

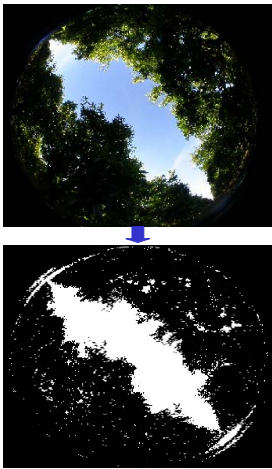
EVALUATION DE L'INDICE FOLIAIRE D'UN COUVERT D'ORANGER

Xhabba S. (1), Duchemin B. (2), Lahrouni A. (1), Boulet G. (2), Hadria R. (1), Er-Raki S. (1)

(1) Département de physique, Faculté des Sciences Semlalia, B.P 2390, Marrakech, Maroc. (2) CESBIO, 18 Avenue Edouard Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse cedex 9, France

Résumé Une méthode directe et deux techniques indirectes (LAI-2000 et photographie hémisphérique) ont été utilisées pour évaluer l'indice foliaire LAI d'un verger d'oranger d'Essâada à Marrakech. Les valeurs moyennes obtenues pour l'indice de surface de végétation VAI sont : $VAI_{LAI-2000}=1.61$, $VAI_{photo}=2.63$ et $VAI_{mes}=3.15$. Ces résultats montrent que la photographie hémisphérique approche mieux la mesure directe ; l'erreur est de 17%. Cette précision est considérée acceptable si on considère l'importante hétérogénéité du couvert d'oranger et la consommation énorme en temps par la mesure directe. Aussi, la comparaison de la valeur de VAI_{mes} à celui de LAI ($LAI_{mes}=3.03$), montre que la contribution des tiges d'arbre d'oranger dans le VAI est d'environ 4%. Ceci permet de conclure que, pour ce couvert, le VAI et LAI sont pratiquement similaires.

Photographie hémisphérique



1- Extraction et délimitation de la photo

La photo = matrice à n lignes et m colonnes. Elimination des lignes et des colonnes ayant une intensité lumineuse faible.

2- Binarisation de la photo

Distinction entre pixels végétation (noir) et pixels ciel (blanche).

3- Grille de zénith

4- Subdivision de la photo en anneaux et calcul de LAI

LAI-2000



Le LAI-2000 mesure le rayonnement visible capté, simultanément, par cinq anneaux ayant comme angle zénithal moyen 7°, 23°, 38°, 53° et 68°. Pour chaque angle, le rapport entre la valeur du rayonnement mesurée au dessous de la végétation et celle mesurée au dessus donne la transmittance relative à cet angle $T(\theta)$.

Théorie

$$T(\theta) = \exp[-G(\theta) \mu S(\theta)], \quad G(\theta)\mu = \frac{\ln T(\theta)}{S(\theta)} = -K(\theta)$$

$$\mu = \int_0^{\pi/2} \frac{-\ln T(\theta)}{S(\theta)} \sin\theta d\theta, \quad LAI = \mu z, \quad S(\theta) = \frac{z}{\cos\theta} \quad (z = c^0)$$

$$LAI = 2 \int_0^{\pi/2} -\ln(T(\theta)) \cos\theta \sin\theta d\theta$$

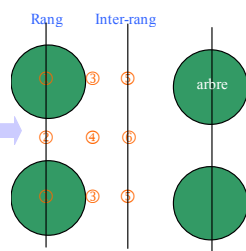
$K(\theta)$: fréquence de contact rayonnement-végétation,
 $S(\theta)$: longueur du chemin que parcourt le rayonnement dans le couvert,

μ : densité de feuillage,
 z : hauteur de la végétation,
 θ : angle zénithal du rayonnement.

Indirectes

Le couvert végétal étudié est le verger d'oranger d'Essâada (variété Nour, densité 3m.5m) qui se trouve à 15 km à l'Ouest de Marrakech (31°37'N, 08°09'W). La mesure indirecte de $T(\theta)$ a été réalisée, par le LAI-2000 et la photographie hémisphérique, selon un protocole adapté à la structure de ce type de couvert: deux positions selon le rang (positions ① et ②), deux autres selon l'inter-rang (positions ⑤ et ⑥) et en fin deux selon 1/4 d'inter-rang (positions ③ et ④).

Mesures expérimentales

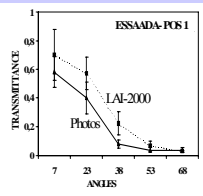


directes

La mesure directe de LAI et VAI est faite en séparant les feuilles aux tiges de plusieurs troncs coupés. La surface des feuilles est mesurée sur un échantillon et la surface totale est déterminée par rapport de masses. Pour les tiges, la surface de chaque morceau est déterminée par la relation: longueur x diamètre x $\pi/2$. La méthode directe permet donc de mesurer le LAI et le VAI et par suite la contribution des tiges dans le VAI.

Résultats

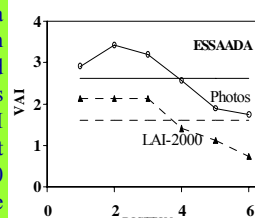
Transmittance: Quelles que soit la position de mesure, les $T(\theta)$ obtenues par les deux méthodes sont souvent très proches (figure ci-contre, position ①); les différences sont généralement inférieures à 15%.



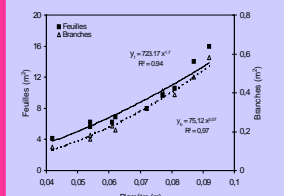
Variation de la transmittance en fonction de l'angle zénithal. LAI-2000 Photos. A l'exception de deux angles zénithaux à la position ④, les transmittances obtenues par LAI-2000 sont supérieures à celles des photos hémisphériques. Ceci peut être expliqué par le fait que LAI-2000 reçoit, en plus du rayonnement diffus qui arrive directement sur les capteurs, une quantité de rayonnement transmise ou rediffusée par le feuillage [3]. Par contre, pour les angles de vue 7° et 23° de la positions ④, les mesures de LAI-2000 sous-estiment celles des photos. Ce résultat est probablement dû à l'utilisation des caches-opérateurs pour le LAI-2000.

Indice de végétation, VAI: la figure ci-dessous, montrent que l'effet de la position sur la valeur de VAI est important: les différences entre les positions peuvent atteindre 1.5. Ceci montre l'importance du protocole expérimental pour des couverts à structure et géométrie complexes.

La différence entre les $VAI_{LAI-2000}$ VAI_{Photos} est généralement inférieure à 0.7. ce qui est jugé acceptable pour ce type de techniques indirectes. Pour la position ② cette différence atteint 1.2. Ces différences donnent une indication sur la précision de la méthode lorsque l'on considère en regard des valeurs moyennes de VAI obtenues ; 1.71 et 2.63 pour LAI-2000 et la photographie respectivement.



L'évolution des surfaces des feuilles et des branches en fonction du diamètre du tronc sont de



type $y = aX^b$ (Figure ci-dessus). L'utilisation des deux équations empiriques obtenues à donné: $LAI_{mes}=3.03$ et $VAI_{mes}=3.15$.

⇒ les tiges représentent ≈ 4% dans le VAI. ($LAI \approx VAI$).

⇒ la photographie hémisphérique ($VAI_{Photos}=2.63$) approche le VAI mesurée à une erreur de 17%.

⇒ pour le LAI-2000, le résultat est non encourageant (l'erreur d'estimation de VAI est d'environ 50%).