



PROPOSITION DE THESE

Optimisation de systèmes de production agri-voltaïques par modélisation de la productivité de cultures partiellement ombragées par des panneaux photovoltaïques

Objectif finalisé : Conception de systèmes agri-voltaïques performants capables de produire à la fois de l'électricité et des produits agricoles sur les mêmes surfaces. Etablissement d'un éco-bilan de la filière agri-voltaïque

Objectifs scientifiques : Production de connaissances sur la productivité de cultures semi-ombragées ; Elaboration d'indicateurs de performances de systèmes mixtes combinant des productions d'énergie et de produits agricoles

Contexte et enjeux: Parmi les énergies renouvelables qui doivent être prioritairement valorisées pour faire face à l'épuisement des réserves d'énergies fossiles, l'énergie du rayonnement solaire est centrale. La filière photovoltaïque est actuellement la plus efficace, grâce à des facteurs de conversion de l'ordre de 15 à 20%, bien supérieurs à l'efficacité des processus photosynthétiques. Cependant, les centrales photovoltaïques implantées sur des terres agricoles sont fortement contestées. Nous nous proposons dans ce contexte de mettre au point des systèmes agri-voltaïques associant sur le même espace une production d'électricité photovoltaïque et une production agricole. Nous faisons l'hypothèse que la productivité de tels systèmes mixtes pourrait être nettement supérieure à celle de systèmes séparés, comme nous l'avons montré pour des systèmes agroforestiers, qui associent des arbres et des cultures. Pour évaluer cette filière totalement originale, nous proposons une approche expérimentale et par modélisation. Des prototypes de centrales photovoltaïques seront utilisés pour mesurer la production de cultures de sous-étage. Simultanément, les modèles de simulation des cultures seront améliorés pour mieux rendre compte du comportement de cultures à l'ombre, notamment en améliorant les concepts utilisés pour le calcul du bilan énergétique de la culture. Le couplage de modèles de production photovoltaïques et de modèles de culture améliorés permettra une optimisation du système agri-voltaïque, et d'établir un éco-bilan de cette filière.

Le candidat devra être titulaire d'un Master ou diplôme d'ingénieur en agronomie, en science de l'environnement, en bioclimatologie ou écophysiologie des plantes. Il devra être très intéressé par la modélisation des cultures et les méthodes appliquées à l'étude de sensibilité des modèles. Une connaissance du logiciel R serait un atout mais une formation sera assurée sur place. Le thésard s'impliquera dans la réalisation d'expérimentations sur des cultures en environnement ombragé par des panneaux photovoltaïques. Le doctorant bénéficiera d'un co-encadrement en agronomie (Christian Dupraz) et en modélisation (Sébastien Roux).

Calendrier prévisionnel

Année 1 : Conception d'une structure provisoire de prototype pour trois centrales agri-voltaïques à construire en 2010 chez les exploitants agricoles, à partir de l'utilisation de

modèles existants (Stics ; Hi-sAFe) pour dimensionner les ombrières photovoltaïques ; Etude de sensibilité des modèles de culture aux déficit lumineux ; Mise en place d'une expérimentation sous prototype en milieu contrôlé : suivi des réactions de différentes cultures. Article 1 sur la sensibilité des modèles de culture aux déficits lumineux

Année 2 : Amélioration des formalismes du modèle de culture pour rendre compte du comportement des cultures à l'ombre (distinction efficacité de capture et efficacité de conversion). Couplage du modèle de culture amélioré avec un modèle de production d'électricité photovoltaïque par les panneaux. Seconde année de validation sur le prototype en milieu contrôlé. Article 2 sur la validation des modèles de culture améliorés.

Année 3 : Etudes d'optimisations avec le modèle couplé. Validation sur centrales agri-voltaïques en situation réelle chez les exploitants. Etude de l'écobilan de la filière agri-voltaïque ; Rédaction de la thèse. Article 3 sur les études d'optimisation du système mixte agri-voltaïque.

Aspects pratiques :

Financement de la thèse : bourse CIFRE (Sun'R – ANRT)

Entreprise d'accueil : Société Sun'R, 7 rue de Clichy – 75009 PARIS, www.sunr.fr

Laboratoire d'accueil : UMR System, Montpellier, <http://umr-system.cirad.fr>

Directeur de thèse : Christian Dupraz dupraz@supagro.inra.fr

Formation doctorale : BSIAE, spécialité Fonctionnement des Ecosystèmes Naturels et Cultivés (inscription SUPAGRO)

La thèse sera réalisée à l'UMR System (INRA ; CIRAD ; Supagro) sur le campus de la Gaillarde à Montpellier. Période souhaitée pour le début de la thèse : dès que possible et si possible avant octobre 2009. Le thésard recevra un salaire d'au moins 23 484 € brut annuel sur trois ans (co-financement CIFRE-ANRT). Ce travail sera réalisé en collaboration avec l'équipe AMPLUS (Analyse et modélisation du champ cultivé plurispécifique) de l'UMR System qui travaille déjà sur les cultures en environnement modifié dans le cadre de l'étude des systèmes agroforestiers.

Contact : Christian Dupraz, INRA, UMR System, dupraz@supagro.inra.fr; 04 99 61 23 39

Date limite pour faire acte de candidature : 30 juillet 2009, pour une inscription en thèse en septembre ou octobre 2009

Document plus complet décrivant les enjeux, le contexte, et la méthodologie envisagée disponible sur demande.