

Agriculture numérique : Concepts, enjeux généraux et exemples #DigitAg

Véronique Bellon-Maurel

Chef adjointe du département Mathnum, INRAE

Directrice de #DigitAg, l'Institut Convergences Agriculture Numérique

Rencontres PICLeg 2020

24 Novembre 2020

#DigitAg


**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE



ANR

L'agriculture numérique

La convergence de l'agriculture et des technologies de l'information (capteurs, réseaux intelligents, outils de la science de la données, application, voire automatisme et robotique) pour, tout au long de la chaîne de valeurs, ***mieux produire et mieux valoriser.***

Mieux produire

- Moins d'intrants (agriculture de précision)
- Moins d'impact (GES, compaction)
- Plus de confort (robotique, alertes, OAD)
- En amont de la production: aide à la sélection (phénotypage rapide)

Mieux valoriser

- Traçabilité, garantie des pratiques;
- Réseaux d'échange de ressources (éqpmt, matières)
- Partage de savoirs

RFID

Smartphone

Partage de Données

IoT – internet of things

Satellite

Traçabilité

Deep learning

Agriculture Numérique

Drones

Approche holistique avec des prises de décision complexes qui dépassent la production et l'exploitation (stratégies individuelles et collectives, chaînes de valeurs...)

Systèmes d'aide à la Décision

Agriculture de Précision

Répondre précisément aux besoins des plantes ou des animaux

Robotique

Mieux produire

(Climate)-Smart agriculture

Créer et semer des variétés adaptées

Control loop

Observation

Action

Diagnosis



Recommandation

Comment #DigitAg aborde l'Agriculture Numérique?

Force de frappe

Plus de 530 ch. et ingénieurs (en 2019)

29 unités de recherche
56 thèses co-financées
50 thèses labellisées
> 18 années de post-docs
> 150 bourses master
72 mois mobilités internationales
15 écoles chercheurs

Axes de recherche

- 1 : TIC et société rurale
- 2 : Innovation en agriculture numérique
- 3 : Capteurs et acquisition de données
- 4 : Systèmes d'informations agricoles
- 5 : Fouille de données
- 6 : Modélisation et simulation

Equipe Projet

Enjeux

Améliorer la production agricole

- 1 : TIC et challenge agroécologique
- 2 : Phénotypage rapide
- 3 : Protection des cultures
- 4 : Productions animales durables

Challenges

Inclusion de l'agriculture dans la société

- 5 : Services de conseil agricole
- 6 : Gestion des territoires agricoles
- 7 : Agriculture et chaînes de valeur
- 8 : Développement agricole au Sud

Challenges

Enseignement
Valorisation

Enseignement

Une 30aine de thèses

Lien avec les GT PIC Leg

- +Système
- +Eau et Fertilisation
- +Génétique et Innovation variétale
- +Bioagresseurs
- +Gestion de la flore adventice

GT SYSTÈME (1/2) Caractérisation

LAMOUR	01/06/2016	Etude et modélisation spatialisée de la maturité des bananes	IRSTEA, Cifre	ITAP
PICHON	01/11/2017	Méthodes d'évaluation de la qualité des données issues d'observations à haute résolution spatiale et temporelle pour une aide à la décision en viticulture	Montpellier Supagro	ITAP
CRESPIN	01/10/2017	Suivi des systèmes de culture par analyse de séries temporelles d'images satellite à très haute résolution et modélisation spatialisée : Application à La Région des Hautes Terres, à Madagascar	CIRAD	TETIS
SARRON	01/10/2016	Estimation spatialisée des rendements d'une culture pérenne en Afrique de l'Ouest : le cas du manguiier au Sénégal	CIRAD	HORTSYS
VELUMANI	01/09/2018	Suivi continu de la croissance de la végétation à partir de systèmes IoT au champ	INRA, Cifre	EMMAH

GT SYSTÈME (1/2) Caractérisation

LAMOUR	01/06/2016	Etude et modélisation spatialisée de la maturité des bananes	Cifre	INRA
PICHON	01/11/2017	Méthodes d'évaluation de la qualité des données issues d'observations à haute résolution spatiale et temporelle pour une aide à la décision en viticulture	Montp	
CRESPIN	01/10/2017	Suivi des systèmes de culture par analyse de séries temporelles d'images satellite à très haute résolution et modélisation spatialisée : Application à La Région des Hautes Terres, à Madagascar	CIRAD	
SARRON	01/10/2016	Estimation spatialisée des rendements d'une culture pérenne en Afrique de l'Ouest : le cas du manguier au Sénégal	CIRA	
VELUMANI	01/09/2018	Suivi continu de la croissance de la végétation à partir de systèmes IoT au champ	INRA, Cifre	EMMAU

Classiques
(Manuelles) +
Satellite

**Crowdsourcing
(smartphone)**

Satellite

**Crowdsourcing
(smartphone)
+ Satellite**

IOT

GT SYSTÈME (2/2) Modélisation + OAD

7

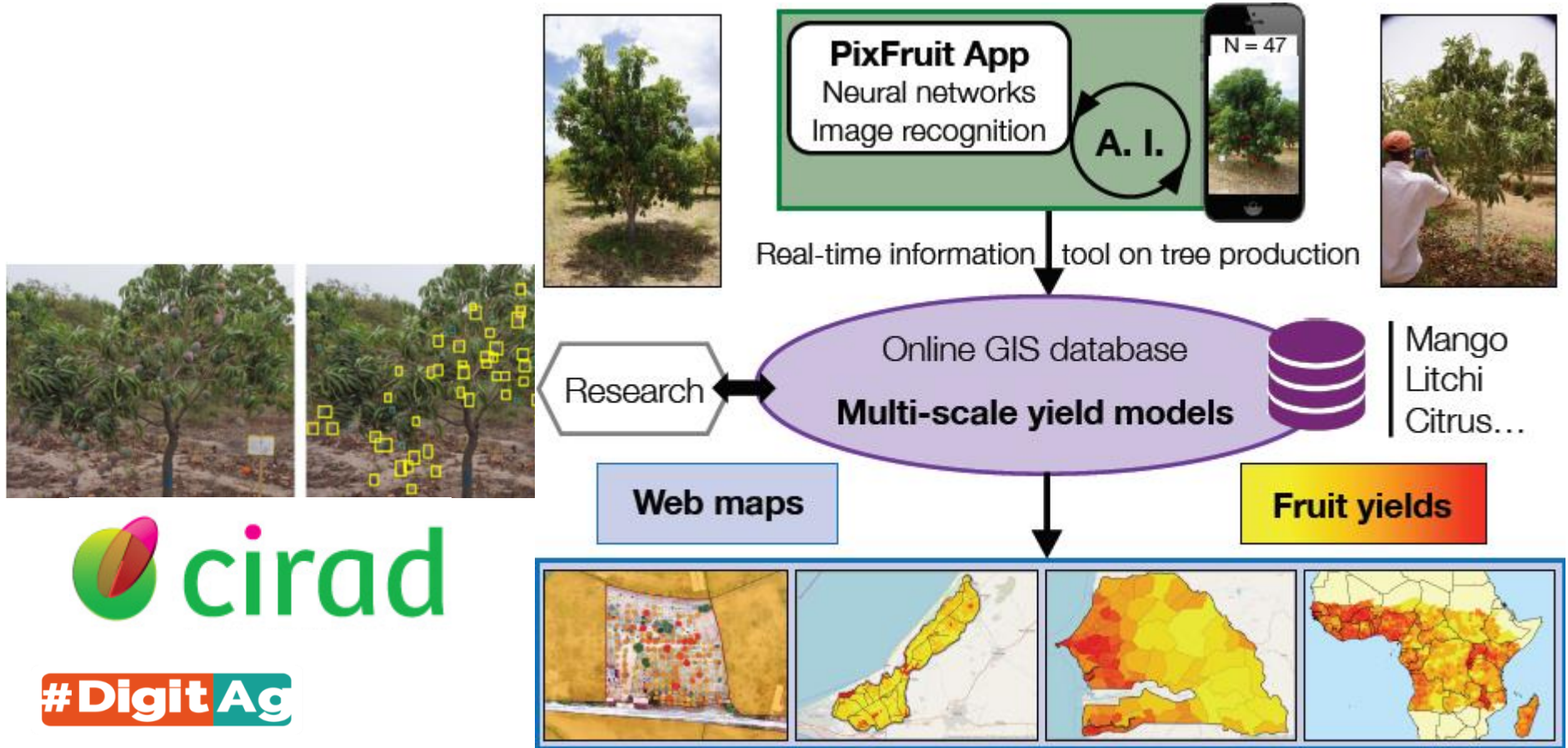
GNANGUENON GUESSE	01/12/2017	Modélisation et visualisation des liens entre cinétiques de variables agro-environnementales et qualité des produits dans une approche parcimonieuse Bayésienne	INRAE	MISTEA
LAURENT	02/09/2018	Modèle d'élaboration et d'estimation du rendement en viticulture par apprentissage à partir de données hétérogènes (observations et données climatiques historiques).	Montpellier Supagro,	ITAP, Cifre
TIFFON- TERRADE	15/04/2019	Analyse et modélisation de l'effet d'un ombrage dynamique sur le développement de la vigne, la maturation et la qualité du raisin	INRAE	LEPSE
MAHMOUD	15/11/2019	Modéliser la performance de cultures associées annuelles : une approche combinant écologie fonctionnelle et science des données	INRAE	AGIR
GAUTRON	01/11/2019	Apprentissage par renforcement pour l'agriculture des pays en voie de développement: un conseiller virtuel pour la maîtrise du risque et une optimisation multi-objectifs.	CIRAD	AIDA
NAJM	01/10/2019	Représentation des connaissances et des raisonnements en agronomie systémique pour l'innovation en agroécologie	INRIA	LIRMM
LEMIERE	01/10/2020	La réalité augmentée pour accompagner la conception de systèmes agroforestiers	INRAE	AbSyS

GT SYSTÈME (2/2) Modélisation + OA

8

GNANGUENON GUESSE	01/12/2017	Modélisation et visualisation des liens entre cinétiques de variables agro-environnementales et qualité des produits dans une approche parcimonieuse Bayésienne	Mod . Bayésien
TIFFON- TERRADE	15/04/2019	Analyse et modélisation de l'effet d'un ombrage dynamique sur le développement de la vigne, la maturation et la qualité du raisin	Mod. Stats+ couplage
LAURENT	02/09/2018	Modèle d'élaboration et d'estimation du rendement en viticulture par apprentissage à partir de données hétérogènes (observations et données climatiques historiques).	Mod. Stats+ couplage
MAHMOUD	15/11/2019	Modéliser la performance de cultures associées annuelles : une approche combinant écologie fonctionnelle et science des données	Intelligence Artificielle
GAUTRON	01/11/2019	Apprentissage par renforcement pour l'agriculture des pays en voie de développement: un conseiller virtuel pour la maîtrise du risque et une optimisation multi-objectifs.	IA- Repr. des connaissances
NAJM	01/10/2019	Représentation des connaissances et des raisonnements en agronomie systémique pour l'innovation en agroécologie	Réalité augmentée
LEMIERE	01/10/2020	La réalité augmentée pour accompagner la conception de systèmes agroforestiers	

Exemple Caractérisation - Thèse Julien Saron



GT INNOVATION VARIETALE (1/2)

Caractérisation

RYCKEWEART	01/11/2016	Potentiel du couplage de la spectrométrie visible - proche infrarouge et d'un vecteur mobile pour la caractérisation de la végétation dans le cadre de campagnes de phénotypage	INRAE, Cifre	ITAP
DAVID	01/05/2018	Développement de méthodes d'apprentissage profond pour la caractérisation des cultures (évaluation rendement blé)	INRAE, Cifre	EMMAH
VILLESECHE	01/10/2019	Caractérisation de la variabilité de réponse de plantes à des stress multiples par imagerie hyperspectrale et approches omiques : Application à la culture du blé.	INRAE	ITAP
ROJAS-BUSTOS	01/02/2020	Évaluation de traits architecturaux et de fonctionnement d'arbres fruitiers par données LiDAR, apprentissage profond et modélisation structure-fonction.	INRAE	AGAP

GT INNOVATION VARIETALE (1/2)

Caractérisation

RYCKEWEART	01/11/2016	Potential du couplage de la spectrométrie visible - proche infrarouge et d'un vecteur mobile pour la caractérisation de la végétation dans le cadre de campagnes de phénotypage	INRAE, Cifre	ITAP	Spectro et imagerie hyper spectrale
DAVID	01/05/2018	Développement de méthodes d'apprentissage profond pour la caractérisation des cultures (évaluation rendement blé)	INRAE, Cifre	EIMMIAH	Image et IA
VILLESECHE	01/10/2019	Caractérisation de la variabilité de réponse de plantes à des stress multiples par imagerie hyperspectrale et approches omiques : Application à la culture du blé.	INRAE		Spectro et imagerie hyper spectrale
ROJAS-BUSTOS	01/02/2020	Évaluation de traits architecturaux et de fonctionnement d'arbres fruitiers par données LiDAR, apprentissage profond et modélisation structure-fonction.	INRAE		LIDAR 3D et IA

GT INNOVATION VARIETALE (2/2)

Modélisation et représentation des connaissances

Fouille de données				
NGUYEN	01/11/2019	Plasticité du système racinaire en réponse à la disponibilité en eau et azote du sol. Établir des liens entre les données de phénotypage à haut débit et les modèles de cultures RAM	INRAE	LEPSE
FAUVEL	01/10/2017	Amélioration des performances et de l'explicabilité des méthodes d'apprentissage automatique basées sur les séries temporelles multivariées (<i>application à la détection d'oestrus et de tremblements de terre</i>)	INRIA	LACODAM
Mieux gérer données et connaissances				
HEIDSIECK	01/11/2017	Gestion distribuée des workflows scientifiques pour le phénotypage haut-débit des plantes	INRIA	Zenith
MIDINGOYI	01/01/2018	Représentation sémantique et modulaire des modèles de cultures à l'aide d'un métalangage déclaratif	INRAE	LEPSE
KEIP	01/11/2018	Sélection des plantes pour la santé animale et végétale dans les pays du Sud au moyen de la navigation conceptuelle exploratoire	CIRAD	LIRMM

GT INNOVATION VARIETALE (2/2)

Modélisation et représentation des connaissances

Fouille de données		
NGUYEN	01/11/2019	Plasticité du système racinaire en réponse à la disponibilité en eau et azote du sol. Établir des liens entre les données de phénotypage à haut débit et les modèles de cultures RAM
FAUVEL	01/10/2017	Amélioration des performances et de l'explicabilité des méthodes d'apprentissage automatique basées sur les séries temporelles multivariées (application à la détection d'oestrus et de tremblements de terre)
Mieux gérer données et connaissances		
HEIDSIECK	01/11/2017	Gestion distribuée des workflows scientifiques pour le phénotypage haut-débit des plantes
MIDINGOYI	01/01/2018	Représentation sémantique et modulaire des modèles de cultures à l'aide d'un métalangage déclaratif
KEIP	01/11/2018	Sélection des plantes pour la santé animale et végétale dans les pays du Sud au moyen de la navigation conceptuelle exploratoire

Mod. Stats+
couplage

Intelligence
Artificielle

Informatique

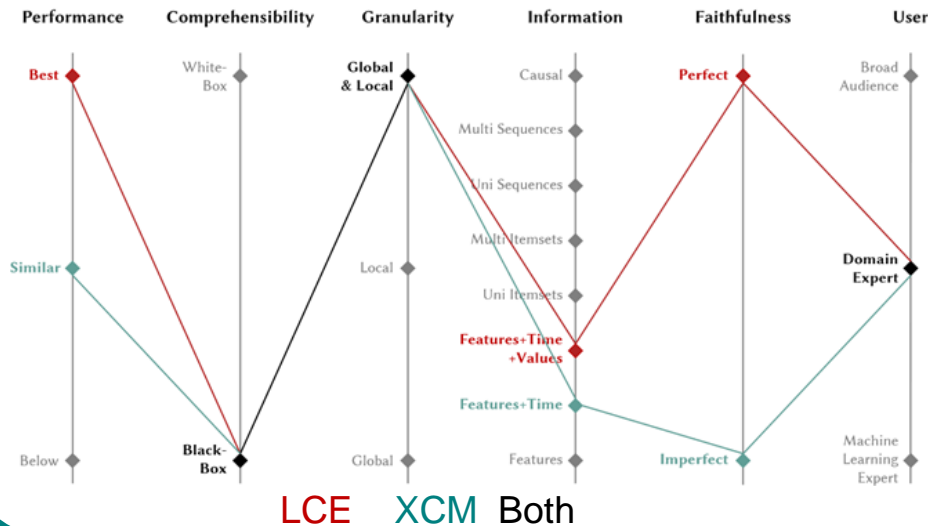
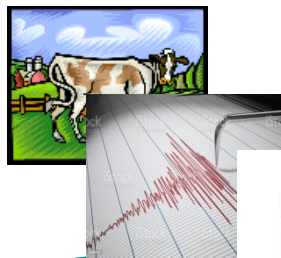
Informatique

Informatique

INRIA Zenith

Utilisation des séries temporelles multivariées

Produit 1 : Nouvelles méthodes de traitement des séries temporelles multiariées (LCE, XCM)



+22% amélioration (détection oestrus) / solutions commerciales

Produit 2:
La cadre performance/ explication/ représentativité pour analyser des méthodes d'apprentissage

GT BIOAGRESSEURS

15

Caractérisation

TRESSON	01/10/2018	Quantification de la régulation des ravageurs par les prédateurs généralistes par analyse de séquences d'images pour déterminer et quantifier les réseaux d'interactions, cas du charançon du bananier	CIRAD	GECO
LEE HAN	01/09/2018	PLANT HEALTH Plant disease monitoring in crowdsourced image streams	INRA	AMAP

Application de produits

TALEB BENDIAB	01/11/2017	Capteur optique pour la caractérisation d'un dépôt de pulvérisation (COncORDE)	IRSTEA	ITAP
CHERAJET	01/01/2018	Modélisation expérimentale et statistique des relations entre caractéristiques morphologiques de la vigne et dépôts de pulvérisation : application à l'agriculture de précision	ACTA	IFV

Modélisation - OAD

ALEKSOVSKA	01/11/2017	Améliorer les prévisions à court et moyen termes des modèles agron. en prenant mieux en compte l'incertitude des prévisions météorologiques.	ACTA	MIAT
CHEN	03/01/2017	Analyse du risque de maladie sur blé et vigne en combinant bases de données régionales et informations locales en cours de saison	IFV	

GT BIOAGRESSEURS

Caractérisation

TRESSON	01/10/2018	Quantification de la régulation des ravageurs par les prédateurs généralistes par analyse de séquences d'images pour déterminer et quantifier les réseaux d'interactions, cas du charançon du bananier
LEE HAN	01/09/2018	PLANT HEALTH Plant disease monitoring in crowdsourced image streams

Image et IA

Crowdsourcing et IA

Application de produits

TALEB BENDIAB	01/11/2017	Capteur optique pour la caractérisation d'un dépôt de pulvérisation (COncORDE)
CHERAJET	01/01/2018	Modélisation expérimentale et statistique des relations entre caractéristiques morphologiques de la vigne et dépôts de pulvérisation : application à l'agriculture de précision

Optique intégrée

LIDAR 3D + mod. stat + couplage

Modélisation - OAD

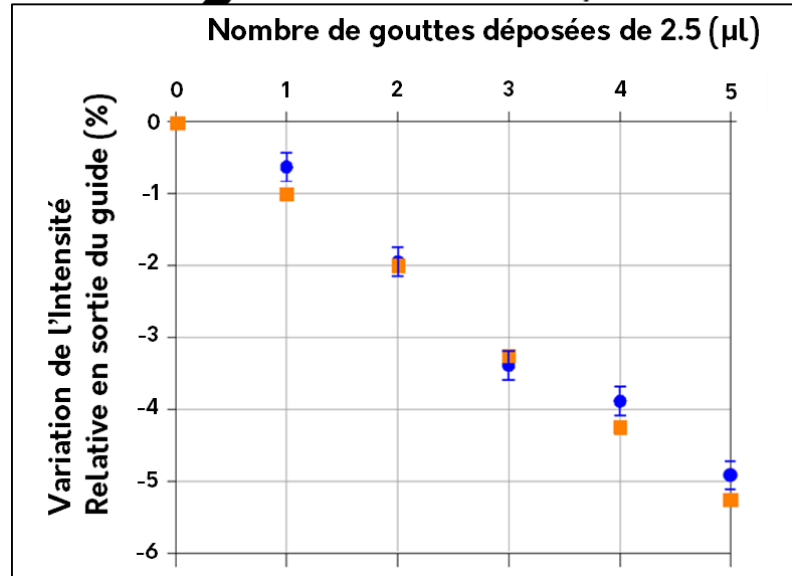
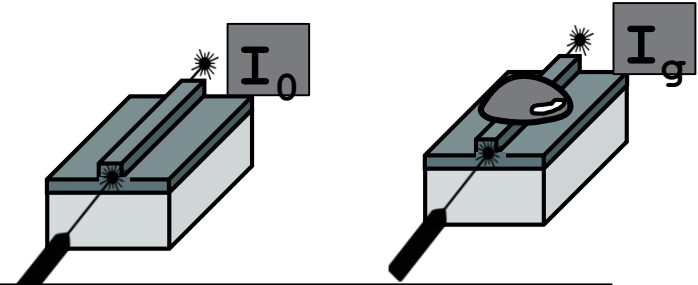
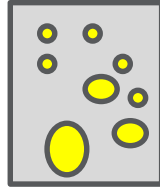
ALEKSOVSKA	01/11/2017	Améliorer les prévisions à court et moyen termes des modèles agron prenant mieux en compte l'incertitude des prévisions météorologiques.
CHEN	03/01/2017	Analyse du risque de maladie sur blé et vigne en combinant bases de données régionales et informations locales en cours de saison

Stats + couplage

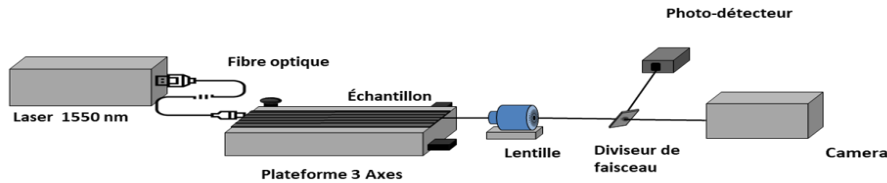
Intelligence artificielle

Caractériser l'application – Th. Anis Taleb Bendiab

INRAE



Expés
Simul



#Digit Ag

GT AUTRES

		Eau et fertilisation		
LEROUX	01/03/2016	Proposition de méthodes de zonage et de pré-traitement de données de rendements intra-parcellaires en vue d'effectuer un bilan de fumure par zone	Montpellier Supagro, Cifre	ITAP
SADOU	01/11/2020	Utilisation de la simulation à base d'agents et de la théorie de l'argumentation pour mieux appréhender la diffusion et l'appropriation de la technologie des compteurs d'eau communicants en agriculture	INRAE	MIAT
		Gestion de la Flore adventice		
DENEU	01/10/2019	Interprétabilité des modèles de distribution de communautés d'espèces végétales appris par apprentissage profond - application aux adventices des cultures dans le contexte de l'agro-écologie	INRIA	LIRMM

GT AUTRES

19

		Eau et fertilisation		
LEROUX	01/03/2016	Proposition de méthodes de zonage et de pré-traitement de données de rendements intra-parcellaires en vue d'effectuer un bilan de fumure par zone	Montpellier Supagro, Cifre	ITAD
SADOU	01/11/2020	Utilisation de la simulation à base d'agents et de la théorie de l'argumentation pour mieux appréhender la diffusion et l'appropriation de la technologie des compteurs d'eau communicants en agriculture	INRAE	MIAT
		Gestion de la Flore adventice		
DENEU	01/10/2019	Interprétabilité des modèles de distribution de communautés d'espèces végétales appris par apprentissage profond - application aux adventices des cultures dans le contexte de l'agro-écologie	INRIA	LIRMM

Geostats

Intelligence artificielle

Intelligence artificielle

Conclusion

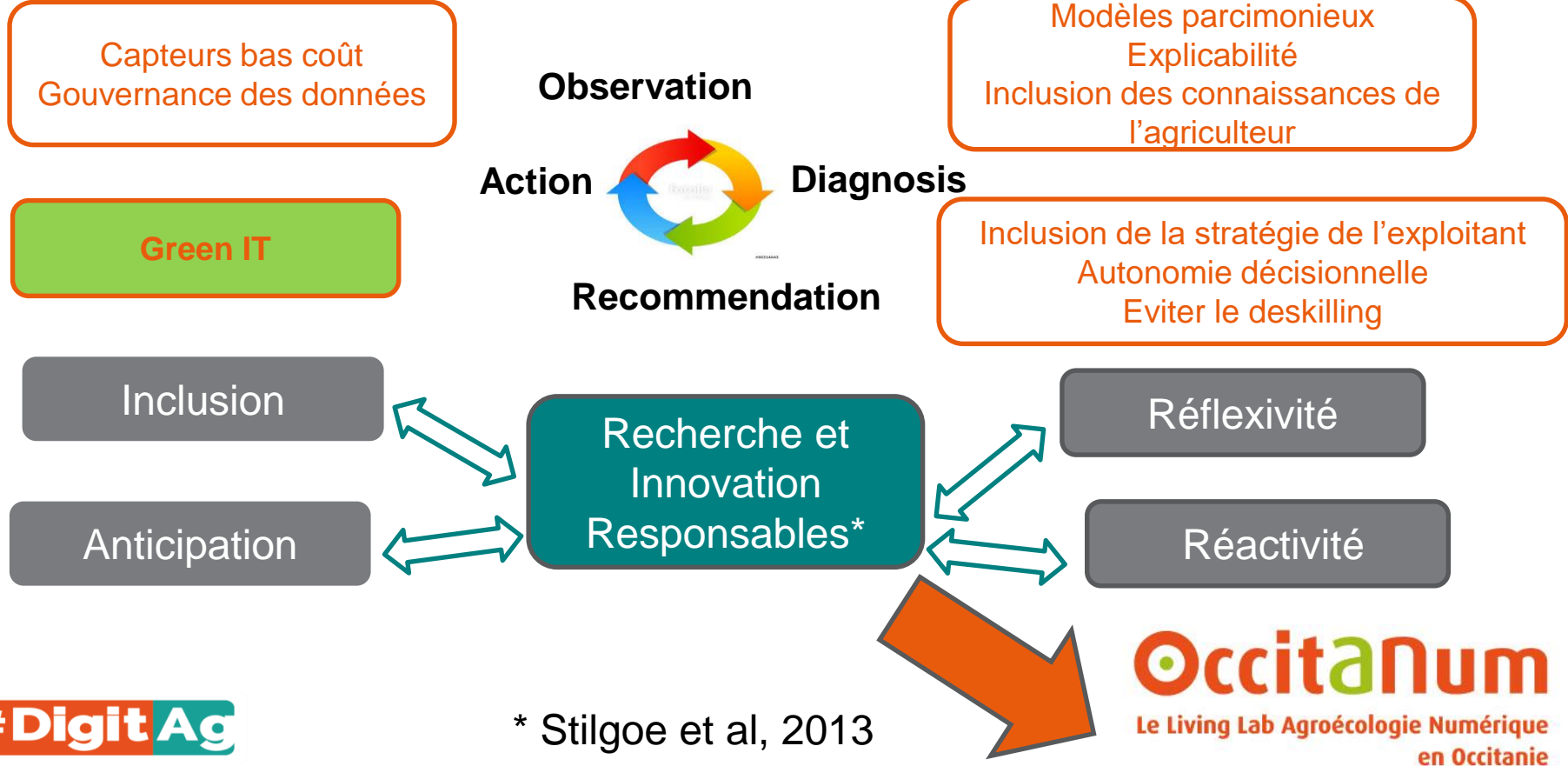
Les ingrédients de l'agriculture numérique sont

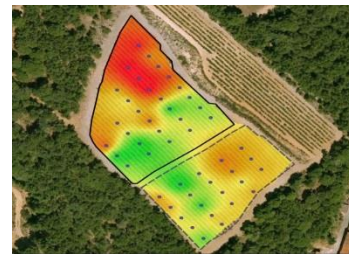
- La donnée (IOT, satellites, crowdsourcing avec smartphone)
- Le calcul (haute performance) en particulier l'IA=> apprentissage, formalisation des connaissances
- La connexion entre S.I., dans la chaîne de valeur => traçabilité

La technologie ne fait pas tout => Risques

- Des inégalités renforcées (amont-aval, données, accès à la technologie) ?
- Un rejet par la population ?
- Une empreinte écologique discutable ?
- Un verrouillage technologique ?
- Une complexification qui fragilise ?

La Recherche & Innovation Responsable...





<http://www.hdigitag.fr>



Twitter Institut : [@DigitAgLab](#) - [#DigitAg](#)



Veille Scoop It : [Topic Digital Agriculture](#)
<https://www.scoop.it/topic/digital-agriculture>



Page LinkedIn [#DigitAgLab](#)
<https://www.linkedin.com/company/digitaglab>



Chaîne YouTube [#DigitAg Lab](#)
<https://www.youtube.com/channel/UC-wt1R8NXmULYHBbUeA8GqA>



Insta [#DigitAgLab](#) - [#DigitAg](#)
<https://www.instagram.com/digitaglab/>

Merci!



#DigitAg

Merci à Marjorie Domergue, chef de projet Occitanum
Contacts: veronique.bellon@inrae.fr et marjorie.domergue@inrae.fr



ANR