

Sujet de thèse:

Modélisation des contraintes opérationnelles d'une exploitation agricole pour un conseil agronomique réaliste

Contexte

Le conseiller technique agricole (CTA) joue un rôle clé pour accompagner les agriculteurs vers une gestion plus durable et plus résiliente de leurs exploitations agricoles. Le CTA apporte une expertise technique pour diagnostiquer, proposer de nouvelles pratiques adaptées au contexte pédologique et climatique de l'exploitation agricole en vue, par exemple, de limiter l'usage des intrants (eau, fertilisants, etc.) et/ou d'en optimiser l'usage. En fournissant un accompagnement personnalisé et de qualité, le CTA permet aux agriculteurs de prendre de meilleures décisions, ce qui participe à la réussite de la transition de l'agriculture. Actuellement, le CTA est capable d'intégrer une forme de complexité biologique, environnementale, réglementaire, etc. dans l'élaboration de ces conseils. Toutefois, chaque exploitation est unique de par sa localisation et son histoire. La surface totale, le nombre et la répartition des parcelles, la distance entre les parcelles et le cœur de l'exploitation, ainsi que la puissance et la capacité des équipements disponibles peuvent varier d'une exploitation agricole à l'autre. Ces éléments intrinsèques définissent des contraintes et vont influencer la manière dont les préconisations prodiguées par le CTA peuvent être mises en œuvre. Par exemple, une exploitation avec de petites parcelles éloignées nécessitera des solutions différentes de celles d'une exploitation avec de grandes parcelles regroupées et un équipement puissant. La prise en compte de ces éléments requiert des connaissances en physique (hydraulique, mécanique, fluide, logistiques, etc.), elle requiert aussi de prendre en compte des contraintes opérationnelles (pénibilité, vitesse de travail, temps de travail, etc.) qui relèvent de la gestion des interventions au champ. Ces aspects sont rarement pris en compte par le CTA, ce qui peut conduire à une préconisation pertinente d'un point de vue agronomique mais difficilement applicable sur le terrain. L'objectif de la thèse est de concevoir des méthodes permettant au CTA d'intégrer naturellement et aisément ces contraintes opérationnelles dans son conseil.

Objectifs opérationnels

Il s'agit de proposer un cadre général permettant de décrire les contraintes spatiales, temporelles et organisationnelles d'une exploitation agricole à partir d'une typologie d'interventions afin de pouvoir paramétrer aisément puis optimiser un modèle d'aide à la décision agronomique prenant en compte les contraintes opérationnelles propres à chaque exploitation.

Les livrables attendus sont i) un modèle générique permettant de décrire les contraintes opérationnelles d'une exploitation agricole, le travail se focalisera dans un premier temps sur l'exploitation viticole, ii) un modèle de décision pour une intervention culturale, a priori la décision d'irrigation et l'optimisation de la ressource en eau en viticulture. A termes, le travail de thèse devra être implémenté dans la plateforme de conseil de l'entreprise partenaire (Fruition Sciences). Le/la doctorant.e sera ainsi impliqué.e dans cette implémentation, en collaboration avec un ingénieur développeur.

Objectifs scientifiques

Un rapide état de l'art a permis de constater que la prise en compte de contraintes opérationnelles d'une exploitation agricole est généralement abordée par des approches d'optimisation de parcours des machines ou de chantier (Bochtis et al., 2015), de piétons (Oger et al., 2021) ou de l'optimisation des processus en œuvre (Ding et al., 2018). Par ailleurs, les approches qui ont été développées sont souvent spécifiques à des organisations particulières comme les caves coopératives et les plateformes de collecte de produits agricoles (Lamsal et al., 2016), ou à des itinéraires spécifiques à certaines cultures (Sørensen, 2003). A notre connaissance, seuls Sørensen et Bochtis (2010) se sont intéressés à l'élaboration d'un cadre conceptuel général permettant de décrire la manière dont les interventions sont réalisées à l'échelle d'une exploitation agricole. Ce cadre permet de décrire l'allocation et la planification des machines pour une opération donnée. La procédure détermine l'allocation des champs (ou parties de champs) aux machines et/ou aux opérateurs disponibles, l'affectation des machines aux véhicules de support disponibles et le nombre d'unités de dépôt ou de remplissage (bennes, tank, etc.) qui seront utilisées, décrites par leur type (par exemple, mobiles, non mobiles), leur emplacement, leur capacité, leur temps de cycle, etc. Sørensen et Bochtis (2010) ont aussi mis en évidence la complexité d'une telle représentation qui implique des interactions entre les ressources disponibles (machines agricoles et personnes) et les sous-systèmes biologiques et météorologiques tels que les conditions des cultures, du sol et météorologiques.

Sur la base du cadre proposé par Sørensen et Bochtis (2010) (ou d'un autre cadre proposé dans la littérature jugé plus adapté au cours de la thèse), un premier objectif scientifique de la thèse sera de proposer un cadre général permettant de modéliser toutes les opérations en viticulture, y compris celles mobilisant des équipements fixes en relation avec l'irrigation. Ce cadre général sera appelé CGOV (Cadre Général de description des Opérations en Viticulture) dans le reste du document.

Sur la base d'exemples réels et du CGOV conçu, le deuxième objectif scientifique de la thèse sera de concevoir une approche permettant de valider l'application d'un conseil agricole. Il s'agira de proposer l'optimisation d'un système d'opérations dans le but de minimiser l'erreur entre la préconisation et l'application réelle permise par les équipements et l'organisation de l'exploitation. A cette fin, sur la base du CGOV proposé, des techniques d'optimisation telles que la programmation linéaire, la programmation dynamique (PD) ou d'autres méthodes

approximatives (par exemple, les algorithmes génétiques ou des approches basées sur l'Intelligence artificielle) pourront être utilisées pour modéliser et résoudre de tels problèmes d'optimisation. L'originalité de l'approche étant de s'intéresser à l'optimisation d'une consigne agronomique alors que ces approches sont classiquement mises en œuvre pour optimiser un coût, une distance, une consommation d'énergie, etc.

Une troisième question scientifique de la thèse sera de voir dans quelle mesure il est possible de dégrader le CGOV afin de rendre son paramétrage opérationnel pour le CAT. La question sera d'identifier les paramètres du CGOV qui sont déterminants et qui nécessitent d'être rigoureusement définis et ceux qui ont une importance moindre et qui peuvent être renseignés de manière imprécise. Pour ce faire, des approches basées sur l'étude de robustesse (Monte Carlo, plans d'expériences, etc.) ou d'analyse de sensibilité de la variance (Sobol, 1993) pourront être mises en œuvre à cette fin. Il s'agira de voir si cette hiérarchisation de paramètres est généralisable à l'ensemble des exploitations et/ou l'ensemble des décisions agronomiques. L'intégration de l'expertise du CTA sur l'imprécision des caractéristiques techniques des équipements (Paoli et al., 2010) pourra dans un deuxième temps, être prise en compte.

Profil recherché

Nous recherchons un.e ingénieur.e généraliste motivé.e à l'idée de contribuer à des projets de recherche appliquée pour les agricultures de demain.

Des connaissances et/ou un intérêt particulier pour le monde agricole seraient un atout.

Nous recherchons un.e collaborateur.rice curieux.se et rigoureux.se, qui saura travailler de manière autonome, dynamique et communiquer efficacement au sein de l'équipe.

La maîtrise professionnelle du français et de l'anglais est nécessaire.

Environnement de la thèse

La thèse sera financée dans le cadre d'un projet de LabCom (laboratoire commun entre l'UMR ITAP et la société Fruition Science), auprès de l'ANR (Agence Nationale de la Recherche).

Le/la doctorant.e bénéficiera d'un co-encadrement de chercheurs de l'UMR ITAP et de chercheurs de l'UMR MISTEA. Le travail de recherche s'effectuera en étroite collaboration avec l'entreprise Fruition Science (société de conseil en Viticulture), le travail de thèse bénéficiera d'un accès à certaines données et expertise de l'entreprise

Le/la doctorant.e sera accueilli.e en partie à l'UMR ITAP localisée 2 place Pierre Viala à Montpellier (Institut Agro Montpellier/INRAE) et en partie au sein de l'entreprise Fruition Sciences (localisée à Montpellier également).

Le/la doctorant.e bénéficiera d'un contrat doctoral de l'Institut Agro d'une durée de 36 mois et d'une rémunération brute mensuelle conforme aux dispositions de l'arrêté du 26 décembre 2022 (soit 2 300 € brut à compter du 1^{er} janvier 2026).

Pourquoi choisir ce poste ?

Ce poste est pour toi si tu souhaites travailler à l'interface entre un laboratoire de recherche publique et une entreprise privée innovante. Les équipes se connaissent bien et l'ambiance de travail est bonne. Travailler avec Fruition Sciences te permettra d'intégrer une équipe franco-américaine et de comprendre les réalités de la prise de décision à partir de l'analyse de données complexes à partir d'exemples concrets.

Travailler avec l'équipe DÉMo te permettra de bénéficier d'un environnement de recherche à la fois bienveillant et exigeant, à la pointe de la recherche en traitement des données complexes en contexte appliqué.

Nous accordons une attention particulière à ce que tu puisses publier et participer à au moins une conférence sur le temps du post-doctorat.

Contacts and date limite de soumission

Merci d'envoyer votre CV et votre lettre de motivation avant le 30 Juin 2025 à :

Dr. Cécile Laurent : cecile@fruitionsociences.com

Pr. Bruno Tisseyre : bruno.tisseyre@supagro.fr

Démarrage de la thèse souhaitée au 1^{er} Octobre 2025

Références

- Bochtis, D., Griepentrog, H.W., Vougioukas, S., Busato, P., Berruto, R., Zhou, K., 2015. Route planning for orchard operations. *Computers and Electronics in Agriculture* 113, 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.12.024>
- Ding, F., Zhang, Z., Fu, M., Wang, Y., Wang, C., 2018. Energy-efficient Path Planning and Control Approach of USV Based on Particle Swarm optimization, in: *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston*. Presented at the *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2018.8604920>.
- Lamsal, K., Jones, P. C., & Thomas, B. W. (2016). Harvest logistics in agricultural systems with multiple, independent producers and no on-farm storage. *Computers & Industrial Engineering*, 91, 129-138.

- Oger, B., Vismara, P., Tisseyre, B., 2021. Combining target sampling with within field route-optimization to optimise on field yield estimation in viticulture. *Precision Agriculture* 22, 432–451. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09744-0>
- Sobol, I. M. (1993). Sensitivity estimates for nonlinear mathematical models. *Mathematical Modelling and Computational Experiments*, 1(4), 407–414.
- Sørensen, C. G. (2003). A model of field machinery capability and logistics: the case of manure application. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- Sørensen, C. G., & Bochtis, D. D. (2010). Conceptual model of fleet management in agriculture. *Biosystems Engineering*, 105(1), 41-50.