

## Offre de stage Master 2 à partir de février/mars 2022

### Du capteur au site web : mise au point d'un dispositif de suivi conjoint du couvert cultivé et de la biodiversité d'un vignoble

**Lieu:** UMR LISAH, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier, collaborations avec UMRs LEPSE, AGAP et PSH.

**Niveau:** BAC+5

**Durée et période:** 6 mois à compter de février/mars 2022

#### Contexte:

Les régions méditerranéennes sont soumises à des événements extrêmes (sécheresse, inondations, etc.) de plus en plus fréquents du fait du changement climatique, avec des conséquences parfois dramatiques sur les cultures, notamment pérennes (vignobles, vergers) et la biodiversité associée (diversité faunistique et floristique) dans les agrosystèmes. Se pose la question de mesurer pour mieux comprendre et prédire les effets multi-cibles du changement climatique sur la biodiversité associée en interaction avec les plantes cultivées.

Il existe de nombreuses méthodes de suivi automatisées de la biodiversité associée, comme les pièges photo (Connel et al 2011), pièges audio (Christin and Lecomte 2019), applications smartphones (Joly et al 2014). Par ailleurs, de nombreuses méthodes de phénotypage (imagerie visible, thermique, multi-hyperspectral, Lidar) du fonctionnement des couverts sont en développement à l'échelle (i) de la zone de production ou de la parcelle (Carillo et al., 2016 Pagay and Kidman, 2019), (ii) de la plante individuelle (Coupel-Ledru et al., 2019, Pallas et al., 2020; Virlet et al., 2014), ou (iii) de l'organe (Palacios et al., 2019). L'analyse de ces données de différentes natures nécessitent l'utilisation de méthodes d'analyse innovantes, (reconstruction de l'architecture des plantes (Boudon et al., 2014), segmentation d'images (Zabawa et al. 2020), identification d'espèces (Joly et al 2014)). Ces données 'automatisées' sont souvent complémentées ou supplémentées par des relevés de terrain selon des protocoles établis, relevés qui peuvent être agrégés dans des applications mobiles (Apex Vigne, Pichon et al., 2021). Il existe également des méthodes éprouvées de mesure des conditions micro-climatiques régnant autour des organismes vivants (rayonnement, température, humidité), dans le sol ou dans l'air.

Longtemps étudiés indépendamment, il est à présent nécessaire de combiner dans des mêmes sites 'observatoires' des informations de plusieurs capteurs avec des données terrain pour étudier l'impact combiné du changement climatique sur les plantes cultivées et la biodiversité associée. Cette nécessité étant d'autant plus prégnante avec l'augmentation des événements climatiques extrêmes. Dans ce contexte, nous faisons l'hypothèse qu'un dispositif axé sur l'imagerie in-situ (visible, thermique voire multi-spectral) sera pertinent pour répondre à l'objectif conjoint du suivi du fonctionnement des couverts (de vigne principalement) et de la biodiversité associée.

La construction d'outils de mesure permettant le suivi en temps réel du couvert cultivé et de la biodiversité spontanée, auprès de différents acteurs (scientifiques, citoyens, agriculteurs) sur un support adapté (site web interactif avec diffusion et visualisation des données en temps réel) est un réel enjeu.

Le stage s'inscrit dans le cadre du projet MOMAC "MONitoring Mediterranean Agro-ecosystems responses to Climate change: from field to landscape scale" financé par le Labex Agro (Agropolis fondation) sur une durée de trois ans. Le projet vise à étudier l'effet du changement climatique sur la biodiversité animale et végétale dans les cultures pérennes (arboriculture et viticulture) en instrumentant un réseau de parcelles 'observatoires' expérimentales et commerciales dans le sud de la France (régions Occitanie et PACA).

### Objectifs du stage:

Le stage vise à concevoir et mettre en œuvre le prototype d'un dispositif de mesure basé sur des capteurs photos et permettant de suivre la biodiversité et de caractériser l'état physiologique des plantes cultivées. Ce prototype sera élaboré et testé sur le vignoble pédagogique de la Gaillarde (Montpellier SupAgro) avec comme ambition d'être déployé sur d'autres vignobles commerciaux. Il servira de preuve de concept de l'architecture technique (capteur-donnée-traitement-diffusion) qui pourra être mise en œuvre dans le cadre du projet MOMAC.

### Déroulé du stage:

Au cours de ce stage, les missions du stagiaire seront :

- instrumentation du vignoble de la Gaillarde, faisant partie des parcelles du réseau MOMAC. Plusieurs capteurs photos seront disposés sur une zone localisée du vignoble, pointant vers différents éléments d'intérêt (inter-rang enherbé, rang, cep de vigne, rameaux, feuilles, inflorescences et grappes).
- Analyse et traitement des images collectées via des algorithmes d'analyse d'image et de deep learning, en partie disponible).
- Création de pages web interactives (Shiny, RStudio) afin de diffuser l'information traitée (viguer des ceps, phénologie et développement des grappes, composition en espèces végétales, etc.)

Un contrat d'Ingénieur de Recherche de deux ans, financé par le Labex Agro sur le projet MOMAC, pourra être proposé à la suite du stage en fonction des intérêts de l'étudiant.e. et de son intégration dans l'équipe projet. Une ouverture sur les autres observatoires du projet (Pech Rouge, Pézenas, Avignon) est planifiée dans ce contrat.

### Profil recherché:

- Étudiant.e. issu.e. d'un cursus Bac+5 en école d'ingénieur et/ou Master en agronomie, écologie ou bio-informatique. Profil AgroTIC apprécié.
- Compétences en analyse d'image, statistiques, bases de données, et en programmation orientée objet (R et Python).
- Goût pour la mise en place technique de dispositif de mesures au champ
- Autonomie et facilité d'intégration dans un projet pluridisciplinaire.

La possession du permis B est un plus non négligeable pour effectuer des missions ponctuelles sur les autres observatoires du projet.

### Conditions de stage:

Montant des indemnités de stage: environ 550 euros/mois

Responsables du stage (personnes à contacter): Fabrice Vinatier ([fabrice.vinatier@inrae.fr](mailto:fabrice.vinatier@inrae.fr)), Benoît Pallas ([benoit.pallas@inrae.fr](mailto:benoit.pallas@inrae.fr)) et Thierry Lacombe ([thierry.lacombe@supagro.fr](mailto:thierry.lacombe@supagro.fr))

## Références:

Boudon, F., Preuksakarn, C., Ferraro, P., et al., 2014. Quantitative assessment of automatic reconstructions of branching systems obtained from laser scanning. *Annals of Botany*. 114, 853–862.

Carillot, E., Matese, A., Rousseau J., Tisseyre B. 2016. Use of multi-spectral airborne imagery to improve yield sampling in viticulture. *Precision Agriculture*. 17: 74-92.

O'Connell, A. F., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. In *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer Japan. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>

CoupeL-Ledru, A., Pallas, B., Delalande, M., et al., 2019. Multi-scale high-throughput phenotyping of apple architectural and functional traits in orchard reveals genotypic variability under contrasted watering regimes. *Horticulture Research*. 6, 1–15.

Christin, S., Hervet, É., & Lecomte, N. (2019). Applications for deep learning in ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(10), 1632–1644. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13256>

Palacios, F., Bueno, G., Salido, J., Diago, MP., Hernández I., Tardaguila, J. Automated grapevine flower detection and quantification method based on computer vision and deep learning from on-the-go imaging using a mobile on-the-go imaging using a mobile sensing platform under field conditions. *Computer and Electronics in Agriculture*. 178: 105796.

Pallas, B., Martinez, S., Simler, O., Carrie, E., Costes, E., Boudon, F., 2020. Assessing T-LiDAR technology for high throughput phenotyping apple tree topological and architectural traits. *Acta Horticulturae*. 1281, 625-632.

Pagay, V., Kidman, CM. 2019. Evaluating Remotely-sensed grapevine (*Vitis vinifera* L.) water stress responses across a viticultural region. *Agronomy*. 9: 682.

Pichon, L., Brunel, G., Payan, J-C., Taylor, J., Bellon-Maurel, V., Tisseyre, B. 2020. ApeX-Vigne: experience in monitoring vine water status from within-field to regional scales using crowdsourcing data from a free mobile phone application. *Precision Agriculture*. 22: 608-626.

Virlet, N., Lebourgeois, V., Martinez, S., Costes, E., Labbé, S., Regnard, J.-L., 2014. Stress indicators based on airborne thermal imagery for field phenotyping a heterogeneous tree population for response to water constraints. *Journal of Experimental Botany*. 65: 5429–5442.

Zabawa, L., Kicherer, A., Klingbeil, L., Töpfer, R., Kuhlmann, H., Roscher, R. 2020. Counting of grapevine berries in images via semantic segmentation using convolutional neural networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 164: 73-83.