

Année de l'AAP : 2007

Project N° 07059 Achevé

Titre du projet : Modéliser l'architecture de la canopée pour améliorer la description génotype-environnement par télédétection
--

Unité responsable du projet : EMMAH (Environnement Méditerranéen et modélisation des agro-hydrosystèmes) (INRA)

Porteur de projet : Frédéric Baret (baret(a)avignon.inra.fr)

Pays associé au projet : Espagne

Unités de recherche du réseau scientifique d'Agropolis Fondation associés : LEPSE, LISAH

Sous-axes thématiques : DSTI-1: Innovations agro-environnementales, agro-écosystèmes, gestion des ressources

Objectifs :

Le développement durable s'appuie sur l'utilisation de techniques qui préservent l'environnement tout en satisfaisant aux besoins des principales activités humaines. La gestion de l'agriculture et des écosystèmes joue évidemment un grand rôle dans un tel dispositif. Les modèles de fonctionnement de la végétation fournissent des outils pratiques et efficaces pour évaluer l'empreinte écologique de la gestion du paysage et des pratiques agricoles. Ils peuvent être employés à des fins tant diagnostiques que pronostiques sur de larges superficies et fournissent des informations originales. Néanmoins, leur utilisation est actuellement limitée, car ils nécessitent de rentrer de nombreux paramètres, dont beaucoup sont mal connus et varient dans le temps et dans l'espace. La télédétection offre la possibilité d'observer fréquemment (tous les 5 ou 10 jours) de vastes superficies à une résolution spatiale décimétrique. Bien que la voie menant à combiner modèles de culture et observations par télédétection semble toute tracée, les progrès ont été ralentis par le manque d'adéquation entre la façon simple dont les modèles de culture décrivent l'architecture de la végétation et sa dynamique, d'une part, et les exigences élevées liées à la transformation du signal de télédétection en variables réelles sur l'état de la végétation à l'aide de modèles de transfert radiatif, d'autre part.

Ce projet vise à développer et à évaluer l'intérêt qu'il y a à combiner des modèles formels (architecture de la canopée) et fonctionnels (fonctionnement de la canopée), afin de mieux relier les observations obtenues par télédétection au fonctionnement du couvert et permettre une meilleure description génotype-environnement sur de grandes superficies. Il contribuera à offrir des outils d'aide à la décision pour une gestion de l'agriculture et du paysage en faveur du développement durable. Il préparera également des algorithmes d'interprétation pour l'exploitation des satellites d'étude des ressources terrestres de nouvelle génération, qui seront opérationnels au début de la prochaine décennie dans le cadre de l'initiative européenne de Surveillance globale pour l'environnement et la sécurité (GMES).

Le projet démontrera le bien-fondé de son approche en s'appuyant plus particulièrement sur une culture méditerranéenne : la vigne. Celle-ci a en effet déjà été étudiée par nos partenaires dans une perspective de modélisation de la végétation (STICS-vigne), de description de son architecture et de télédétection. Elle présente l'intérêt d'avoir une architecture de complexité moyenne.

Le projet construira principalement la chaîne des modèles couplés : transfert radiatif, architecture de la canopée et fonctionnement de la végétation.

Actions menées et résultats obtenus :

Revue de la littérature sur les deux aspects suivants: (i) Architecture de la vigne et modélisation et (ii) adaptation des modèles de fonctionnement à la vigne. Cette revue nous a permis d'identifier des travaux importants qui ont été utilisés dans les travaux présentés ci-dessous :

Développement d'un modèle d'architecture 4D de la vigne à partir des données expérimentales obtenues par Louarn (2005). Le modèle décrit l'architecture 3D à différents moments de la phénologie à partir d'un nombre réduit de paramètres et variables architecturales et botanique/physiologique. La version actuelle, implémentée en matlab, permet de simuler de manière continue l'architecture 3D de la vigne depuis le débourrement jusqu'à la période de développement végétatif maximal. Ce modèle permet de prendre en compte de manière réaliste la conduite de la culture, en particulier l'effeuillage/rognage. Le modèle ne prend pas encore en compte la sénescence.

Développement d'un modèle paramétrique de transfert radiatif, basé sur la paramétrisation des coefficients de diffusion estimés par lancer de rayon sur le modèle 4D de vigne.

Couplage du modèle architectural de vigne avec un modèle de fonctionnement (bilan hydrique) adapté à la vigne, en permettant de modéliser sa dynamique foliaire dans différents scénarios de stress hydrique.

Validation du modèle d'architecture+stress en mode direct avec données du surface foliaire mesurés en parcelles expérimentales. Les résultats générés par le modèle ont été cohérentes par rapport aux données réelles.

Analyse exploratoire sur l'effet de l'architecture de la vigne dans la radiation interceptée et la réflectance à niveau de la couverture à partir des différents scénarios du stress hydrique. Cette analyse a permis de comprendre comment des aspects en relation avec la gestion du feuillage (mode de conduite de la vigne, rognage) déterminent la réponse spectrale de la couverture.

Articles :

F. Baret, B. de Solan, R. Lopez-Lozano, Kai Maa, M. Weiss. 2010 GAI estimates of row crops from downward looking digital photos taken perpendicular to rows at 57.5° zenith angle: Theoretical considerations based on 3D architecture models and application to wheat crops. *Agricultural and Forest Meteorology* 150 (2010) 1393–1401

Lopez-Lozano, R., Baret, F., Garcia de Cortazar, I., Bertrand, N. and Casterad, M. A. 2009: Optimal geometric configuration and algorithms for LAI indirect estimates under row canopies: The case of vineyards. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1307-1316.

R. Casa, F. Baret, S. Buis, R. Lopez-Lozano, S. Pascucci, A. Palombo and H. G. Jones. 2009 Estimation of maize canopy properties from remote sensing by inversion of 1-D and 4-D models. Volume 11, Number 4, 319-334, DOI: 10.1007/s11119-010-9162-9

R. López-Lozano, F. Baret, I. García de Cortázar Aauri, B. Tisseyre and E. Lebon, "Reflectance modeling of vineyards under water stress based on the coupling between 3D architecture and water balance model", *Proc. SPIE 7472, 74720H* (2009); doi:10.1117/12.830057

Perspectives :

Dans le cadre du projet Vinnotec, coordonné par B. Tisseyre (UMR ITAP) on continuera vers l'application opérationnelle des modèles 3D dans l'estimation de la vigueur de la vigne à partir de la télédétection (satellitaire et aéroportée), et notamment sur les aspects:

- Analyse des incertitudes associées à l'architecture de la vigne dans l'estimation de la vigueur (surface foliaire, porosité) à partir des données de réflectance.
- Mise à point d'une méthode opérationnelle pour l'estimation de la vigueur de la vigne à partir de données radiométriques observées dans des parcelles expérimentales de vigne.

Financement total par Agropolis Fondation : 59 746 € (salaire pour un post-doctorant, frais de fonctionnement)

Catégorie(s) de soutien : allocation post-doctorale

Durée du projet : 2 janvier 2008 – 30 septembre 2009

Mots clés : canopée – modélisation – génotype – télédétection – vignoble – architecture – développement durable