

## Workshop « Agriculture Numérique en Afrique »

3 & 4 avril 2018, Montpellier, France



### Description et Contexte :

Confronté à un défi alimentaire majeur, l'agriculture doit augmenter ses performances économiques, environnementales et sociales. Les nouvelles technologies sont un levier puissant de la révolution attendue. Afin de favoriser le développement et le déploiement de l'agriculture numérique en France, en Europe et dans les pays du Sud, l'Institut de Convergence Agriculture numérique #DigitAg (<http://www.hdigitag.fr>) propose un projet de recherche interdisciplinaire fortement tourné vers la valorisation et l'enseignement supérieur. Dans ce contexte, le workshop « **Agriculture Numérique en Afrique** » organisé par le LIRIMA et l'UMR TETIS et soutenu par #DigitAg, l'Inria et le Cirad rassemble des chercheurs qui présenteront des travaux au cœur de cette problématique scientifique. Outre la présentation de travaux scientifiques majeurs et le développement de logiciels innovants, des discussions prospectives seront proposées au cours de tables rondes et de « bourses aux collaborations ».

### **LIRIMA - Laboratoire International de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées :**

Le LIRIMA a été créé en novembre 2009 par l'Inria et sept autres institutions de pays d'Afrique subsaharienne et du Maghreb. Le LIRIMA regroupe des chercheurs issus de ce partenariat africain avec des chercheurs de l'Inria et d'autres organismes français et européens, sur le modèle des équipe-projets Inria.

*Équipes invitées dans le cadre du workshop :*

- **Agrinet : Smart agriculture monitoring** : <http://lirima.inria.fr/fr/research-teams/agrinet/>
- **Travaux Epitag - Modélisation et contrôle en épidémiologie pour l'agriculture tropicale** : <http://lirima.inria.fr/fr/research-teams/epitag>

### Lieu du workshop :

- **Cirad** - Bâtiment 4, amphi Jacques Alliot  
Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

## Programme

### Mardi 3 avril 2018

- 13h30-13h40 : **Présentation du Workshop**, Mathieu Roche (TETIS) & Hélène Kirchner (Inria)
- 13h40-13h50 : **Présentation du LIRIMA**, Eric Badouel (Inria) & Moussa Lo (Université Gaston Berger Saint Louis, Sénégal)
- 13h50-14h00 : **Présentation de #DigitAg**, Véronique Bellon-Maurel (Irstea)
- 14h00-14h30 : **Transformation de l'agriculture en Afrique, par l'IoT et le Big data**, Ousmane Thiare (Université Gaston Berger Saint Louis, Sénégal)
- 14h30-15h00 : **Vers un monitoring intelligent des sols pour des récoltes durables**, Nathalie Mitton (Inria – LIRIMA) [Visio]
- 15h00-15h15 : *Pause*
- 15h15-15h45 : **SolSystem : une Solution IoT Clé-en-Main**, Keoma Brun-Laguna & Thomas Watteyne (Inria EVA) [Visio]
- 15h45-16h15 : **Défi LifeCLEF : de l'identification à la découverte de connaissance sur des espèces animales et végétales**, Alexis Joly (Inria, LIRMM)
- 16h15-16h45 : **Observatoire des usages de l'Agriculture Numérique [Transfert et innovation]**, Nina Lachia (Montpellier SupAgro), Pascal Bonnet (Cirad), Guy Faure (Cirad, Innovation)
- 16h45-17h45 : **Débat - Big Data en Afrique : quels spécificités et enjeux ?**

### Mercredi 4 avril 2018

- 09h30-10h30 : **Travaux de doctorants (TETIS, ASTRE, LIRMM) :**
- **Exploitation de l'hétérogénéité dans les données textuelles : Utilisation de données produites à Madagascar**, Jacques Fize (TETIS)
  - **Surveillance automatisée de sources non-officielles pour la veille sanitaire internationale : évaluation rétrospective sur la fièvre aphteuse en Afrique**, Sarah Valentin (ASTRE & TETIS)
  - **EpidVis : un système de construction visuelle de requêtes pour la veille en épidémiologie animale**, Samiha Fadloun (LIRMM)
- 10h30-11h00 : **Observation spatiale pour les politiques publiques agricoles en Afrique**, Agnès Bégué (Cirad, TETIS)
- 11h00-11h30 : *Pause*
- 11h30-12h00 : **Une approche de télédétection multi-sources pour la caractérisation de l'occupation du sol pour l'île de la Réunion**, Dino Ienco & Paola Benedetti (Irstea, TETIS)
- 12h00-12h30 : **Modélisation et contrôle de l'infection des grains de café**, Samuel Bowong (Université de Douala, Cameroun – LIRIMA)
- 12h30-13h00 : **Former à l'agriculture numérique par l'enseignement numérique : une convergence à construire [Formation]**, Philippe Prevost (Agrenium)
- 13h00-14h30 : *Déjeuner*

14h30-15h00 : **SARRA-O : Système d'Analyse Régionale des Risques Agroclimatiques**, *Danny Lo Seen & Christian Baron (Cirad, TETIS)*

15h00-15h30 : **Les NTIC au service de la gestion des adventices des cultures en Afrique : le portail WIKWIO et ses outils mobiles**, *Thomas Le Bourgeois (Cirad, AMAP) & Vincent Blanford (Cirad, SELMET)*

15h30-16h30 : **Démonstrations logicielles et bourse aux collaborations scientifiques** (au préalable, présentation synthétique de projets formels ou informels en 2 slides)

### Comité d'Organisation :

- **Mathieu Roche**, *Cirad, TETIS, Montpellier, France*
- **Laura Norcy**, *Inria, LIRIMA, Rocquencourt, France*
- **Annie Huguet**, *Cirad, TETIS Montpellier, France*
- **Moussa Lo**, *LIRIMA, Université Gaston Berger, Sénégal*
- **Hélène Kirchner**, *Inria, Rocquencourt, France*
- **Eric Badouel**, *Inria, LIRIMA, Rocquencourt, France*



### Lieu du Workshop :

- **Cirad**  
Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France  
Bâtiment 4, amphi Jacques Alliot

Accès : <https://goo.gl/maps/3YDV3M4GCE62>



## Comment venir ?

### Par la route

Depuis l'autoroute A9 :

- Sortie Montpellier Est,
- Suivre la direction "Hôpitaux - Facultés",
- ensuite la direction "Université Paul Valéry",
- et enfin la direction "Campus Agropolis".

### En train

Au départ de la gare SNCF :

- 1) Prendre le Tramway ligne 1 (tram bleu), direction "Mosson", descendre à l'arrêt "Saint-Eloi".
- 2) Prendre le bus "La Navette" (direction "Universités des Sciences et Lettres"), descendre à l'arrêt "Agropolis".

### En avion

Depuis l'aéroport international de Montpellier Méditerranée :

- 1) Prendre la navette jusqu'au terminus (Place de l'Europe).
- 2) Prendre le Tramway ligne 1 (tram bleu), direction "Mosson", descendre à l'arrêt "Saint-Eloi".
- 3) Prendre le bus "La Navette" (direction "Universités des Sciences et Lettres"), descendre à l'arrêt "Agropolis".

## Workshop « Agriculture Numérique en Afrique »

### Résumés *(présentations longues)*

---

#### **Le projet Agrinet : Vers un monitoring intelligent des sols pour des récoltes durables**

*Nathalie Mitton (LIRIMA)*

La sécheresse actuelle et les ressources en eau limitées dans de nombreuses régions d'Afrique australe et au-delà ont déjà un impact important sur l'agriculture et donc sur la production alimentaire. La sécurité alimentaire durable dépend d'une gestion appropriée des plantes et des cultures, respectueuse des sols et des ressources naturelles, telles que l'eau. En France, l'agriculture est également extrêmement importante. Pas seulement au niveau national, mais aussi en Europe.

Une surveillance efficace du sol pour la culture n'est pas possible sans une information précise sur le terrain concernant les conditions du sol, des plantes et de l'environnement. Les techniques actuelles sont relativement coûteuses et tendent à être essentiellement statiques en déploiement. L'adaptation à différents emplacements et zones d'élevage prend généralement beaucoup de temps et est souvent peu pratique. Les longues latences entre les observations ou les mesures et la disponibilité de tels résultats pour la gestion sont fréquentes.

Pour répondre à ces contraintes, Agrinet propose de développer une plate-forme d'acquisition de données biologiques / agricoles flexible et rapidement déployable et des algorithmes d'apprentissage associés pour créer des techniques avancées de suivi et de gestion agricoles, pour améliorer la gestion des cultures et l'utilisation des ressources naturelles. Le projet s'adresse également à une industrie à très fort impact socio-économique.

La plate-forme à déployer dans le cadre du projet AgriNet sera adaptable à différents types de cultures, mais deux pilotes seront déployés dans le cadre du projet, l'un en France axé sur les cultures de pommes de terre et l'autre sur les vignobles en Afrique du Sud. La culture de pommes de terre est d'une grande importance puisqu'elle est le légume le plus important en France, avec un tiers de la production exportée. L'industrie viticole est d'une importance similaire en Afrique du Sud, offrant une réelle opportunité de contribution.

---

#### **Transformation de l'agriculture en Afrique, par l'IoT et le Big data**

*Ousmane Thiare (Université Gaston Berger Saint Louis, Sénégal)*

Malgré des taux de croissance économique importants et des progrès remarquables dans bien des domaines, le continent africain fait encore face à de nombreux défis. C'est le cas notamment du secteur agricole, exposé au risque lié au changement climatique, la difficile transition d'une agriculture de subsistance vers un modèle économique plus performant.

Les outils numériques sont indispensables pour la compétitivité de l'agriculture africaine. Ainsi les pays africains doivent exploiter les TIC pour moderniser le secteur agricole et renforcer sa contribution à la croissance économique.

La transformation de l'agriculture en Afrique repose sur une plus haute assimilation des plateformes numériques par les petits exploitants qui leur permettra d'améliorer l'accès à l'information sur les pratiques et les marchés agronomiques. Des mutations extraordinaires se produisent sur le continent africain et l'innovation technologique est l'un des protagonistes de ce changement.

Mon intervention sera axée sur le projet WAZIUP intitulé « Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Saharan Africa » dont l'objectif est de mettre en place une plateforme ouverte basée sur l'Internet des Objets et le Big Data pour les populations rurales africaines. Ce projet permet de mettre en place des applications IoT à bas coût dans le domaine de l'agriculture (agriculture de précision), de l'élevage (vol de bétail par exemple), de la pisciculture, etc.

---

## **Former à l'agriculture numérique par l'enseignement numérique : une convergence à construire**

*Philippe Prévost, chargé des coopérations numériques*

*(Agreenium, l'Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France)*

Que ce soit en France ou en Afrique, la gestion de données massives d'une situation agricole peut être un excellent jeu de données pour l'apprentissage par simulation ou la virtualisation d'un phénomène du vivant peut permettre une expérience d'immersion très formatrice pour des apprenants. Cela pour dire que les différents services développés en agriculture numérique sont potentiellement des supports d'apprentissage dès lors qu'ils sont adaptés et transposés pour en faire des outils de formation. Et pourtant, encore trop peu d'outils et de services d'agriculture numérique sont encore pensés pour prolonger leur vie dans une fonction de formation. Il est donc important de réfléchir ce continuum recherche-innovation-formation avec le potentiel de l'enseignement numérique.

Et l'accès à ces outils de formation numérique peut être partagé. C'est le projet en France d'agreen U, l'université numérique en agrobiosciences, mais également des campus numériques dans certains pays d'Afrique, comme le projet en cours de conception au Sénégal, en partenariat avec l'Agence Université de la Francophonie, l'Université virtuelle du Sénégal, et la nouvelle université agronomique USSEIN.

---

## **Une approche de télédétection multi-sources pour la caractérisation de l'occupation du sol pour l'île de la Réunion**

*Dino Ienco & Paola Benedetti (Irstea, TETIS)*

Les systèmes modernes d'observation de la Terre fournissent des données à différentes résolutions temporelles et spatiales. Parmi les capteurs optiques, la constellation Sentinel-2 fournit aujourd'hui des images à haute résolution temporelle (tous les 5 jours) et à haute résolution spatiale (10~m) qui sont utiles pour étudier la dynamique de l'occupation du sol. D'autre part, les images à très haute résolution spatiale (THRS) demeurent un outil essentiel pour déterminer les éléments caractérisés par des motifs spatiaux fins. Comprendre comment exploiter efficacement l'hétérogénéité d'information des différents capteurs, dans un processus de fusion de données est un défi majeur dans le domaine de la télédétection.

Avec l'objectif d'utiliser la dynamique temporelle des séries temporelles à haute résolution ainsi que les informations spatiales fines contenues dans les images du THRS pour cartographier l'occupation du sol, nous proposons un modèle d'apprentissage profond, appelé M3Fusion, pour aborder ce défi.

Les expériences, menées sur l'île de la Réunion, montrent la qualité de notre architecture neuronale soit en termes de performances quantitative qu'en termes de rendu spatial par rapport à une approche standard d'apprentissage automatique.

---

## **Modélisation et contrôle de l'infection des grains de café - *Modelling and control of coffee berry borer infestation***

*Samuel Bowong (Université de Douala, Cameroun – LIRIMA)*

Coffee plays an important role in the economic growth of many developing countries. Coffee production throughout the world is affected by several pests and diseases. Among these pests, the coffee berry borer (CBB), *Hypothenemus hampei*, is considered as the most important pest economically. The CBB is a beetle that feeds and spends its development cycle in the coffee berries, causing direct crop losses and a lowering of the coffee quality. Mature females are responsible for the dispersal of the population: they emerge from the berries to colonize and lay their eggs in new berries, while males and juvenile stages remain inside the berries. Several control methods have been developed to fight these insects: pesticides, but also cultural practices, biological control and trapping. Our global aim is to design and assess the efficiency of control strategies, with a focus on alternatives to pesticides. To tackle this issue, we developed a mathematical model that describes the infestation dynamics of coffee berries by CBB, based on the insect life-cycle and including the berry availability during a cropping season. We aim at maximizing the yield at the end of cropping season, while minimizing the CBB population and the control costs. We show the existence of an optimal solution and solve the problem numerically. Numerical simulations are provided to illustrate our results.



## **Observatoire des usages de l'Agriculture Numérique**

*Nina Lachia (Montpellier SupAgro, Responsable de l'Observatoire des Usages de l'Agriculture Numérique : <http://agrotic.org/observatoire/>)*

*Pascal Bonnet (Direction Département « Environnements et Sociétés » - Cirad)*

*Guy faure (Cirad, Innovation)*

Durant les dernières années, de nombreux outils numériques ont atteint un certain niveau de maturité technologique en agriculture (télédétection, smartphones, cartographie des sols, etc.) permettant l'émergence de nouveaux services. Néanmoins, il reste aujourd'hui difficile d'évaluer de manière objective le niveau et les typologies d'usages de ces technologies par les agriculteurs et les techniciens. L'Observatoire des usages de l'agriculture numérique a été mis en place en janvier 2017 par la chaire AgroTIC et l'Institut convergence Agricultures numériques #DigitAg afin d'apporter des éléments chiffrés et objectifs sur les usages actuels et les freins éventuels à l'adoption de ces technologies par la profession.

Le périmètre actuel de l'Observatoire couvre la France métropolitaine. L'objectif de cet atelier est de présenter les principaux résultats déjà obtenus à l'échelle de France ainsi que les différentes méthodologies mises en œuvre. La discussion portera sur la possibilité d'étendre ces observations au Sud, que ce soit en terme de choix techniques ou méthodologiques.

---

## **Les NTIC au service de la gestion des adventices des cultures en Afrique : le portail WIKWIO et ses outils mobiles**

*Thomas Le Bourgeois (Cirad, AMAP) & Vincent Blanfort (Cirad, SELMET)*

La gestion de l'enherbement demeure une contrainte majeure de la production agricole africaine. Pour faciliter l'identification et le partage de connaissances ou de questionnements sur les adventices des cultures tropicales, un ensemble d'outils NTIC a été développé au travers du projet Européen Wikwio <http://portal.wikwio.org>. Ces outils associent un portail Web collaboratif et des applications mobiles. Ils sont utilisables au bureau, en salle de formation ou au champ, connecté ou non à Internet et avec différents supports (téléphone mobile, tablette, ordinateur). Ainsi, ils permettent la collecte et le partage d'observations d'avertices identifiées ou non ; ils apportent une aide à l'identification, même pour des utilisateurs non spécialistes, et facilitent la capitalisation et la diffusion de connaissance concernant près de 500 espèces ; de même que des moyens de lutte dans les différents systèmes de culture de la région. Un réseau de près de 900 acteurs très divers, comprenant des agriculteurs, des agents du développement et de l'approvisionnement, des agronomes, des malherbologues, des enseignants, des étudiants, s'est constitué autour de ce portail collaboratif. Initié dans l'ouest de l'Océan Indien ce portail est en cours d'extension en Afrique et à d'autres régions tropicales.

---

## **SolSystem : une Solution IoT Cle-en-Main - A Turn-Key Solution for Real-World IoT**

*Keoma Brun-Laguna & Thomas Watteyne (Inria EVA)*

In 2013, 85% of the peach production in the Mendoza region (Argentina) was lost because of frost. Because less fruit was produced in the region, 600.000 less work days were needed to process the harvest between November 2013 and March 2014, a reduction in work force of 10.600 people. Across the Mendoza region, frost has caused a loss of revenue of roughly 100 million USD in the peach business alone. We will present SolSystem (<http://solsystem.io>), our monitoring solution that is currently deployed in Argentina to predict frost in peach orchards (<http://savethepeaches.com>). This solution is also used in other applications, including smart marinas in France (<http://smartmarina.io>), and snow-pack monitoring in California (<http://snowhow.io>). We compare the deployments, show how delivers high reliability in various real-world environments, and provide a hands-on tutorial on how to use it.

---

## Défi LifeCLEF : de l'identification à la découverte de connaissance sur des espèces animales et végétales

Alexis Joly (Inria, LIRMM)

Automated identification of plants and animals have improved considerably in the last few years, in particular thanks to the recent advances in deep learning. In order to evaluate the performance of automated identification technologies in a sustainable and repeatable way, a dedicated system-oriented benchmark, LifeCLEF was initiated in 2011 in the context of the CLEF international evaluation forum. The 2017-th edition of LifeCLEF was an important milestone towards building identification systems working at the scale of continents. It relied on very large datasets including tens of thousands of species and millions of images and sounds. The next big question is how far such automated systems are from the human expertise. Indeed, even the best experts are sometimes confused and/or disagree between each others when validating visual or audio observations of living organism. A picture or a sound actually contains only a partial information that is usually not sufficient to determine the right species with certainty. Quantifying this uncertainty and comparing it to the performance of automated systems is of high interest for both computer scientists and expert naturalists. We will report an experimental study following this idea in the plant domain. In total, 9 deep-learning systems implemented by 3 different research teams were evaluated with regard to 9 expert botanists of the French flora. Therefore, we created a small set of plant observations that were identified in the field and revised by experts in order to have a near-perfect golden standard. The main outcome of this work is that the performance of state-of-the-art deep learning models is now close to the most advanced human expertise. This shows that automated plant identification systems are now mature enough for several routine tasks, and can offer very promising tools for autonomous ecological surveillance systems.

---

Ce workshop organisé conjointement par #DigitAg, l'Inria et le Cirad, est également soutenu par le projet SONGES (FEDER, Occitanie).