs de référence. Les trois systèmes (un pour chaque zone de mesure et un pour le rayonnement incident) commandant la prise de mesure automatique par les capteurs sont reliés pour que les mesures soient synchrones.

### Description des arbres

Les mesures suivantes ont été faites entre le 17-05-1994 et le 09-06-1994 :

- sur le tronc : diamètre à 20 cm, longueur, hauteur d'insertion des ramifications d'ordre 1
- sur les ramifications : diamètre à 2 cm de l'insertion, longueur, angle par rapport à la verticale, angle azimuthal, hauteur d'insertion des ramifications d'ordre supérieure, hauteur d'insertion des rameaux courts et longueur de chaque feuille du rameau court.

Les mesures détaillées effectuées sur les arbres permettent de connaître exactement certains paramètres descriptifs (tab.1).

Tableau 1 : Caractéristiques des quatre arbres d'une zone de mesure

	Surface foliaire totale (en m <sup>2</sup> )	Diamètre base du tronc (en cm)	Hauteur houppier (en m)	Largeur de houppier (en m)	Hauteur bille de pied (en m)	Hauteur totale (en m)
Arbre 1	8,2	4,8	2,80	2,90	2,10	4,90
Arbre 2	4,6	4,4	2,70	2,10	2,00	4,60
Arbre 3	5,3	3,9	2,40	2,10	2,10	4,50
Arbre 4	1,8	3,2	2,50	1,40	2,10	4,60

## RÉSULTATS

### Variabilité de la strate arborée

On note une certaine homogénéité des arbres quant aux hauteurs de houppier et de bille de pied ; ce n'est pas le cas au niveau de la surface foliaire totale et de la largeur du houppier (fig.1).

La répartition de la surface foliaire à l'intérieur de la couronne représente un autre facteur de variabilité (fig.2). On doit tester l'influence de cette variabilité sur l'éclairement au sol.

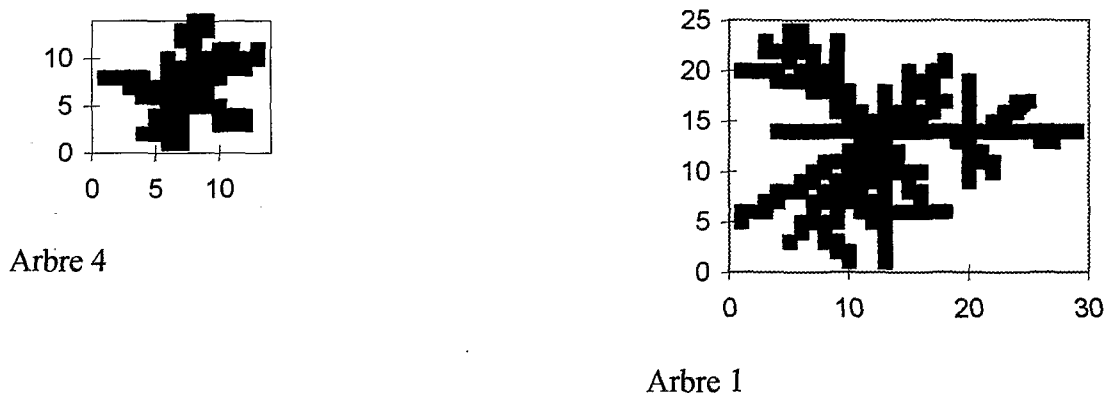


Figure 1 : Surface projetée au sol de deux arbres d'une zone de mesure. L'abscisse représente les coordonnées x des cellules, l'ordonnée représente les coordonnées y des cellules

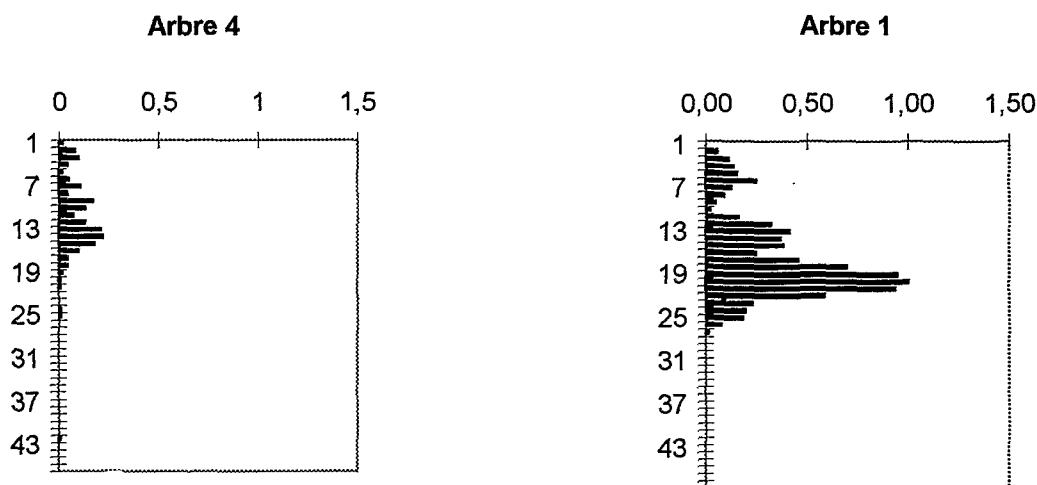


Figure 2 : Répartition de la surface foliaire dans les arbres 1 et 4. En ordonnée on trouve la position de la tranche z horizontale décrite en dizaine de cm. En abscisse est représentée la surface foliaire par tranche horizontale (en m<sup>2</sup>)

La quantité et la qualité du rayonnement transmis sont aussi fonction des propriétés optiques des feuilles traversées par le rayonnement incident. Ces propriétés optiques ont été mesurées sur des échantillons d'une dizaine de feuilles en septembre 1993, en mai 1994 et en septembre 1994. Les données utilisées sont (réflectance + transmittance) / 2, moyennées sur la gamme 400-700 nm et sur la gamme 700-1100 nm.

Au cours de la saison de végétation, les propriétés optiques des feuilles de merisiers évoluent mais, par commodité, toutes les simulations ont été conduites avec les moyennes suivantes :

gamme 400-700 nm.....0,1091  
 gamme 700-1100 nm .....0,4386



### Comparaison des mesures avec les sorties du modèle

Les mesures de rayonnement sous les arbres ont été confrontées aux résultats donnés par le modèle de simulation du transfert radiatif. Dans un premier temps, et pour voir l'effet de la différence de structure entre les arbres, les premières simulations sont effectuées comme si les quatre arbres limitant la zone de mesure étaient identiques (quatre fois l'arbre 1 ou quatre fois l'arbre 2 etc.). On note globalement une assez bonne adéquation entre mesures et simulations (même tendance générale). Cependant les quatre premières simulations (chacune avec un des arbres 1 à 4) montrent des différences avec les mesures (figure 3). On remarque la concordance entre les simulations des arbres 2 et 3 (arbres relativement proches dans leur structure), et la position moyenne de ces deux simulations.

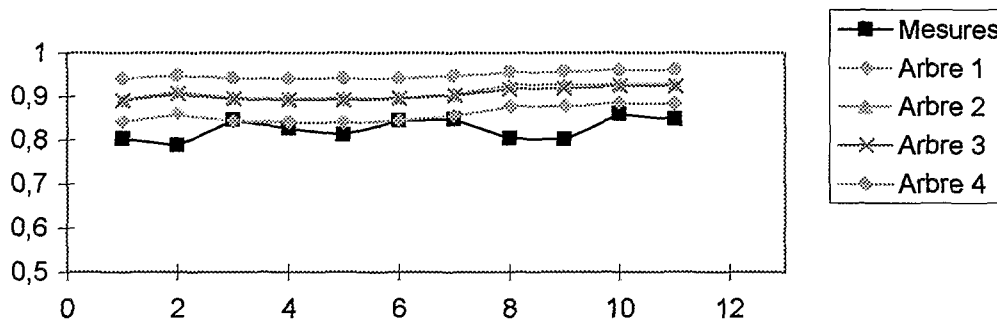


Figure 3 : Données simulées (Arbre 1 à 4) et données mesurées (mesures) lors de deux journées de mesures (de 10 heures à 15 heures locales). En abscisse est représentée la succession des mesures ; en ordonnée, le rayonnement transmis en pourcentage du rayonnement incident

C'est la simulation effectuée avec l'arbre 1 qui se rapproche le plus des mesures. Ceci pouvant s'expliquer par la position de l'arbre 1 : au sud-est de la zone de mesure, c'est lui qui conditionne le rayonnement de la zone jusqu'au midi solaire.

### CONCLUSION

Les résultats intermédiaires vont nous permettre d'analyser l'effet de différents paramètres (répartition de la surface foliaire, importance de la structure de l'arbre,...) sur la variabilité du rayonnement sous un couvert agroforestier. L'analyse plus détaillée des cinquante-trois simulations effectuées est en cours et devrait nous permettre de relier la variabilité du couvert à la variabilité du rayonnement au sol. Une première étape consiste à expliquer les différences obtenues entre mesures et simulations et à tester les corrections envisagées. Parallèlement, des cartographies du rayonnement obtenues grâce aux mesures sur la parcelle seront analysées. En même temps, des simulations utilisant les paramètres réels du terrain (avec un arbre différent à chaque coin de la zone de mesure, un calcul du rayonnement transmis à l'endroit exact où sont positionnés les capteurs sur le terrain, et une analyse des valeurs ponctuelles et non plus moyennes du transmis) permettront d'aller plus loin dans la validation du modèle. A terme, le modèle adapté devrait constituer un outil d'aide à la mise en place de systèmes agroforestiers en ce qui concerne les espèces et le schéma de plantation.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SINOQUET H., 1988. *Modélisation des échanges radiatifs de courte longueur d'onde dans certains couverts hétérogènes : cultures en rangs, cultures associées en rangs alternés*. Thèse Sciences Agronomiques . Institut National Agronomique Paris Grignon. 80p.