



Campagne de recrutement 2017 des contrats doctoraux
Ecole doctorale ED 548

Sujet de thèse : "Aide à la décision par fusion de signaux faibles et d'indicateurs appropriés pour la lutte intégrée en agriculture."

Directeur de thèse : M. Frédéric LAFONT (MCF HDR)
Co-encadrants: Mme. Nathalie PESSEL et M. Jean-François BALMAT
Contact : lafont@univ-tln.fr

Détails du projet : La prévention des maladies et attaques d'insectes nuisibles fait depuis toujours partie des préoccupations principales des agriculteurs. Depuis de nombreuses années, des travaux sur les stratégies de protection intégrée ont été réalisés par l'INRA (INRA-PIC Serre 2001/2004, ANR-ADD Ecoserre 2006/2009, INTERREG FIORBIO 2009/2012). Le but est de proposer des approches systémiques pour optimiser la production (coût/croissance) tout en réduisant l'utilisation des pesticides.

L'objectif de la thèse sera de proposer un système d'aide à la décision qui permette à l'agriculteur de lutter efficacement contre les maladies et les parasites des cultures sous serres. De plus, le microclimat sera géré de façon à favoriser la protection des plantes tout en optimisant leur croissance.

Ce système innovant (figure 1.) devra tenir compte:

- des moyens classiques qui pourront être mis en œuvre par l'agriculteur dans la lutte intégrée (auxiliaires biologiques et pratique des agriculteurs),
- de l'environnement des cultures (climat, type de parasites et de maladies, sol),
- de la connaissance des spécialistes des domaines (agriculteurs, agronomes,...),
- des données (à définir) permettant d'obtenir les signaux faibles et indicateurs pertinents.

Dans un premier temps nous nous proposons d'étudier des approches hybrides combinant des classificateurs flous à des systèmes à base d'apprentissage de type réseaux de neurones [26]. Pour interpréter la connaissance contenue dans les données, le système hybride sera couplé à un modèle probabiliste de type bayésien.

Un des verrous scientifique résidera dans la capacité de l'algorithme à prendre en compte les signaux faibles (signes avant-coureurs) à partir de la connaissance experte des agriculteurs. Enfin, sachant qu'un système à base de connaissances se complexifie en fonction du nombre d'informations à traiter, il sera nécessaire de proposer un algorithme capable de traiter un grand nombre de données d'entrée avec une architecture permettant de simplifier la conception du

système d'aide à la décision. Pour répondre à ces différentes problématiques, nous proposerons une architecture modulaire et hiérarchique. Enfin, un indice de confiance fiable sera associé à l'information proposée à l'utilisateur final.

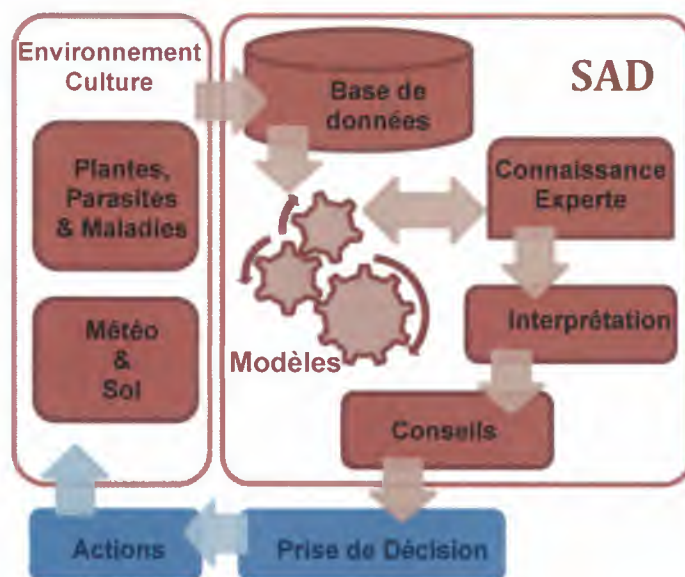


Figure 1. Schéma d'un Système d'Aide à la Décision innovant (SAD) pour la gestion des maladies des plantes.

Les enjeux : Amélioration de la production et diminution de l'utilisation des pesticides.

Les moyens : Une serre instrumentée implantée à l'Université de Toulon.

Les points forts :

- L'équipe ESCODI du LSIS a une expertise importante et reconnue dans le domaine du contrôle/commande des serres agricoles,
- Ce travail permettra de valoriser un outil expérimental,
- Des contacts ont été pris avec le Syndicat du Centre Régional d'Application et de Démonstration Horticole d'Hyères (SCRADH), la Chambre d'Agriculture du Var et Florisud Var Méditerranée,
- Possibilité de renforcer la coopération que nous avons initiée depuis quelques années avec le Mexique.

Quelques Références :

M. Marquez-Vera, JC. Ramos-Fernandez, LF. Cerecero Natale, **F. Lafont, JF. Balmat**, Jorge Esparza-Villanueva, "Temperature control in a MISO greenhouse by inverting its fuzzy model" , Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 124, pp. 168-174, 2016.

JC. Ramos-Fernandez, M. Marquez-Vera, LF. Cerecero Natale, **F. Lafont, JF. Balmat**, "Modelado difuso Takagi-Sugeno para sintonizar un controlador por calefaccion en un invernadero", Research in Computing Science, Vol. 92, pp. 69-80, 2015.

Philomine R, Gasenan N., Tauro J M., "A Study of Applications of Fuzzy Logic in Various Domains of Agricultural Sciences", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), 2015.

Lafont F., Balmat JF., Pessel N., Fliess M., "A model-free control strategy for an experimental greenhouse with an application to fault accomodation", Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 110, pp. 139-149 (2015), 2014.

Balmat JF., Lafont F., Maifret R., Pessel N., "A decision-making system to maritime risk assessment", Ocean Engineering, Vol. 38 (1), pp. 171-176, 2011.

Balmat JF., Lafont F., Pessel N., "Neural networks for system design to maritime risk assessment", *IEEE*, 4th International Conference on Intelligent Information Technology Application, 2010.

Ramos-Fernandez JC., Lopez-Morales V., **Lafont F.,** Enea G., Duplaix J., "A Neurofuzzy Structure Modelling Evapotranspiration in a Greenhouse Crop", Ingeniería Investigación y Tecnología., Vol. XI. Num.2. 2010, pp. 127-139, 2010.

Balmat JF., Lafont F., Maifret R., Pessel N., "Maritime RiSk Assessment (MARISA), a fuzzy approach to define an individual ship risk factor", Ocean Engineering, Vol. 36(15-16),1278-1286, 2009.

Rossi V., Caffi T., Salinari F., "Helping farmers face the increasing complexity of decision-making for crop protection", *Phytopathologia Mediterranea*, 2012.

Lafont F., Balmat JF., "Optimized Fuzzy Control of a Greenhouse" , *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 128, pp. 47-59, 2002.

Roussel O., Cavelier A., MG Van der Werf H., "Adaptation and use of a fuzzy expert system to assess the environmental effect of pesticides applied to field crops." *Agriculture, ecosystems & environment* 80.1 (2000): 143-158.