

Nom du responsable: Dr. Emile Faye

Email du responsable: [emile.faye@cirad.fr](mailto:emile.faye@cirad.fr)

**Spécialisation d'un réseau de neurone de localisation et de classification pour la mise en place d'un outil d'évaluation des rendements du manguier par analyse d'images.**

**Mots-clés :** Deep learning, réseau de neurones, détection de mangue, maturité, Sénégal

**Résumé :** Aujourd'hui, l'estimation des productions agricoles en pré-récolte est devenue indispensable pour faire face aux enjeux du développement et réduire la vulnérabilité des populations face aux changements globaux. En effet, l'un des principaux problèmes freinant le développement des cultures pérennes est l'impossibilité d'estimer avec facilité et précision le rendement des cultures aux stades phénologiques pertinents afin d'orienter la prise de décisions des agriculteurs. À ce jour, l'estimation du rendement dans les vergers tropicaux repose encore sur une inspection visuelle d'un échantillon limité d'arbres, méthode fastidieuse, longue et peu précise (Anderson *et al.*, 2018).

L'agriculture de précision, et en particulier le traitement de flux de données visuelles, offre de nouvelles perspectives pour recueillir rapidement des informations précises et pertinentes pour estimer au plus tôt la production des arbres fruitiers, et probablement la qualité des récoltes (évaluation de la maturité). Dans ce domaine, les réseaux de neurones convolutif (convolutional neural network – CNN) ont récemment montré leur excellente capacité à détecter des fruits (Sa *et al.* 2016) et plus particulièrement des mangues (Stein *et al.*, 2016, Bargoti & Underwood 2017). Si les réseaux « savent » localiser et dénombrer, la question de recherche porte désormais sur leur capacité réelle à qualifier la maturité des fruits, i.e. à identifier parmi les fruits détectés dans les images ceux qui ont atteint le point de récolte.

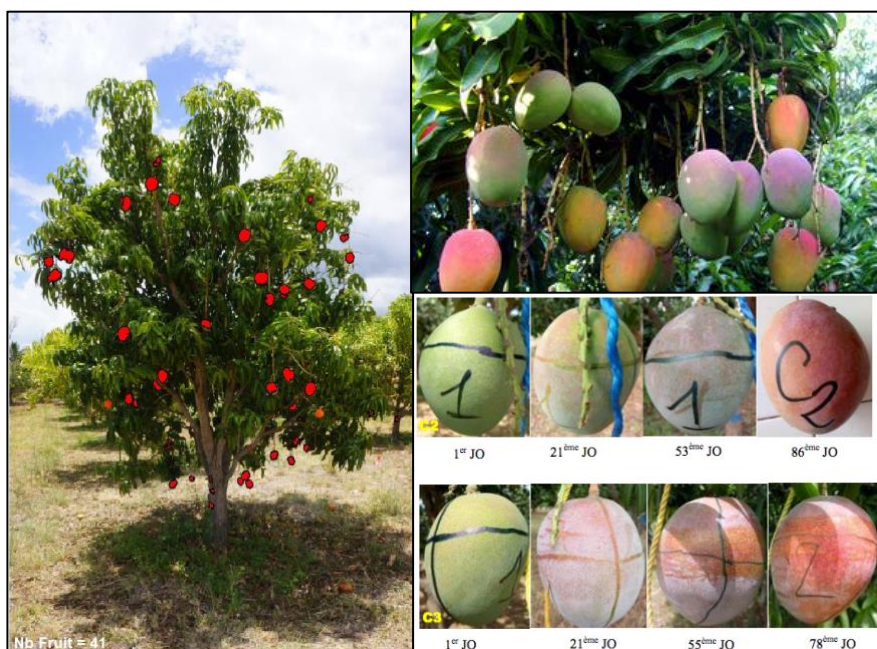


Fig. 1 : maturité des mangues – les seuls gradients de formes et de couleurs sont-ils suffisants pour identifier la maturité des fruits ?

Le stage proposé s'inscrit dans le double contexte d'une thèse [#DigitAg](#) (Institut de convergences Agriculture Numérique) actuellement en cours sur les estimations des rendements du manguier en Afrique de l'Ouest et d'un projet de transfert technologique soumis à l'I-Site MUSE (Montpellier Université d'excellence). Porté par l'équipe « Evaluation et conception de systèmes horticoles » de l'UR HortSys, il sera mené en collaboration avec le groupe « Imagerie des Plantes et des Paysages » de

l'UMR Amap (et l'appui méthodologique de l'équipe « Image et Interaction » du LIRMM) (Borianne *et al.* 2018, Sarron *et al.* 2018).

Le/la stagiaire travaillera à partir de différents jeux d'images multi-échelles (cf. Fig. 1) collectées au Sénégal en 2017-2018 sur trois points spécifiques à haute valeur ajoutée scientifique en agriculture numérique :

- l'adaptation du réseau Mask R-CNN (He *et al.* 2017) pour la qualification de la maturité des fruits (récoltés ou *in situ*) à partir des surfaces visibles;
- la modification du réseau Faster-RCNN (Ren *et al.* 2017, Peng *et al.* 2016) pour le comptage et la qualification simultanés de fruits en pré-récolte, i.e. des fruits dans des photographies d'arbres ;
- l'évaluation de l'efficacité de prédiction du réseau, abordant de fait les questionnements complexes (et souvent tus) de la constitution des jeux de validation et de la « vérité terrain », des méthodes d'estimation de l'erreur,...

Le stage comprendra plusieurs volets :

- Une étude bibliographique approfondie sur l'application des réseaux de neurones à des thématiques similaires afin de pouvoir argumenter les choix des solutions retenues ;
- Une interaction forte avec les équipes de recherche d'HortSys, en poste à Dakar, en charge de la constitution des jeux de données, notamment pour bâtir une stratégie de traitement et de validation multi-échelles (de gros plans de fruits aux fruits dans l'arbre) ;
- Une phase d'implémentation et de développement visant à déployer et customiser les réseaux ciblés dans des conteneurs afin d'en faciliter le transfert, voire la mise en production ;
- Une étape critique de validation du / des réseau(x) pour identifier leurs limites dans le contexte applicatif de la qualification de l'état de développement d'objets visuellement très proches et de pointer les améliorations envisageables à courts et moyens termes.

Les résultats de ce stage poseront les bases des méthodes de traitement et d'analyse qui seront repris et développés par la start-up *e-Fruit*, actuellement en cours de montage, qui valorisera à terme l'ensemble des travaux de recherche sur l'estimation des rendements des exploitations familiales de mangues à travers la fourniture d'outils et de services pour les différents acteurs de la filière Mangué (producteurs, acheteurs, politiques, chercheurs...).

**Durée souhaitée du stage :** 6 mois entre Janvier et Octobre 2019

**Profil recherché :** Le profil requis de l'étudiant(e) correspond préférentiellement aux formations des masters 2 de la Graduate School de #DigitAg, notamment aux SNS (parcours BCD) ou IPS ; mais le sujet reste toutefois ouvert à toute autre formation similaire. Le/la candidat(e) devra présenter un intérêt pour le machine learning et les réseaux de neurones profonds. Des connaissances en programmation orientée objet (C++, Java) et en langage de script (Python) sont souhaitées. Le sujet pourra potentiellement déboucher sur une thèse, et une volonté de poursuivre dans l'écosystème d'innovations en agriculture numérique sera un plus.

**Informations complémentaires :** Le/la stagiaire sera basé(e) à Montpellier au laboratoire UMR AMAP – [botAnique et Modélisation de l'Architecture des Plantes et des végétations](#) du [CIRAD](#). Il /elle sera co-encadré(e) par Philippe Borianne (AMAP – [philippe.borianne@cirad.fr](mailto:philippe.borianne@cirad.fr)) et Emile Faye ([HortSys](#) – [emile.faye@cirad.fr](mailto:emile.faye@cirad.fr)). Indemnités de stage : environ 540 € /mois + accès cantine CIRAD.

**Candidature :** Il est demandé à chaque candidat de fournir un CV et une lettre de motivation (1page) par email aux encadrants. Une audition en présentielle ou par skype se tiendra début décembre.

## Références bibliographiques

- Anderson, N. T., Underwood, J. P., Rahman, M. M., Robson, A., & Walsh, K. B. (2018). Estimation of fruit load in mango orchards: tree sampling considerations and use of machine vision and satellite imagery. *Precision Agriculture*, 1-17.
- Bargoti, S.; Underwood, J. Deep fruit detection in orchards. In *Robotics and Automation (ICRA), 2017 IEEE International Conference on*; IEEE, 2017; pp. 3626–3633.
- Borianne, P., Sarron J., Barthes, G., Borne, F., Faye, E. Deep Mangoes: from fruit detection to cultivar identification in colour images of mango trees. *Pattern Analysis and Applications* (Submitted).
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017, October). Mask r-cnn. In *Computer Vision (ICCV), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 2980-2988). IEEE.
- Peng, X., & Schmid, C. (2016, October). Multi-region two-stream R-CNN for action detection. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 744-759). Springer, Cham.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, (6), 1137-1149.
- Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T., & McCool, C. (2016). Deepfruits: A fruit detection system using deep neural networks. *Sensors*, 16(8), 1222.
- Sarron, J.; Sané, C. A. B.; Borianne, P.; Malézieux, E.; Nordey, T.; Normand, F.; Diatta, P. Is machine learning efficient for mango yield estimation when used under heterogeneous field conditions? *Acta Horticulturae*. (in press).
- Stein, M.; Bargoti, S.; Underwood, J. Image Based Mango Fruit Detection, Localisation and Yield Estimation Using Multiple View Geometry. *Sensors* **2016**, 16, 1915, doi:10.3390/s16111915.