



Offre de stage M2 ou césure en  
agriculture numérique entre Janvier et  
Dec. 2020 au CIRAD de Montpellier



## Développement de réseau de neurones pour la détection de mangues sous environnement mobile

**Mots-clés :** Deep learning, YOLO, Python, mangue, analyse d'image

**Résumé :** Aujourd'hui, l'un des principaux problèmes freinant le développement des cultures fruitières est l'impossibilité d'estimer avec facilité et précision le rendement de l'arbre (nombre et poids de fruits par arbre) avant la récolte afin d'orienter la prise de décision des agriculteurs. C'est particulièrement le cas dans les vergers de mangues en Afrique de l'Ouest où l'estimation du rendement repose sur une inspection visuelle d'un échantillon limité d'arbres ; méthode fastidieuse, longue et peu précise (Anderson et al. 2019). L'agriculture de précision, et en particulier le traitement de flux de données visuelles par les systèmes de vision, offre de nouvelles perspectives pour recueillir rapidement des informations précises et pertinentes pour estimer au plus tôt la production. En développement très rapide, les réseaux de neurones permettent notamment de traiter les données visuelles et leur utilisation est croissante en agriculture (Kamilaris and Prenafeta-Boldú 2018).

Le CIRAD et la start-up SOWIT collaborent actuellement pour développer un outil d'estimation de la production de mangues utilisant des réseaux d'analyse d'images pouvant être embarqué sur smartphone. Des premiers travaux ont montré les capacités des réseaux de neurones de type convolutif (convolutional neural network – CNN), notamment le Faster-RCNN (Ren et al. 2015), à localiser des mangues de différentes variétés en conditions de production variées (Stein et al. 2016; Borianne et al. 2019). Si le Faster-RCNN obtient de très bonne précision pour la détection, il est actuellement concurrencé par les réseaux de type YOLO ('You Only Look Once', Redmon and Farhadi 2018) et ce même pour la détection de mangues (Koirala et al. 2019a). La structure de YOLO lui permet d'analyser des images en une seule étape ('single shot') au lieu de deux pour le Faster-RCNN (Koirala et al. 2019b). Cela permet de réduire considérablement le temps de calcul et rend ainsi possible l'analyse d'image en temps réel. De plus, l'implémentation de YOLO sur smartphone (via TensorFlow) a également été testé avec succès (Alsing 2018 ; Muthu 2019), rendant le YOLO très pertinent pour le transfert technologique.

Les objectifs à atteindre lors de ce stage porteront sur 4 points spécifiques :

- Adapter les annotations existantes pour l'entraînement d'un réseau YOLO sur le jeu d'images annotées disponibles (cf. ci-dessous) en vue de son portage sur smartphone (implémentation sous TensorFlow).
- Évaluer l'efficacité de prédiction de YOLO (F1-score, fonction loss, etc.) et comparer ses performances avec celles du réseau Faster-RCNN.
- Identifier les caractéristiques minimales des smartphones susceptibles d'embarquer un réseau de neurones à utiliser en mode GPU voire CPU
- Quantifier l'effet de l'implémentation sur smartphone via TensorFlow sur les performances du réseau YOLO; et tester l'adaptabilité du réseau aux différents types de hardware disponibles (précision de la prédiction, temps de calcul, ressources énergétiques consommées...).

Le/la stagiaire travaillera à partir d'un jeu de 150 images RGB de manguiers acquis en 2017 et 2018 au Sénégal. Sur ce jeu d'image, plus de 10 000 mangues ont été annotées par des experts afin de créer une base d'entraînement, de validation et de tests pour des réseaux de neurones.

Le stage comprendra plusieurs volets :

- Une étude bibliographique approfondie sur les matériels potentiellement utilisables, sur le réseau YOLO et son application en agriculture notamment pour la détection de fruits en temps réel afin de pouvoir argumenter les choix des solutions retenues ;

- Une interaction forte avec les équipes de la start-up SOWIT, en charge du développement d'une application smartphone pour l'estimation de la production de mangue ;
- Une phase d'entraînement, d'implémentation et de test de YOLO.
- Une étape critique de validation du réseau pour identifier leurs limites dans le contexte applicatif de la détection de mangue en temps réel et de pointer les améliorations envisageables à courts et moyens termes.

Les résultats de ce stage poseront les bases d'une application smartphone qui sera développée dans le cadre du projet PixFruit qui valorisera à terme l'ensemble des travaux de recherche sur l'estimation des rendements de mangues.

**Durée souhaitée du stage :** 6 mois entre Janvier et Décembre 2020

**Profil recherché :** Le/la candidat(e) sera issu d'un cursus Bac +5 en école d'ingénieur et/ou Master ou équivalent en informatique, ou analyse d'images mais le sujet reste toutefois ouvert à toute autre formation similaire. Le/la candidat(e) devra présenter des compétences approfondies en analyse d'images par machine learning et réseaux de neurones. La maîtrise de langages de programmation orientée objet (C++, Java), du langage de script (Python) et de l'environnement TensorFlow sont nécessaires. Une volonté de poursuivre dans l'écosystème d'innovations en agriculture numérique sera un plus.

**Informations complémentaires :** Le stage proposé s'inscrit dans un projet de transfert technologique financé par la région Occitanie. Porté par l'équipe « Evaluation et conception de systèmes horticoles » de l'UPR HortSys, il sera mené en collaboration avec le groupe « Imagerie des Plantes et des Paysages » de l'UMR Amap et la société SOWIT.

Le/la stagiaire sera basé(e) à Montpellier au laboratoire UPR AMAP du CIRAD sur le campus de La Valette. Il /elle sera co-encadré(e) par Émile Faye ([HortSys – emile.faye@cirad.fr](mailto:emile.faye@cirad.fr)), Philippe Borianne ([AMAP – philippe.borianne@cirad.fr](mailto:philippe.borianne@cirad.fr)) et Julien Sarron ([HortSys – julien.sarron@cirad.fr](mailto:julien.sarron@cirad.fr)), ainsi que par Hamza Bendahou de SOWIT ([hamza.bendahou@sowit.fr](mailto:hamza.bendahou@sowit.fr)). Indemnités de stage : environ 577 €/mois + accès cantine CIRAD.

**Candidature :** Il est demandé à chaque candidat d'envoyer un CV et une lettre de motivation (1 page max chacun !) par email aux 4 encadrants. Une audition en présentielle ou par Skype se tiendra courant janvier 2020.

#### Références :

- Alsing O (2018) Mobile Object Detection using TensorFlow Lite and Transfer Learning. Master in Computer Science, KTH Royal Institute of Technology
- Anderson NT, Underwood JP, Rahman MM, et al (2019) Estimation of fruit load in mango orchards: tree sampling considerations and use of machine vision and satellite imagery. *Precis Agric* 20:823–839.
- Borianne P, Sarron J, Borne F, Faye É (2019) Deep Mangoes: from fruit detection to cultivar identification in colour images of mango trees. arXiv preprint arXiv:1909.10939
- Kamilaris A, Prenafeta-Boldú FX (2018) Deep learning in agriculture: A survey. *Comput Electron Agric* 147:70–90.
- Koirala A, Walsh KB, Wang Z, McCarthy C (2019a) Deep learning for real-time fruit detection and orchard fruit load estimation: benchmarking of 'MangoYOLO.' *Precis Agric* 20:1107–1135.
- Koirala A, Walsh KB, Wang Z, McCarthy C (2019b) Deep learning – Method overview and review of use for fruit detection and yield estimation. *Comput Electron Agric* 162:219–234.
- Muthu N (2019) Real-Time Object Detection with Flutter, TensorFlow Lite and Yolo -Part 1. <https://blog.francium.tech/real-time-object-detection-on-mobile-with-flutter-tensorflow-lite-and-yolo-android-part-a0042c9b62c6>. Accessed 12 Dec 2019
- Redmon J, Farhadi A (2018) YOLOv3: An Incremental Improvement. ArXiv180402767 Cs
- Ren S, He K, Girshick R, Sun J (2015) Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. In: *Advances in neural information processing systems*. pp 91–99
- Stein M, Bargouti S, Underwood J (2016) Image Based Mango Fruit Detection, Localisation and Yield Estimation Using Multiple View Geometry. *Sensors* 16:1915.