

PROPOSITION DE STAGE INGENIEUR – M2

Évaluation des leviers de gestion des cultures de services en viticulture par imagerie drone (visible & multispectrale) et mesures directes

Contexte scientifique

La viticulture doit faire face à différents enjeux agronomiques et environnementaux, sous peine de voir sa durabilité menacée. **La protection des sols est notamment un enjeu majeur pour la durabilité des vignobles** (García-Ruiz, 2010; Salomé et al., 2016) car ils sont un élément clé pour la production viticole, et constitutif du concept de terroir (van Leeuwen et al., 2018; van Leeuwen and Seguin, 2006). **Les cultures de services (CDS)** sont cultivées dans les vignobles en inter-rangs pour la fourniture de services écosystémiques non marchands (Garcia et al., 2018; Ragasová et al., 2019; Winter et al., 2018), et sont restituées au sol après destruction ou tontes (Garcia et al., 2018; Justes and Richard, 2017). Cependant, l'association de cette végétation avec la vigne peut également générer une **compétition pour les ressources du sol** (Celette and Gary, 2013; Novara et al., 2018). Les **risques de stress en eau et azote et de perte de rendement** de la vigne associés sont souvent les premières raisons de non adoption de cette pratique. Ils dépendent fortement du contexte pédoclimatique des vignobles (Frey, 2016; Schütte and Bergmann, 2019), ainsi que des pratiques de gestion de ces cultures associées (e.g. implantation, destruction). En ce sens, la forte variabilité des pratiques au sein des régions viticoles révèle de nombreuses incertitudes quant à la gestion des CDS pour satisfaire objectifs de production et services environnementaux (Agreste, 2017; Frey, 2016; Garcia et al., 2021).

En viticulture, la télédétection permet de **surveiller l'état des plantes et des sols**, et d'évaluer par exemple la vigueur, le stress hydrique et/ou azoté (Matese et al., 2013; Pádua et al., 2019; Santesteban et al., 2017; Tisseyre et al., 2007), ou encore le rendement de la vigne (Matese and Di Gennaro, 2021) via le calcul d'indicateurs issus d'observations dans visible et/ou le non-visible. L'imagerie drone permet également de **mesurer le développement de la végétation associée à la vigne** : détection des adventices (de Castro et al., 2017; Peña et al., 2015; Torres-Sánchez et al., 2021), mesure du LAI ou de la biomasse des plantes cultivées (Mathews and Jensen, 2013; Yuan et al., 2019). La télédétection présente ainsi un intérêt pour **l'évaluation de pratiques agroécologiques** et systèmes de cultures biodiversifiés, à de hautes résolutions spatiales et temporelles, et offre de nombreuses perspectives : compréhension du **fonctionnement d'un peuplement végétal diversifié, hétérogénéité** intra-parcellaire, acquisition de **paramètres pour des modèles de culture**, aide à la décision pour le **pilotage des cultures** (Pichon et al., 2019).

Une expérimentation a été lancée à l'automne 2019 sur une parcelle de vigne du Domaine du Chapitre, afin **d'étudier deux leviers de gestion des cultures de services** en viticulture (date et outil de destruction des couverts) identifier des compromis entre services et dysservices. 6 traitements ont été mis en place, combinant **deux dates de destruction** (précoce et tardive) et **trois outils** (rouleau faca, gyrobroyeur et travail du sol). Depuis la mise en place de l'essai, des mesures « au champ » sont effectuées chaque année sur les sols (stocks hydriques et azotés, infestation des adventices), les cultures de services (biomasses, C/N) et la vigne (potentiel hydrique, composantes du rendement...), à différentes périodes. À l'été 2021, **des vols de drone** ont été réalisés sur la parcelle à floraison et véraison de la vigne, à l'aide de **deux capteurs (visible et multispectral)**, et vont être poursuivis sur le cycle 2021-2022 du semis des cultures de services jusqu'aux vendanges. En parallèle, des capteurs d'humidité du sol ont été installés à l'automne 2021 pour effectuer un suivi dynamique de l'humidité du sol sur certains traitements.

Objectifs de l'étude et modalités de réalisation

L'objectif général de ce stage consiste à évaluer les différentes pratiques de gestion des cultures de services mises en place dans cet essai via l'analyse des données récoltées depuis 2019 (mesures directes et imagerie drone) : caractérisation du développement des couverts (dynamique de croissance, taux de couverture, biomasse), de la vigne (vigueur, état hydrique et azoté, rendement) et des sols (stocks hydriques et azotés). La complémentarité et/ou redondance des informations acquises par ces différents types de données sera étudiée dans le cadre de ce travail.

Les principales étapes du stage sont décrites ci-dessous :

1. Participer à la campagne de **récolte de données 2021-2022** (mesures directes et imagerie drone)
2. Analyser des données « mesures directes » récoltées depuis la mise en place de l'essai
3. Analyser des données de télédétection drone récoltées en 2021 et 2022. Si possible, comparaison de deux logiciels d'analyse d'images : Agisoft Metashape (logiciel propriétaire et payant) vs. Open Drone Map (logiciel libre, gratuit ou peu coûteux)
4. Comparer les résultats obtenus par mesures directes et par télédétection (évaluation de leur précision ou « *accuracy* », leur complémentarité et/ou redondance)

Profil du candidat

- Etudiant de formation agronomique/TIC en Master 2 ou fin d'études d'ingénieur
- Intérêt pour l'agronomie, l'agroécologie et les TIC (SIG, télédétection, capteurs)
- Compétences en analyse d'image/télédétection
- Maîtrise du logiciel R pour le traitement des données et l'analyse statistique
- Goût pour le travail de terrain et sur ordinateur

Encadrement, lieu d'accueil et conditions matérielles

Responsables : Léo Garcia (l'institut Agro|Montpellier SupAgro, UMR ABSys), Léo Pichon (l'institut Agro|Montpellier SupAgro, UMR ITAP)

Lieu d'accueil : UMR ABSys, bâtiment 27 du Campus La Gaillarde, Montpellier. Déplacements occasionnels autour de Montpellier pris en charge.

Durée et période : 6 mois, si possible à partir de janvier-mars 2021.

Rémunération : selon grille réglementaire.

Accès à la cantine de l'établissement à tarif réduit en situation de présentiel durant le stage.

Modalités de candidature

Envoyer CV et lettre de motivation à : leo.garcia@supagro.fr & leo.pichon@supagro.fr

Références

- Agreste, 2017. Pratiques culturales en viticulture - Campagne 2013 (No. 243), Agreste Chiffres et Données Agriculture. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.
- Celette, F., Gary, C., 2013. Dynamics of water and nitrogen stress along the grapevine cycle as affected by cover cropping. *European Journal of Agronomy* 45, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.10.001>
- de Castro, A.I., Peña, J.M., Torres-Sánchez, J., Jiménez-Brenes, F., López-Granados, F., 2017. Mapping *Cynodon dactylon* in vineyards using UAV images for site-specific weed control. *Advances in Animal Biosciences* 8, 267–271. <https://doi.org/10.1017/S2040470017000826>
- Frey, Hélène., 2016. Analyse des pratiques d'enherbement des viticulteurs et formalisation des règles de décision utilisées pour le pilotage. Montpellier Supagro - UMR System, France, Montpellier.
- Garcia, L., Celette, F., Gary, C., Ripoche, A., Valdés-Gómez, H., Metay, A., 2018. Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.030>
- Garcia, L., Peyrot, S., Kleiber, A., 2021. Gestion des cultures de services dans les vignobles : Éléments techniques pour un pilotage optimisé issus de résultats expérimentaux. *La Revue des Œnologues* 180.
- García-Ruiz, J.M., 2010. The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. *Catena* 81, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.01.001>
- Justes, E., Richard, G., 2017. Contexte, Concepts et Définition des cultures intermédiaires multi-services. *Innovations Agronomiques* 62, 1–15.
- Matese, A., Di Gennaro, S.F., 2021. Beyond the traditional NDVI index as a key factor to mainstream the use of UAV in precision viticulture. *Sci Rep* 11, 2721. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81652-3>
- Matese, A., Primicerio, J., Di Gennaro, F., Fiorillo, E., Vaccari, F.P., Genesio, L., 2013. Development and application of an autonomous and flexible unmanned aerial vehicle for precision viticulture. *Acta Hort.* 63–69. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.978.5>
- Mathews, A., Jensen, J., 2013. Visualizing and Quantifying Vineyard Canopy LAI Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Collected High Density Structure from Motion Point Cloud. *Remote Sensing* 5, 2164–2183. <https://doi.org/10.3390/rs5052164>
- Novara, A., Cerdà, A., Gristina, L., 2018. Sustainable vineyard floor management: An equilibrium between water consumption and soil conservation. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 5, 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.04.005>
- Pádua, L., Marques, P., Adão, T., Guimarães, N., Sousa, A., Peres, E., Sousa, J.J., 2019. Vineyard Variability Analysis through UAV-Based Vigour Maps to Assess Climate Change Impacts. *Agronomy* 9, 581. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100581>
- Peña, J., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., de Castro, A., López-Granados, F., 2015. Quantifying Efficacy and Limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Weed Seedling Detection as Affected by Sensor Resolution. *Sensors* 15, 5609–5626. <https://doi.org/10.3390/s150305609>

- Pichon, L., Leroux, C., Macombe, C., Taylor, J., Tisseyre, B., 2019. What relevant information can be identified by experts on unmanned aerial vehicles' visible images for precision viticulture? *Precision Agric* 20, 278–294. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09634-0>
- Ragasová, L., Kopta, T., Winkler, J., Pokluda, R., 2019. The Current Stage of Greening Vegetation in Selected Wine-Regions of South Moravian Region (Czech Republic). *Agronomy* 9, 541. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090541>
- Salomé, C., Coll, P., Lardo, E., Metay, A., Villenave, C., Marsden, C., Blanchart, E., Hinsinger, P., Le Cadre, E., 2016. The soil quality concept as a framework to assess management practices in vulnerable agroecosystems: A case study in Mediterranean vineyards. *Ecological Indicators* 61, 456–465. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.047>
- Santesteban, L.G., Di Gennaro, S.F., Herrero-Langreo, A., Miranda, C., Royo, J.B., Matese, A., 2017. High-resolution UAV-based thermal imaging to estimate the instantaneous and seasonal variability of plant water status within a vineyard. *Agricultural Water Management* 183, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.026>
- Schütte, R., Bergmann, H., 2019. The attitudes of French and Spanish winegrowers towards the use of cover crops in vineyards. *Journal of Wine Research* 30, 107–121. <https://doi.org/10.1080/09571264.2019.1568975>
- Tisseyre, B., Ojeda, H., Taylor, J., 2007. New technologies and methodologies for site-specific viticulture. *OENO One* 41, 63. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2007.41.2.852>
- Torres-Sánchez, J., Mesas-Carrascosa, F.J., Jiménez-Brenes, F.M., de Castro, A.I., López-Granados, F., 2021. Early Detection of Broad-Leaved and Grass Weeds in Wide Row Crops Using Artificial Neural Networks and UAV Imagery. *Agronomy* 11, 749. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040749>
- van Leeuwen, C., Roby, J.-P., De Rességuier, L., 2018. Soil-related terroir factors: a review. *OENO One* 52, 173–188. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208>
- van Leeuwen, C., Seguin, G., 2006. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research* 17, 1–10. <https://doi.org/10.1080/09571260600633135>
- Winter, S., Bauer, T., Strauss, P., Kratschmer, S., Paredes, D., Popescu, D., Landa, B., Guzmán, G., Gómez, J.A., Guernion, M., Zaller, J.G., Batáry, P., 2018. Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13124>
- Yuan, M., Burjel, J.C., Isermann, J., Goeser, N.J., Pittelkow, C.M., 2019. Unmanned aerial vehicle–based assessment of cover crop biomass and nitrogen uptake variability. *Journal of Soil and Water Conservation* 74, 350–359. <https://doi.org/10.2489/jswc.74.4.350>