

PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Végétal, Animal, Aliment, Mer, Environnement »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

<p>Titre de la thèse :</p> <p>Vers un jumeau numérique basé sur les connaissances pour un système de production de tomates.</p> <p>Towards a knowledge-based DIGItal Twin for a tOMato production system</p>
<p>Acronyme : DIGITOM</p>
<p>Discipline de recherche 1 : Informatique</p> <p>Discipline de recherche 2 : Modélisation</p>
<p>Trois mots-clés :</p> <p>jumeau numérique, ontologie, écophysiologie</p> <p>digital twin, ontology, ecophysiology</p>
<p>Etablissement d'inscription : Institut-Agro Rennes-Angers</p>
<p>Unité d'accueil : UMR 1345 IRHS / UPSP EPHOR</p>
<p>Nom, prénom du directeur·rice de thèse (HDR indispensable) : Gerhard Buck-Sorlin</p> <p>Adresse courriel : gerhard.buck-sorlin@agrocampus-ouest.fr</p> <p>Nom, prénom du co-encadrant·e de thèse 1 (le cas échéant) : Julie Bourbeillon</p> <p>Adresse courriel : julie.bourbeillon@agrocampus-ouest.fr</p> <p>Nom, prénom du co-encadrant·e de thèse 2 (le cas échéant) : Etienne Chantoiseau</p> <p>Adresse courriel : etienne.chantoiseau@agrocampus-ouest.fr</p>
<p>Contact(s) (adresse postale) :</p> <p>L'Institut Agro Rennes-Angers, 2 rue André Le Nôtre, F-49045 Angers cedex 01</p>
<p>Mode de recrutement (cf. Guide du recrutement)</p> <p>Le mode de recrutement du·de la doctorante dépend de la nature du financement du projet de thèse.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Concours (CDE)</p>

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Contexte socio-économique et scientifique : (10 lignes)

Dans le contexte de défis tels que le changement climatique, la pénurie de main-d'œuvre, la pression exercée par de nouveaux ravageurs et maladies, les réglementations relatives à l'utilisation des pesticides, la production de cultures horticoles est devenue une entreprise difficile. Il existe un réel besoin de développer de nouveaux systèmes de production qui permettent de surmonter ces obstacles. Parallèlement, d'énormes progrès ont été réalisés récemment aux frontières des sciences de l'information, de l'intelligence artificielle et de la technologie des capteurs. Des modèles de plantes en 3D représentant le développement architectural et physiologique des plantes dans l'espace et dans le temps à différentes résolutions sont désormais disponibles, ce qui rend possible la création d'un jumeau numérique horticole. Un tel jumeau numérique (c'est-à-dire un modèle multi-échelle capable de mettre à jour ses paramètres automatiquement) serait un outil in silicopuissant nous permettant d'optimiser rapidement les systèmes de production existants et d'en proposer de nouveaux.

Hypothèses et questions scientifiques (8 lignes)

Un jumeau numérique consiste en un assemblage de modèles multi-échelles et multi-paramétriques. La question est alors d'interconnecter au mieux ces modèles, et de raisonner des simplifications à l'échelle du jumeau numérique. Nous avons donc besoin d'automatiser l'exploration de ces différentes échelles. Ceci peut être réalisé grâce à une représentation formelle du paysage multidimensionnel des échelles et des paramètres à travers une ontologie. L'objectif de cette thèse est de naviguer dans l'ontologie pour déterminer ce qui est pertinent en comparant des données simulées avec des données réelles. Le défi est de réaliser une telle comparaison en développant une méthode pour passer automatiquement d'une échelle à l'autre, sans perdre d'informations essentielles.

Principales étapes de la thèse et démarche (10-12 lignes)

1. Caractériser le paysage multidimensionnel des échelles et des paramètres : Inventaire des modèles de photosynthèse et de production de biomasse (en particulier pour la tomate), caractérisation des paramètres clés pour créer une ontologie décrivant le paysage des paramètres de chaque modèle.
2. Construire le système d'intégration : Définir comment transférer les données entre les modèles écophysologiques et les échelles, et les représenter dans l'ontologie pour le cas de la culture de la tomate. Exploiter les informations pour décrire comment utiliser les résultats d'un modèle dans un autre.
3. Essais en serre : Définir comment mesurer l'environnement et les plantes au niveau de détail souhaité pour le(s) modèle(s) considéré(s), sur la base des résultats du système (résultats du point 2).
4. Affiner le système d'intégration : Comparer les résultats expérimentaux avec le système d'intégration afin d'améliorer la représentation. Un deuxième ensemble de données expérimentales peut être utilisé pour valider les corrections apportées.

Approches méthodologiques et techniques envisagées (4-6 lignes)

La première étape est une comparaison bibliographique et une analyse du code des différents modèles, puis la proposition d'un (re)codage des modèles (modèle structure-fonction de la plante, modèle basé sur les procédés, ou modèle 3D de la serre) basé sur une ontologie à créer. Ce travail sera suivi d'analyses de sensibilité, d'études d'optimisation, de simulation de scénarios et de validation dans GroIMP et/ou R. La validation sera assurée par des expérimentations prévues dans le cadre du projet ANR JCJC INHERSEED de Marie Simonin (Emersys) (2024-2028).

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

Le candidat doit avoir de solides compétences dans au moins deux des domaines suivants : bio-informatique, sciences des données, informatique ou sciences végétales. Le candidat doit être à l'aise avec la programmation (la connaissance du langage JAVA serait un plus) et doit avoir un intérêt marqué pour l'agronomie (ou les sciences végétales) et être prêt à mener des expériences en interaction avec des agronomes. Les candidatures avec un diplôme en science des données et en sciences végétales seront appréciées.

La langue de travail du doctorat est le français ou l'anglais. Bien que des compétences suffisantes en anglais, à l'oral et à l'écrit, soient indispensables pour la communication scientifique, les candidats étrangers ayant au moins une connaissance de base de la langue française ou la volonté de l'apprendre auront un avantage.

ENCADREMENT DE LA THÈSE

Nom de l'unité d'accueil : IRHS	Nom de l'équipe d'accueil : ImHorPhen
Nom de la directrice de l'unité : Marie-Agnès Jacques	Nom du responsable de l'équipe : David Rousseau
Coordonnées de la directrice de l'unité : marie-agnes.jacques@inrae.fr	Coordonnées du responsable de l'équipe : david.rousseau@univ-angers.fr
<p>Directeur de thèse</p> <p>Nom, prénom : Buck-Sorlin Gerhard</p> <p>Fonction : Professeur</p> <p>Date d'obtention de l'HDR : 11/06/2011</p> <p>Employeur : Institut-Agro Rennes-Angers</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 40</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 0</p> <p>Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 0</p>	
<p>Co-encadrante de thèse 1</p> <p>Nom, prénom : Bourbeillon Julie</p> <p>Fonction : Maître de conférences</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur : Institut Agro Rennes-Angers</p> <p>École doctorale de rattachement : VAAME</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0</p>	
<p>Co-encadrant de thèse 2</p> <p>Nom, prénom : Chantoiseau Etienne</p> <p>Fonction : Maître de conférences</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur : Institut Agro Rennes-Angers</p> <p>École doctorale de rattachement : VAAME</p>	

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 30

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 1

Devenir des anciens doctorants du-de la directeur-riche et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)

Compléter les informations suivantes pour chaque ancien doctorant

Nom, prénom : WANG Wuqian

Date de début et de fin de thèse : 15.11.2017 – 25.2.2021

Direction de thèse : G. Buck-Sorlin, Etienne Bucher, François Laurens

Emploi actuel, lieu : Chercheur en génétique, Tongji University, Shanghai, P.R. China

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : post-doc

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Wang W, Celton JM, Buck-Sorlin G, Balzergue S, Bucher E, Laurens F. (2020). Skin Color in Apple Fruit (*Malus × domestica*): Genetic and Epigenetic Insights. *Epigenomes*. 4. 13. 10.3390/epigenomes4030013.

Nom, prénom : Ramananjatovo Toky

Date de début et de fin de thèse : 01/11/2018 - 15/03/2022

Direction de thèse : P. Cannavo, G. Buck-Sorlin, E. Chantoiseau

Emploi actuel, lieu : Chargé de projet à INRAE Transfert SAS (Paris-Saclay)

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDI

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Ramananjatovo T., Chantoiseau E., Guillermin P., Guénon R., Delaire M., Buck-Sorlin G., Cannavo P. (2021). Growth of Vegetables in an Agroecological Garden-Orchard System: The Role of Spatiotemporal Variations of Microclimatic Conditions and Soil Properties. *Agronomy*, 11(9), 1888. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091888>[7]
- Ramananjatovo T., Peugeot J., Guillermin P., Chantoiseau E. Delaire M., Buck-Sorlin G., Guénon R., Cannavo P. (2023). Apple trees enhance soil organic matter and soil microbial activity in a garden-orchard system. *Acta Horticulturae*, 1375, 301–308. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1375.39>
- Ramananjatovo T., Chantoiseau E., Buck-Sorlin G., Guillermin P., Guénon R., Delaire M., Cannavo P. (2021). Microclimatic conditions affect lettuce growth in apple tree-lettuce intercropping. *Acta Horticulturae*, 1327, 237–244. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1327.31>
- Ramananjatovo T., Guénon R., Guillermin P., Chantoiseau, E., Delaire M., Buck-Sorlin G., Cannavo P. 2021. Dynamique de la matière organique du sol dans un système verger-maraîcher. *Comifer. Les Matières Organiques dans les Sols agricoles*, Clermont-Ferrand.

Publications majeures des 5 dernières années du/de la directeur-riche de thèse et co-directeur(s)/co-encadrant(s) sur le sujet de thèse :

- Alix Pernet, Rayan Eid, Claudine Landès, Emmanuel Benoît, Pierre Santagostini, et al. Construction of a semantic distance for inferring structure of the variability between 19th century Rosa varieties. IHC 2022 31st International Horticultural Congress, Aug 2022, Angers, France.
- Rayan Eid, Claudine Landès, Alix Pernet, Emmanuel Benoît, Pierre Santagostini, et al. DIVIS: a semantic Distance to improve the VISualisation of heterogeneous phenotypic datasets. *BioData Mining*, 2022, 15 (1), pp.10. <10.1186/s13040-022-00293-y>.
- Stauffer, V., Leseur, T., Grisey, A., Colin de Verdière, P., Bournet, P.E., Chantoiseau, E., Julien, N., Boulard, T. and Darfeuille, B. (2020). Energy balance and climate control assessments in greenhouse projects using Hortinergy, a friendly scientifically based web tool. *Acta Hortic.* 1296, 41-48 DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1296.6
- Henke, M., & Buck-Sorlin, G. (2017). Using a full spectral raytracer for calculating light microclimate in functional-structural plant modelling. *Computing and Informatics*, 36(6), 1492-1522.
- Chen, T. W., Henke, M., de Visser, P. H., Buck-Sorlin, G., Wiechers, D., Kahlen, K., & Stützel, H. (2014). What is the most prominent factor limiting photosynthesis in different layers of a greenhouse cucumber canopy? *Annals of botany*, 114(4), 677-688.

FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : CPER (Institut Agro Rennes-Angers / Région Pays de la Loire)
Salaire brut mensuel : 2100 € in 2024
État du financement de la thèse : Acquis
Date du début/durée du financement de la thèse (Au format JJ/MM/AA, pour renseigner le contrat) : 01/10/2024 -36 mois

Date : 19/01/2024

Nom, signature du/de la directeur·rice d'unité : Marie-Agnès Jacques



Nom, signature du/de la responsable de l'équipe : David Rousseau



Nom, signature du/de la directeur·rice de thèse : Gerhard Buck-Sorlin

