



Sujet de thèse en Modélisation de données expérimentales pour l'Agriculture

Modélisation expérimentale et statistique des relations entre caractéristiques morphologiques de la vigne et dépôts de pulvérisation : application à l'agriculture de précision.

*Réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques par la caractérisation du végétal
Une thèse proposée par l'ACTA et l'IFV en très étroite collaboration avec Irstea à Montpellier,
co-financée par l'institut de Convergences #digitAg,*

Contacts : Sébastien Codis, IFV (prenom.nom@vignevin.com) (tel 0614262602), Olivier Naud, Irstea (prenom.nom@irstea.fr), Carole Sinfort (Directrice de thèse, Montpellier Supagro, nom@supagro.inra.fr).

Mots clefs : pulvérisation de précision, architecture du végétal, réduction des intrants phytosanitaires.

Objectifs : La réduction de l'usage des produits phytosanitaires en agriculture (notamment en viticulture), est une exigence sociétale très forte. Du point de vue du vigneron, il s'agit d'apporter les quantités nécessaires et suffisantes pour assurer une protection phytosanitaire correcte de sa culture. Mais quelles sont ces quantités ? Comment prendre en compte le végétal et le matériel pour protéger chaque plant tout en réduisant globalement les quantités épandues ? Le travail de thèse proposé vise à répondre à ces questions avec une démarche d'agriculture de précision, intensive en données, et par la modélisation expérimentale.

Questions scientifiques : L'objectif est de développer des modèles de prédiction des quantités et profils de dépôts sur le végétal en fonction de la morphologie du couvert et des caractéristiques des pulvérisateurs. La première question scientifique est instrumentale : comment caractériser le végétal, comment échantillonner les mesures de dépôt, à quelle échelle (feuille, cep, portion rang, parcelle) faut-il travailler ? Cette question instrumentale conduit également à un questionnement statistique : quelles sont les corrélations des mesures au sein du couvert, entre ceps d'un même rang, quelle est la variabilité spatiale ? Enfin, les données collectées et analysées doivent être interprétées au plan agronomique pour prendre des décisions : comment formaliser le cadre décisionnel de la pulvérisation de précision, du point de vue de l'agriculteur ?

Démarche : La démarche de modélisation expérimentale s'appuie sur la définition de scénarios technologiques portant sur les équipements, les capteurs disponibles, la conduite de la vigne notamment la géométrie du couvert et son évolution, la densité foliaire. Les partenaires IFV et Irstea, regroupés au sein d'une Unité Mixte Technologique (UMT) à Montpellier disposent d'une expérience expérimentale solide et des moyens suivants : banc de caractérisation des performances de dépôt de pulvérisation EvaSprayViti¹, LiDAR et algorithmes de traitement de données pour caractériser finement le végétal, accès à un réseau de parcelles expérimentales.

Etat de l'art : les technologies innovantes disponibles pour la pulvérisation de précision sont essentiellement au stade de prototypes, et reposent essentiellement sur la gestion des buses en face de ceps « manquants » ou de trous de végétation (arboriculture). La question des échelles dans la caractérisation du couvert végétal et dans la décision de l'agriculteur reste à formaliser. La thèse contribuera à cette formalisation. L'hypothèse est de s'appuyer sur une modélisation prédictive des doses interceptées par le végétal pour décider des quantités pertinentes à épandre.

Encadrement :

- Ecole doctorale : GAIA (spécialité ...) à Montpellier
- Co-encadrement : Sébastien Codis (UMT, IFV), Olivier Naud (UMT, UMR ITAP, Irstea)

¹ Banc EvaSprayViti , vidéo : <http://www.youtube.com/watch?v=nAqYak8Em4g>

- Direction de thèse : Carole Sinfort (UMR ITAP, Montpellier SupAgro)

Profil du candidat recherché :

- Agronome avec un goût prononcé pour les questions expérimentales avec utilisation de capteurs et des compétences en analyse de données et statistiques.
- Ou formation en Génie des procédés et/ou en instrumentation motivé par les questions agricoles, la caractérisation du végétal et des équipements de protection des cultures.

Hypothèses sur les possibles étapes de la thèse :

- Proposition d'indicateurs morphologiques de la végétation, selon les sources de données disponibles ou à compléter (relevés manuels, nuages de point issus de mesures LiDAR, NDVI en proxy et télédétection,...) et identification des chaînes de traitement numérique nécessaires.
- Modélisation expérimentale des dépôts de produit sur le végétal prenant en compte les aspects physiques et le caractère stochastique à l'échelle du cep de l'effet de la pulvérisation : modèles $\text{dépôt}=f(\text{technologie, morphologie})$ pour les technologies de pulvérisation considérées et les différents types de mesures du végétal possible. Analyse de la forme de ces fonctions aux différentes échelles (cep, rang, parcelle, exploitation), et caractérisation de la distribution statistique des valeurs.
- Définition d'un cadre conceptuel d'agriculture de précision adapté à la pulvérisation phytosanitaire compatible avec la variété des technologies employées et de leurs évolutions dans le cadre d'une agriculture intensive en données. On pourra s'appuyer pour cela sur la littérature scientifique disponible.
- Définition de scénarios technologiques actuels et futurs, scénarios qui pourront co-exister dans une même région viticole, et sélectionner parmi ceux-ci des scénarios d'étude. Ceux-ci seront notamment caractérisés par le confinement ou non de la pulvérisation, la disponibilité de mesures en temps réel ou de cartes préalables caractérisant le couvert, les possibilités de choix de consignes (cas des automatismes) et de réglages (choix et configuration mécanique des buses). On définira les échelles accessibles à l'interprétation agronomique et les précisions liées aux technologies disponibles ou émergentes.
- Analyse des critères de validation des modèles vis à vis de la pertinence agronomique, de la précision et de la robustesse (sensibilité aux perturbations) nécessaire
- Proposition d'une méthode pour calculer une carte de préconisation de consignes et réglages de pulvérisation en fonction du couvert à protéger et de la technologie employée, grâce à l'inversion des modèles expérimentaux. Analyse des adaptations de doses optimales dans les différents scénarios, et choix des indicateurs et de l'échelle spatiale les plus pertinents pour ajuster les doses.
- Comparaison du potentiel des systèmes d'indicateurs et de la gestion de dose pour la pulvérisation de précision, en termes d'économie d'intrants et sous contrainte de maîtrise des risques économiques. Cette comparaison sera mise en œuvre par la simulation et l'expérimentation.

Aspects pratiques :

- Début de la thèse si possible avant fin 2017
- Thèse localisée sur Montpellier à IRSTEA de Montpellier au sein de l'équipe mixte IFV IRSTEA de l'UMT EcoTechViti. Inscription à Montpellier Supagro dans le cadre école doctorale GAIA.
- Employeur Institut Français de la Vigne et du Vin
- Thèse se déroulant dans le cadre de l'institut de convergence en agriculture numérique # Digitag²

Envoi des candidatures : sebastien.codis@vignevin.com

² <http://www.hdigitag.fr/fr/>