HAL open science

Vers une agriculture numérique en Afrique : enjeux et perspectives

Pascal Bonnet, Mathieu Roche, Hélène Kirchner

To cite this version:

Pascal Bonnet, Mathieu Roche, Hélène Kirchner. Vers une agriculture numérique en Afrique : enjeux et perspectives. Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science, 2021, Digital Agriculture in Africa, 10.18713/JIMIS-120221-8-0 . hal-03102041v2

HAL Id: hal-03102041

https://hal.science/hal-03102041v2

Submitted on 15 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY METHODOLOGIES AND ISSUES IN SCIENCE

Vers une agriculture numérique en Afrique : enjeux et perspectives
Éditorial

Pascal BONNET[1], Mathieu ROCHE[2,3]*, Hélène KIRCHNER[4],

[1] CIRAD, DGDRS, F-34398 Montpellier, France
[2] CIRAD, UMR TETIS, F-34398 Montpellier, France
[3] TETIS, Univ Montpellier, AgroParisTech, CIRAD, CNRS, INRAE, Montpellier, France
[4] Inria, France

*Correspondance : mathieu.roche@cirad.fr

DOI : 10.18713/JIMIS-120221-8-0
Soumis le 7 Janvier 2021 – Accepté le 12 février 2021
Volume : **8** – Année : **2021**
Titre du numéro : **Agriculture numérique en Afrique**
Éditeurs : *Mathieu Roche, Pascal Bonnet, Hélène Kirchner*

Résumé

Confrontée à un défi alimentaire majeur et aux évolutions climatiques, l'agriculture de demain doit augmenter ses performances économiques, environnementales et sociales pour contribuer aux objectifs de développement durable. Les nouvelles technologies sont un levier puissant de la révolution attendue pour, au-delà de « *l'agriculture de précision* » à la ferme, avancer vers une « *agroécologie de précision* » inscrite dans les territoires et vers plus d'inclusion dans les chaines de valeur de produits agricoles. Ces enjeux sont particulièrement cruciaux en Afrique subsaharienne où le numérique est déjà au service de l'agriculture africaine. Dans ce contexte, ce numéro spécial dresse un panorama de travaux menés sur la thématique « Agriculture numérique en Afrique » à travers des recherches pluridisciplinaires qui développent de nouvelles méthodologies intégrant des démarches collaboratives, des infrastructures innovantes ainsi que des approches de sciences des données et de modélisation.

Mots-clés

agriculture numérique, capteurs, agriculture et irrigation de précision, agroécologie et agriculture biologique, IoT (Internet of Things), données d'imagerie et géomatique, drones, plateformes numériques, services agro-climatiques, services nutritionnels, services de conseil, aide à la décision, modélisation, science des données, intelligence artificielle, fouille de données, analyse d'images, innovation, co-conception

---

I INTRODUCTION

Le numérique en agriculture est vu par la plupart des organisations internationales, agences des Nations Unies ou bailleurs du développement (Banque mondiale, Union européenne) comme une source de transformation majeure du secteur agricole et des systèmes alimentaires notamment en Afrique (Ehui, 2018). Pour l'ensemble des pays dits du « Sud », les technologies de l'information sont perçues comme de nouvelles ressources de transformation économique et sociale pour les sociétés rurales et urbaines nationales (Lixi *et al.*, 2014). Le numérique se greffe ainsi aux agendas préexistants en matière de développement, aux objectifs de compétitivité des filières agricoles africaines (Webber *et al.*, 2009), de lutte contre la pauvreté, mais reste sujet d'interrogations (Deichmann *et al.*, 2016, Klerkx *et al.*, 2020).

Les défis du numérique en agriculture sont nombreux. Ils incluent les dispositifs de capture de données, les réseaux de communication, les services et les applications, qui permettent d'obtenir la bonne information utile à la décision individuelle ou collective au bon moment et au bon format. Un autre défi est la collaboration intersectorielle (télécoms, transports, énergie, finances, commerce, environnement, agriculture, etc.) indispensable pour le partage et l'analyse de cette information pertinente.

Quels que soient les chemins (trajectoires) des agricultures d'aujourd'hui, en particulier en Afrique, il existe des raisons explicites pour y développer une agriculture numérique. Dans un premier temps, le secteur du numérique est une option à la diversification nécessaire de l'économie et à l'avenir des emplois et l'Afrique est bien armée pour ce secteur comme en témoigne la recherche en informatique qui y est menée. Par ailleurs, les applications du numérique dans l'agriculture peuvent accélérer certaines transformations en cours pour toucher à des degrés divers les nombreuses catégories d'agriculture, de ménages et d'entrepreneurs agricoles en Afrique. Enfin, l'Afrique est une terre d'avenir agricole, car elle dispose d'une forte réserve foncière utilisable pour garantir l'alimentation de demain et pour développer un secteur agroalimentaire, futur pourvoyeur d'emplois, dans des sociétés encore fondamentalement rurales, même si l'urbanisation progresse (Pesche *et al.*, 2016).

Dans ce contexte, ce numéro spécial de la revue JIMIS dresse un panorama non exhaustif de travaux menés sur la thématique « Agriculture numérique en Afrique » qui est résumé dans la section suivante.

II LES MULTIPLES VISIONS DE L'AGRICULTURE NUMÉRIQUE EN AFRIQUE

Les analyses oscillent aujourd'hui entre (i) celles optimistes d'une nouvelle phase de progrès technique au service des exploitations agricoles et de la modernisation du secteur, ou (ii) celles plus intégrées, contextualisées et critiques abordant l'intérêt du numérique à plusieurs échelles et systèmes (territoires, filières). La première catégorie fait la part belle aux technologies, sources de progrès, avec une littérature abondante sur l'usage du drone (proxidétection), l'imagerie satellitaire (télédétection), la gestion et la fouille de données hétérogènes, l'apprentissage automatique. La deuxième intègre une analyse plus poussée des caractéristiques et multiples défis des agricultures du Sud et de comment le numérique peut s'y glisser, menant à une approche plus systémique. En effet, au-delà des aspects techniques à la ferme, des considérations politiques, sociales et économiques doivent être explorées pour anticiper l'impact du numérique sur les entreprises, mais aussi sur les ménages agricoles pluriactifs, les marchés, les filières locales ou nationales et les chaines de valeur, les sociétés et territoires (Basso *et al.*, 2020).

2.1. Des recherches académiques et finalisées pour le développement d'applications en agriculture numérique dans les pays du Sud

Il y a de multiples façons d'aborder les priorités en recherche pour une agriculture numérique dans et pour les pays du Sud, les questions et les verrous méthodologiques que cela pose. Développer un argumentaire des priorités de recherche fondées sur les agricultures mondialisées déjà très dépendantes de technologies (exploitations spécialisées, mono produits, orientées vers les marchés export) n'est pas d'une grande originalité ni surtout d'une forte utilité pour aborder les spécificités des pays du Sud. A contrario, définir les recherches nécessaires et les applications et impacts qui en dériveront pour la diversité des agricultures africaines, constitue un véritable défi auquel ce numéro spécial souhaite contribuer.

L'agriculture numérique fera appel, en Afrique comme ailleurs, à la combinaison de multiples problématiques que l'on peut étudier de manière isolée ou de préférence intégrée. Il s'agit des objets de recherche suivants : (i) les capteurs utiles à la mesure, (ii) les données qui sont intégrées dans les applications et les modèles ; (iii) les équipements agricoles (mécanisation) et non agricoles (drones), objets connectés, porteurs de capteurs ; (iv) les équipements portables de communication, tels que les téléphones et smartphones, utilisateurs d'énergie, embarquant des capteurs de géolocalisation et portés par d'autres « vecteurs » mobiles (personnes et animaux) ; (v) les réseaux et infrastructures de communication, dont internet ou les réseaux mobiles (2G, 3G…) ou à bas débit (LoRA), pour échanger des données, communiquer de l'information sous différentes formes (voix, texte, donnée, etc.) ; (vi) les applicatifs logiciels, délivrant des services informationnels et décisionnels, fondés sur des modèles – algorithmes pour l'aide à la décision dans les étapes de la production et de la commercialisation agricoles, dans des domaines périphériques (financement, crédit), ou des services de formation et de conseil (issus de connaissances expertes) ; (vii) les acteurs individuels et collectifs (entreprises, organisations de producteurs, autorités, etc.), privés ou publics, qui s'organisent pour mettre en œuvre les innovations et intègrent le numérique dans leurs stratégies de gestion, dans les orientations de développement ; (viii) un modèle sociétal et des institutions pour diriger et encadrer le développement du numérique rural et agricole (plans, règles, lois, arènes de gouvernance, règlements, etc.) qui forment le creuset politique, socio-technologique et économique dans lequel « l'économie numérique » et l'agriculture numérique se développent.

La recherche est nécessaire dans toutes ces dimensions d'étude de la transition numérique de « *systèmes socio-techniques* » (Geels *et al.*, 2007). Certains domaines sont portés par une recherche académique, disciplinaire et internationale, non spécifiquement du Sud ni agricole (électronique de capteurs, télécommunication, apprentissage sur les données, aide à la décision, etc.), même si une recherche nationale au Sud devra aussi l'adapter à ses contextes (capteurs à bas coûts, résistance au climat tropical, adaptation du solaire, coût des calculs et des transmissions, etc.). Tandis que d'autres domaines nécessitent strictement des recherches interdisciplinaires et contextualisées recourant notamment aux sciences du numérique, agronomiques et de l'environnement (modélisation et décision dans les itinéraires agro-écologiques tropicaux, science des données agricoles et agro-climatiques) et aux sciences humaines et sociales (SHS) incluant les sciences de gestion et du *design* (co-conception de solutions avec les acteurs), l'économie (valeur de l'innovation, impact) ou la sociologie (études sur les positions respectives des acteurs de la transition numérique, gouvernance et gestion des risques).

Il existe plusieurs approches ayant pour objectif d'impliquer et de faire collaborer les différents acteurs du secteur agricole ou du secteur numérique en Afrique. Ainsi, des méthodes innovantes d'intelligence collective peuvent être mises en place comme cela est détaillé dans le **premier**

article de ce numéro spécial (COLAB, Laboratoire de collaboration multi-acteurs pour l'innovation responsable au service de l'agriculture et de l'alimentation durables). Outre les recherches fondées sur les acteurs, d'autres travaux s'intéressent aux infrastructures comme la problématique des zones blanches en Afrique de l'ouest qui impacte la collecte et la diffusion d'informations entre agriculteurs ou agents des filières. Pour pallier ces situations, de nouvelles architectures de communication sont présentées dans le **deuxième article** de ce numéro spécial (*Communication Network Systems for White Spot Areas*).

2.2. Des recherches sur les données, les modèles, l'information et leur gouvernance

L'information est au cœur de nombreux services en agriculture numérique. Cette information est générée par divers objets et capteurs organisés en réseaux, qui produisent sans cesse des flux de données spécifiques ou par des informateurs humains relayés par des dispositifs numériques (observateurs eux aussi en réseaux). Ces services utilisent souvent des bases de données et des données de référence, ouvertes ou payantes selon la gouvernance et les modèles économiques mis en place. Ceci ouvre de nombreuses questions sur le partage et l'exploitation des données des producteurs. La question du partage des données est importante, car elle aborde deux problématiques de recherche : (i) une question d'organisation informatique et de méthodologie de construction des données (concept FAIR[1]) qui est déjà très complexe et interroge les communautés de données par exemple en proxidétection (Wyngaard *et al.*, 2019) ; et (ii) l'analyse en termes de communs informationnels que peuvent représenter les données consolidées et le statut de ces données, acquises sur un territoire privé, commun ou public (Hess *et al.*, 2007).

La question de la gouvernance des territoires (par exemple pastoraux) et de la contribution de l'information et des données relatives à ces objets est plus complexe, du fait qu'elle est autant technique qu'institutionnelle. Elle est abordée en France par les travaux sur l'usage des données géographiques (dont souveraines), la data-visualisation et la géo-gouvernance (Masson-Vincent *et al.*, 2013) ou des travaux plus fondamentaux de groupes de recherche (Severo *et al.*, 2015) qui étudient les traces numériques des territoires. En Afrique, ces travaux sont balbutiants alors qu'ils sont essentiels à la constitution de ces nouvelles ressources territoriales, à leur visualisation (un capital cognitif) et au cœur de la démocratie participative dans de nombreux pays africains. Un point important pour la recherche concernera l'analyse de l'organisation du dernier maillon d'information de la chaine dans le réseau numérique en lien avec le système de décision.

Une fois ces ensembles de données hétérogènes acquis, leur exploitation devient essentielle comme cela est abordé dans le **troisième article** de ce numéro spécial (*Suivi de la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest : quelles méthodes d'analyse de données pour traiter l'interdisciplinarité de la sécurité alimentaire*). Cet article présente des méthodes de mise en relation de données hétérogènes (images satellites, données quantitatives, etc.) liées à la sécurité alimentaire par des méthodes d'apprentissage automatique et de fouille de données.

Dans le cas du Web qui est naturellement accessible, marier les informations thématiques véhiculées dans les données textuelles et des informations spatio-temporelles au sein de plateformes numériques dédiées est au cœur de travaux de fouille de textes et de données, et de visualisation dans le domaine de la veille épidémiologique des maladies animales, végétales et humaines (par exemple, https://mood-h2020.eu/). Ces processus de veille épidémiologique dans un contexte *One Health* (« Une seule santé ») (Bordier *et al.*, 2020) peuvent également être abordés à travers des problématiques de modélisation comme cela est détaillé dans le **quatrième**

[1] F = Findable, A = Accessible, I = Interoperable, R = Reusable

article de ce numéro spécial (*When and how to fallow: first steps towards banana crop yield improvement through optimal and sustainable control of a soilborne pest*). La modélisation est alors préalable à l'élaboration de scénarios et à l'aide à la décision lorsqu'il s'agit par exemple de trouver un compromis entre le déploiement des jachères pour réduire les effets de parasites et le rendement économique.

III DISCUSSION

Dans ce contexte assez large et pluridisciplinaire, le symposium « Agriculture numérique en Afrique » (AgriNumA) organisé en 2019 par le Cirad, le LIRIMA et l'UMR TETIS et adossée au 9ème Colloque national sur la Recherche en Informatique et ses Applications (CNRIA) de l'Association sénégalaise des Chercheurs en Informatique (ASCII), a rassemblé une centaine d'acteurs académiques, industriels et de la société civile d'Afrique de l'Ouest. AgriNumA'2019 avait pour objectif de promouvoir des recherches pluridisciplinaires et la mise en réseau entre laboratoires des sciences du numérique et des sciences thématiques (agronomie, SHS, etc.) faisant appel au numérique ou ayant le numérique comme objet de recherche.

Plusieurs contributions méthodologiques ayant le numérique comme objet de recherche ont été présentées à AgriNumA'2019 (Bonnet *et al.*, 2019) :

- Travaux 1.1 : *Modélisation et contrôle en épidémiologie de cultures tropicales : application aux nématodes phytoparasites du bananier plantain et aux scolytes du caféier, Touzeau et al.*
- Travaux 1.2 : *Projet Deep2PDE : Modélisation mathématique de croissance de plantes à l'aide de réseaux de neurones pour des applications en agroforesterie cacaoyère au Cameroun, Peynaud et al.*
- Travaux 1.3 : *Prédiction de la valeur génétique clonale chez le palmier à huile à partir de données génomiques haute densité et du modèle linéaire mixte, Nyouma et al.*
- Travaux 1.4 : *Drone imagery remote sensing for sorghum high-throughput phenotyping, Ndour et al.*
- Travaux 1.5 : *Fouille de données spatiales et Agriculture numérique, Teisseire et al.*
- Travaux 1.6 : *Projet PANDA : Plateforme innovante de collecte et d'aide à la décision pour une Agriculture DurAble, Mbaye et al.*
- Travaux 1.7 : *Projet de veille en épidémiologie animale, Roche et al.*
- Travaux 1.8 : *Mise en relation des données hétérogènes pour le renforcement des systèmes de sécurité alimentaire - Cas de la production agricole en Afrique de l'Ouest, Deleglise et al.*
- Travaux 1.9 *: Communication sans fil pour l'agriculture connectée, Mbacke et al.*
- Travaux 1.10 : *A robust and power efficient MAC protocol for an affordable, long-range WSN network, O'Kennedy*

Ces travaux en agriculture numérique peuvent être représentés selon cinq dimensions associées à deux axes (Méthodologies/Usages) qui sont résumés ci-dessous :

Axe « Méthodologies »

- **Dimension « approches méthodologiques » :** (a1) Collecte et gestion de données, (a2) Fouille de données, Apprentissage automatique et Intelligence artificielle (a3) Analyse d'images, (a4) Modélisation.

ISSN: 2430-3038, ©JIMIS, Creative Commons
Volume : **8** – Année : **2021**, *DOI : 10.18713/JIMIS-120221-8-0*

- **Dimension « données » :** (d1) Données d'imagerie drones/satellitaires, (d2) Données socio-économiques et environnementales, (d3) Données textuelles, (d4) Données génomiques.
- **Dimension « échelle » :** (e1) Génomique, (e2) Plante, (e3) Exploitation agricole, Système de production, (e4) Territoire et chaine de valeur-filière agricole (régional/national/international).

Axe « Usages »

- **Dimension « thématique/applicative » :** (t1) Épidémiologie et gestion de risques sanitaires (animale, végétale), (t2) Sécurité alimentaire/Production et Irrigation, (t3) Analyse de la croissance végétale, (t4) Amélioration génétique et adaptation de variétés végétales.
- **Dimension « maturation des propositions » :** (m1) : Preuves de concept, (m2) Démonstrateurs, (m3) Logiciels.

La synthèse illustrée dans le tableau 1 montre que les communications présentées à AgriNumA couvrent, de manière assez large, les différents aspects de l'agriculture numérique, bien que certains axes soient plus riches (par exemple, la collecte des données) que d'autres (par exemple, le traitement des données génomiques). Même si les définitions des axes et dimensions semblent tout à fait génériques, leur complétude effective peut être liée aux spécificités et priorités de la recherche en Afrique.

Par ailleurs, une deuxième série de contributions s'est intéressée à la conception d'applications numériques et leurs usages à différentes échelles (Bonnet *et al.*, 2019) :

- Travaux 2.1 : *Appliquer la méthode de design thinking à la conception de services numériques pour l'agriculture, Henry et al.*
- Travaux 2.2 : *Laboratoire de collaboration multi-acteurs pour l'innovation responsable au service de l'agriculture et l'alimentation durable, Souaré et al.*
- Travaux 2.3 : *Grille d'analyse pour la construction des services numériques : différents acteurs, nature des relations lors du développement du service, Alexandre et al.*
- Travaux 2.4 : *Développement d'une plateforme numérique pour développer une filière bio, Mboup et al.*
- Travaux 2.5 : *Projet COWSHED : Zones blanches en espace pastoral, COmmunication within White Spots for brEeDers, Diallo et al.*
- Travaux 2.6 : *Le digital pour promouvoir l'agritourisme en Afrique, Kherrati et al.*

Pour représenter ces travaux, plusieurs dimensions et questions associées ont été mises en relief :

- **Types de contributions :** Les contributions sont-elles théoriques (méthodologiques et retours d'expériences) ou sont-elles des exemples (en cours de déploiement) ?
- **Design interne :** Les travaux se sont-ils attachés à décrire le processus de conception technique (théorique ou appliqué) ?
- **Prise en compte du contexte d'utilisation, de « l'écosystème » d'innovation :** Lors de la conception, une phase terrain a-t-elle été réalisée pour comprendre le système cible ?
- **Interactions avec les utilisateurs finaux :** Lors de la conception, l'utilisateur final (producteurs, consommateurs, etc.) a-t-il été impliqué ?

Les travaux (cf. tableau 2) peuvent alors être représentés selon ces dimensions et questionnements et montrent une bonne répartition des approches avec, en général, une prise en compte effective des écosystèmes d'innovation et une interaction avérée (parfois itérative) avec les acteurs.

Travaux	Méthodologies Approches				Méthodologies Données				Méthodologies Échelle				Usages Thématique				Usages Maturation		
	a1	a2	a3	a4	d1	d2	d3	d4	e1	e2	e3	e4	t1	t2	t3	t4	m1	m2	m3
1.1				X						X			X					X	
1.2		X		X						X					X		X		
1.3				X				X	X							X	X		
1.4		X	X		X						X				X			X	
1.5	X	X	X		X		X					X						X	
1.6	X					X					X			X			X		
1.7	X	X					X					X	X						X
1.8	X	X	X		X	X						X		X			X		
1.9	X					X					X			X				X	
1.10	X					X					X			X				X	

Tableau 1. Travaux ayant le numérique comme objet de recherche.

Travaux	Types de contributions		Design interne	Prise en compte de l'écosystème	Interaction avec les utilisateurs finaux
	Théorie	Exemple			
2.1	X		X	X	X
2.2	X		X	X	
2.3	X				X
3.4		X		X	
3.5		X	X		X
3.6		X		X	X

Tableau 2. Travaux de recherche qui s'intéressent à l'usage du numérique.

À l'issue des différentes communications réalisées dans le cadre d'AgriNumA'2019 associées aux différents axes et dimensions méthodologiques et d'usage du numérique, ce numéro spécial

ISSN: 2430-3038, ©JIMIS, Creative Commons
Volume : 8 – Année : 2021, DOI : 10.18713/JIMIS-120221-8-0

présente une sélection de quatre contributions qui se concentrent sur des travaux ciblés, mais représentatifs des défis actuels en agriculture numérique en Afrique.

Références

Basso B., Antle J. (2020). Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability 3(4): 254-256.*

Bonnet P., Roche M., Kirchner H. (2019). AgriNumA'2019 - Résumés des communications. Symposium « Agriculture numérique en Afrique », *Dakar, Sénégal, CIRAD-Inria, 23 pages*.

Bordier M., Uea-Anuwong T., Binot A., Hendrikx P., Goutard F.L. (2020). Characteristics of One Health surveillance systems: A systematic literature review. *Preventive veterinary medicine, 181, 104560.*

Deichmann U., Goyal A., Mishra D. (2016). Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries? *Policy Research Working Paper; No. 7669. World Bank, Washington, DC. © World Bank.*

Ehui S. (2018). How Can Digital Technology Help Transform Africa's Food System? », *The World Bank Blog*, 16 juillet 2018. URL: https://blogs.worldbank.org/digital-development/how-candigital-technology-help-transform-africa-s-food-system.

Geels F. W., Schot J. (2007). "Typology of sociotechnical transition pathways." *Research Policy 36(3): 399-417.*

Hess C., Ostrom E. (2007). Understanding knowledge as a commons: from theory to practice. Cambridge, Massachusetts, *Massachusetts Institute of Technology, 387 p.*

Klerkx L. Rose D. (2020). "Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?" *Global Food Security 24: 100347.*

Lixi M., Dahan M. (2014). ICT as an Enabler of Transformation in Ethiopia. *World Bank, Washington, DC. © World Bank.*

Masson-Vincent M., Dubus N. (coord.) (2013) Géogouvernance, Utilité sociale de l'analyse spatiale. *Collection : Update Sciences & technologies, Quae*

Pesche D., Losch B. Imbernon J. (dir.) (2016) Une nouvelle ruralité émergente. Regards croisés sur les transformations rurales africaines. *Atlas pour le Programme rural Futures du NEPAD, deuxième édition revue et augmentée, Montpellier, Cirad, NEPAD,* 76 pages

Severo M, Romele A. (dir.) (2015). Traces numériques et territoires. *Collection « Territoires numériques », Presses des Mines*

Webber M.C., Labaste P. (2009). Building competitiveness in Africa's agriculture: a guide to value chain concepts and applications (English). *Agriculture and rural development. Washington, DC: © World Bank.*

Wyngaard, J., Barbieri L., *et al.* (2019). Emergent Challenges for Science sUAS Data Management: Fairness through Community Engagement and Best Practices Development. *The Multidisciplinary Preprint Platform.*

Remerciements

Les articles soumis ont été évalués à travers 11 rapports de lecture réalisés par le Comité éditorial de ce numéro spécial que nous remercions. Ce comité était composé de Gaoussou Camara (Université Alioune Diop de Bambey), Bamba Gueye (Université Cheikh Anta Diop de Dakar), Émile Faye (Cirad, UPR HortSys), Jean-Paul Laclau (Cirad), Louise Leroux (Cirad, UPR AIDA), Moussa Lo (Université virtuelle du Sénégal), Éric Badouel (Inria, LIRIMA), Annelise Tran (Cirad, UMR TETIS), Véronique Henry (Orange Lab), Nicolas Paget (Cirad, UMR INNOVATION).

Par ailleurs, nous remercions les sponsors d'AgriNumA (#DigitAg, MUSE, Inria, Cirad et l'ASCII) ainsi que Régine Chatagnier (Cirad), Annie Huguet (Cirad, TETIS), Laura Norcy (Inria, LIRIMA) qui ont organisé de multiples aspects pratiques de ce symposium avec enthousiasme et professionnalisme. Nous remercions les co-animateurs des ateliers d'AgriNumA : Nicolas Paget (Cirad, UMR INNOVATION), Véronique Henry (Orange - Experience design lab), Maïssa Mbaye (Université Gaston Berger), Éric Badouel (Inria, LIRIMA), qui nous ont permis de réaliser une synthèse présentée dans cet article.

Enfin, ces travaux ont été soutenus par la Région Occitanie et par les Fonds européens de Développement régional (FEDER) dans le cadre du projet SONGES (Science des dONnées hétéroGènES) et par l'Agence nationale française de la recherche dans le cadre du programme Investissements d'avenir, référencé ANR-16-CONV-0004.