

Une agriculture numérique inclusive ? Le cas de l'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest

Par Pascal BONNET (auteur correspondant), Jean-Daniel CESARO, Chloé ALEXANDRE, Anna SOW, Mathieu ROCHE & Nicolas PAGET
CIRAD, DG, Montpellier, France

Les auteurs présentent une analyse préliminaire de l'arrivée des technologies numériques dans l'agriculture familiale africaine, et ouvrent des pistes de recherche sur les conditions dans lesquelles le numérique peut contribuer à un développement inclusif ou au contraire creuser des fractures déjà fortement ancrées entre villes et campagnes, et entre l'agriculture salariale d'exportation et l'agriculture familiale, prédominante sur le continent et dont les besoins diffèrent. Au travers de quelques illustrations de services et de technologies utilisés par les ménages agricoles, les auteurs montrent que l'agriculture numérique *sensu largo* est prédominante par rapport à l'agriculture de précision *sensu stricto*. Ils y présentent les acteurs impliqués dans le développement des services : entreprises de filière, État, organisations professionnelles. Enfin, ils concluent sur quelques cadres d'analyse qu'il serait utile de mobiliser pour conduire de futurs travaux de recherche sur l'effet de ces technologies en matière d'inclusivité et de fracture.

Les technologies numériques suscitent beaucoup d'intérêt pour développer l'agriculture africaine et contribuer à un développement économique et social inclusif (Huet et Morinière, 2020 ; FAO, 2022). L'agriculture numérique se greffe ainsi aux agendas pré-existants en matière de développement¹, mais reste sujet d'interrogations (Deichmann *et al.*, 2016) dans un contexte de forte fracture numérique.

L'AGRICULTURE NUMÉRIQUE EN AFRIQUE, UNE RÉALITÉ DÉJÀ PRÉSENTE MAIS POUR QUI ? POUR QUELLES TECHNOLOGIES ? QUELS USAGES ?

Diversité des exploitations, des filières agricoles et des systèmes d'activité en Afrique

En Afrique, l'agriculture numérique doit se mettre au service de différents systèmes de production, beaucoup plus divers et complexes que dans les pays de l'OCDE par la diversité des techniques et pratiques des agricultures essentiellement familiales (Sourisseau *et al.*, 2012). L'agriculture africaine se traduit aujourd'hui par la coexistence de différentes catégories socio-économiques : une agriculture de subsistance (autoconsommation), une

¹ ODD : Objectifs du développement durable.

agriculture familiale inscrite dans les marchés et souvent pluriactive (métiers de services en ville), et enfin une agriculture spécialisée tendant vers la monoculture et orientée sur les marchés des capitales (fruits et légumes, bétail) ou vers l'export (café, cacao).

Diversité des technologies

Les équipements

Le spectre des équipements numériques est très vaste entre l'agriculture de précision (à la parcelle) et l'agriculture numérique *sensu largo* (pour les filières et territoires). Parmi ceux utilisés en Afrique subsaharienne, on trouve une diversité d'objets technologiques (téléphonie, capteurs, GPS), de données (imagerie satellite et drones, audio, vidéo, textes) et de services (portails de connaissances, boîtes vocales pour le conseil, systèmes d'information et de décision).

Si la plupart des grandes entreprises agricoles utilisent les technologies liées au marché des équipementiers du machinisme agricole ou à l'offre AgTech mondiale², le téléphone portable a une place de premier plan dans l'agriculture familiale. Depuis 2018, plus de 45 % de la population a souscrit au moins un abonnement téléphonique et un tiers de ces abonnés possède des *smartphones* (Berrou et Mellet, 2020). Dans l'agriculture, ces derniers servent à la diffusion d'informations (prix, alertes sanitaires), aux échanges entre pairs, à la consultation de plateformes de service soit par l'exploitant soit par son conseiller.

Les usages d'outils et de services numériques pour les agriculteurs

Les outils numériques les plus utilisés par l'agriculture familiale sont diversifiés. Les plateformes d'information sur les prix, les marchés, et les services d'aide à la décision et de conseil (centres d'appel, serveurs vocaux interactifs) sont généralement développés par des services de l'État (ministères de l'Agriculture et de l'Élevage notamment) ou des organisations de conseil (entreprises et ONG), et souvent soutenus par des financements extérieurs. Elles fournissent une grande diversité d'informations plus ou moins bien actualisées, et pas toujours accessibles aux techniciens de terrain et aux producteurs faute d'équipements informatiques, de réseau 2G à 4G, et par défaut d'électrification rurale. Les systèmes d'information d'entreprises liant les producteurs et les transformateurs permettent de suivre l'état de la production et des livraisons, de planifier les collectes et la mise en marché (ananas au Bénin, lait au Sénégal), et plus rarement d'assurer la traçabilité du produit (cacao en Côte d'Ivoire pour certains exportateurs). Les outils de paiement (*e-banking*) sont fortement développés comme moyen de paiement, alors que l'Afrique est faiblement bancarisée. Ils ont permis en Afrique de sauter l'étape de la carte bancaire, et sécurisent les transferts monétaires.

Des usages plus sophistiqués émergent, mais concernent à ce jour peu d'agriculteurs individuels du fait de leur coût (relevé topographique par drone) ou de leur fiabilité encore incertaine (pilotage de la fertilisation minérale). Enfin, des preuves de concepts de la recherche se transforment en solutions opérationnelles comme pour l'évaluation par imagerie multi-échelle de la production de mangue sur pied (arbre, verger, région) (Sarron *et al.*, 2018).

Finalement, l'utilisation la plus répandue d'outils numériques chez les agriculteurs est informelle et générique, et concerne les réseaux sociaux. L'usage de WhatsApp ou de Messenger est très répandu, permettant à des groupes de toutes sortes (jeunes agriculteurs au Bénin, éleveurs de lapins au Burkina Faso), de se mettre facilement en relation afin d'échanger conseils et connaissances, faire des visites virtuelles de ferme, organiser l'approvisionnement en intrants et chercher des débouchés commerciaux.

² Paysage de l'AgTech, <https://agfundernews.com/2019-06-04-agtech-landscape-2019-1600-startups>

Diversité des processus et importance des infrastructures et du traitement des données

Les processus à l'œuvre pour fonder l'agriculture numérique sont très divers entre la consultation d'un portail, le simple échange téléphonique et le traitement préalable des *big data* pour produire un service informationnel d'alerte. En effet, pour mettre en œuvre des méthodes de *data science* (intelligence artificielle, *text mining*) exploitant les données des capteurs, les données textuelles et autres traces numériques, le manque d'infrastructure de stockage et de traitement des données massives reste un point crucial en Afrique, ainsi que la problématique juridique associée³. En outre, les connaissances locales ne sont pas nécessairement véhiculées ni exploitables avec les données disponibles (presse, contenus du *web*) utilisées dans les phases d'entraînement des algorithmes d'apprentissage automatique. Par ailleurs, l'exploitation des données textuelles multilingues et hétérogènes reste une difficulté, car les langues vernaculaires sont sous représentées dans les écrits (au contraire de l'anglais), voire entremêlées (Zoumbara *et al.*, 2020). Ce problème est crucial en Afrique où l'oral a une place importante dans les échanges, ce qui pose la question méthodologique et sémantique de la manière d'exploiter et de représenter des données avec des spécificités langagières comme le wolof au Sénégal. Plus généralement, ces considérations méthodologiques doivent prendre en compte les ressources numériques peu dotées en Afrique⁴.

DEUX RETOURS D'EXPÉRIENCE

Parmi les illustrations possibles, nous avons sélectionné un exemple de développement de service en zone blanche au Sénégal qui montrera la possibilité de dépasser l'obstacle des infrastructures, et un autre exemple sur le conseil agricole au Burkina qui montrera la diversité des solutions nécessaires pour toucher le plus grand nombre de ménages agricoles.

Développement par l'État ou les entreprises de systèmes d'information de filière et de marché (SIM) en zone agropastorale au Sénégal

L'élevage pastoral est un secteur fortement utilisateur d'information nécessaire à son fonctionnement. Chaque éleveur décide de la mobilité du troupeau ou de ses parties en fonction de l'état des ressources naturelles, mais aussi des marchés. Les éleveurs transhumants ont fait évoluer leurs pratiques grâce au téléphone en Afrique de l'Est (Butt, 2015) comme de l'Ouest. Ainsi au nord-est du Sénégal, la collecte du lait est une fonction essentielle à la valorisation des excédents de production permis par l'intensification alimentaire. Mais cette zone pastorale du Ferlo demeure la principale zone blanche du pays, en dehors des zones connectées sur les réseaux routiers et les quelques forages-marchés. Un système d'information basé sur le digital s'y est cependant développé (Cesaro et Sow, 2021).

Une enquête menée en 2021 auprès de 350 campements montre que 82 % des répondants détenaient un téléphone portable et 7 % un *smartphone*. Les places de marchés hebdomadaires, réparties dans la zone pastorale, servent de nœuds relais dans la diffusion des nouvelles technologies numériques avec le développement de nouveaux métiers (vendeurs et réparateurs de *smartphones*, vendeurs ambulants de puces téléphoniques) offrant de nouvelles opportunités d'emploi aux jeunes ruraux. Les éleveurs investissent dans ces

³ RGPD : règlement général sur la protection des données personnelles, droit émergent sur l'intelligence artificielle.

⁴ <https://sites.google.com/view/africanlp-workshop>



Figure 1 : QR code dans le système d'information de la Laiterie du Berger au Sénégal (© J. D. Cesaro).

outils pour échanger sur des réseaux sociaux et commercer notamment avec les solutions d'*e-banking*, qui permet d'éviter de transporter une trop grande quantité d'argent liquide et diminue le risque récurrent des vols.

L'État et les ONG se sont montrés particulièrement attentifs à ce genre de transformation, en développant des solutions d'appui-conseil avec la plateforme de système d'information marché et le développement de systèmes d'alerte précoce. Le SIM⁵ Bétail du ministère de l'Élevage du Sénégal en est l'illustration. Il collecte l'information de manière hebdomadaire auprès de trente marchés à bétail répartis sur l'ensemble du territoire, en mobilisant le réseau national d'agents vétérinaires. Toutefois, s'il répond à son objectif premier de rendre la situation des marchés plus transparente pour l'État (cotations), la redistribution locale de l'information auprès des agents techniques et des communes fait encore défaut. Les éleveurs et acteurs des marchés quant à eux ne souffrent pas de cette asymétrie grâce à l'étendue et au dynamisme de leurs systèmes d'information et réseaux commerciaux reposant sur l'usage des *smartphones* ou des téléphones simples.

Certaines entreprises locales ont dématérialisé leurs transactions et élaboré des systèmes numériques fonctionnels. Ainsi, la Laiterie du Berger, en lien avec la coopérative départementale des producteurs et la plateforme d'innovation lait (PIL) de Dagana, a digitalisé ses flux d'informations entre 2019 et 2020, et développe des applications numériques répondant à des besoins spécifiques de l'entreprise (identifiant d'éleveur QR codé – cf. Figure 1 ci-dessus, *e-paiement* Wizall⁶, *apps* diverses). Le système, bien que perfectible, a permis de mettre en place treize nouvelles boutiques rurales en réseau et de supporter une forte augmentation du nombre de fournisseurs, passant de 450 éleveurs en 2019 à plus de 1 500 en 2022 signant une forte inclusion des producteurs dans le marché, dont une grande partie sont des femmes. Si l'entreprise est légitime pour améliorer sa gestion des flux d'informations et apporter un meilleur service aux éleveurs, elle collecte

⁵ Système d'information marché (SIM).

⁶ <https://www.wizallmoney.com/accueil>

maintenant à la fois du lait et des données, et la question de la transparence et de l'utilisation de ces données est posée. Comment ces données pourront permettre demain un accompagnement individualisé des éleveurs dans leur itinéraire technique afin d'améliorer leur productivité et diminuer leur coût de gestion est la question au cœur du développement futur de nouvelles applications-conseil par l'entreprise.

Développement de dispositifs immatériels de conseil technique et de gestion au Burkina Faso

Au Burkina, les agriculteurs disposent d'un capital de connaissances et d'un niveau d'expérience très variables conduisant à des besoins et formes de conseil spécifiques. En outre, les besoins en conseil évoluent avec l'amélioration de la technicité, l'augmentation du volume à commercialiser ou bien le développement d'une nouvelle activité (transformation, commerce, travail saisonnier en ville) (Rigourd et Dugué, 2019). Des compétences de base peuvent être apportées aux producteurs isolés techniquement *via* des services d'alphabétisation fonctionnelle ou la vulgarisation technique. À l'inverse, des producteurs maîtrisant les techniques de production et de gestion des exploitations nécessiteront un accès à des services de conseil plus spécialisés et le développement d'une diversité de solutions numériques (Alexandre et Bationo, 2019).

Une étude menée au Burkina Faso entre 2018 et 2019 a permis d'identifier quinze solutions numériques pour le conseil, comprenant des services d'information par SMS ou messages vocaux (prix de marchés, météo), des serveurs vocaux interactifs ; des centres d'appel ; des plateformes d'information ; des sites de vidéos ; des OAD⁷ sur *smartphone* et des groupes d'information sur réseaux sociaux. Développées par une diversité d'organisations, des OP⁸, des ONG, mais aussi des entreprises privées, l'État ou la recherche, ces solutions n'ont pas toutes les mêmes fonctionnalités, notamment par rapport à la qualité des interactions qu'elles permettent et à la personnalisation des informations et connaissances transmises.

L'étude de ces fonctionnalités permet de différencier ces solutions en trois catégories. Premièrement, les SIM, SVI⁹ et les sites de vidéos permettent d'envoyer des informations à un grand nombre d'agriculteurs mais sans interactions, dans une logique de transfert de connaissances, et peuvent répondre à des besoins de conseil de base. Néanmoins, les enquêtes montrent que ces services prennent rarement en compte les spécificités des agriculteurs et du contexte dans lequel ils évoluent. On peut alors douter de leur pertinence et de leur intérêt pour les agriculteurs. Deuxièmement, les centres d'appel et les réseaux sociaux apportent des informations personnalisées et facilitent les interactions à distance entre agriculteurs et conseillers. Ils permettent de répondre à des besoins de conseil plus avancés. La couverture des groupes d'échanges sur les réseaux sociaux est toutefois plus limitée que celle des centres d'appel, car l'usage des réseaux sociaux observé au Burkina suppose que les agriculteurs soient lettrés et disposent d'un *smartphone* et de données mobiles, ce qui est encore une part minoritaire (moins de 30 %). Troisièmement, les plateformes d'information et les applications sur *smartphone* sont développées pour être utilisées par les conseillers d'OP ou des services de conseil d'État. Les agriculteurs bénéficient alors d'un service intermédié par un opérateur qui parle la langue (français, anglais) dans laquelle ces applications et plateformes sont développées. Cela permet de suivre les agriculteurs sur le temps long, et de les accompagner dans des changements de pratiques ou la résolution de problèmes plus complexes.

⁷ OAD : Outils d'aide à la décision.

⁸ OP : Organisations professionnelles.

⁹ SVI : Serveur vocal interactif.

QUELS CADRES CONCEPTUELS MOBILISER POUR ÉVALUER LES EFFETS DE L'USAGE DU NUMÉRIQUE DANS L'AGRICULTURE FAMILIALE ET LES RISQUES EN MATIÈRE D'INCLUSION ET EXCLUSION ?

Diffuser les technologies numériques dans l'agriculture familiale africaine nécessite de comprendre comment elles peuvent contribuer à renforcer les moyens d'existence des ménages, de comprendre les risques associés et de limiter la fracture numérique sous toutes ses formes. L'analyse en cours du développement de l'agriculture numérique dans le monde permet déjà d'envisager certaines transformations (Aker *et al.*, 2016 ; Prause *et al.*, 2020). Certaines technologies peuvent accentuer les différences de développement entre acteurs (renforcement de positions de pouvoir, verrouillage technologique, écart entre les services offerts et les besoins et capacités réelles des usagers), créer plus de pauvreté relative, et même renforcer les inégalités et les fractures.

Les dimensions de l'inclusion économique et sociale

Comment utiliser au mieux les potentialités du numérique pour favoriser et accompagner des développements appropriés, inclusifs et durables de son usage dans un contexte d'agriculture africaine très hétérogène ? Le cadre théorique des moyens d'existence constitue un premier cadre éprouvé pour analyser les actifs dont les ménages agricoles africains disposent, et évaluer les effets des technologies et services numériques, positifs ou négatifs. Selon Chambers et Conway (1991), les ménages combinent cinq capitaux : un capital financier (*e-banking*, plateformes de vente), un capital social (groupes WhatsApp), un capital humain (savoir-faire numérique intergénérationnel dans les familles), un capital physique (téléphones et *smartphones*), un capital naturel (pâturages, terres). Il est utile d'y adjoindre spécifiquement le capital informationnel, l'information étant devenue, notamment du fait du numérique, une matière fortement échangée (information agro-hydro-climatique, état des pâturages, SIM).

Les dimensions de la fracture numérique

De nombreux auteurs abordent l'état et la caractérisation de la fracture numérique par les infrastructures (Fuchs et Horak, 2008 ; Loukou, 2012). Pour aller au-delà, les approches économiques (Youssef, 2004) ou sociologiques (Van Dijk, 2013) se complètent. Van Dijk (2013) propose un cadre structurant l'étude des déterminants et des conséquences de la fracture numérique selon un cadre conceptuel d'analyse relationnelle des inégalités. Les individus sont caractérisés par des inégalités liées à des caractéristiques individuelles (âge [jeune, âgé], genre [homme, femme], ethnie [majorité, minorité], personnalité [extraverti, introverti], santé [capable, handicapé]) et positionnelles (travail [employé, sans emploi], éducation [avancée, limitée], foyer [famille, personne seule]). Pour Ben Youssef (2004), on doit étudier plusieurs dimensions de la fracture : celle liée à l'accès aux équipements (téléphones) et infrastructures (réseau électrique, téléphonique, Internet) variant selon les écarts de revenus des ménages et le niveau d'équipement et d'électrification des territoires¹⁰ (*cf.* Figure 2 p. 154) (FAO et ISU, 2022) ; celle liée à l'inégalité dans les capacités d'usage des technologies (illettrisme et illettrisme des agriculteurs ou des conseillers), capacités en partie déterminées par l'offre (forme / ergonomie et contenu / multilinguisme) et la possibilité d'utiliser des données et connaissances locales pertinentes ; celle liée à l'effet avéré des usages (bénéfice ou baisse de performance des

¹⁰ Au Sénégal, à titre d'exemple, on note 47,82 % d'accès à l'électricité en zone rurale, 57,66 % de possession de téléphone portable, 113,95 souscriptions téléphoniques pour 100 habitants, 73,65 % de couverture 4G (données 2019, FAO et ITU, 2022)



Figure 2 : Photo d'une cheffe d'exploitation laitière chargeant son téléphone sur un système solaire au Sénégal (© J. D. Cesaro).

individus, entreprises ou groupes). Dans un contexte de fort illettrisme et d'illectronisme africain où l'écrit n'est pas dominant, il est important de construire une grande diversité de formes de services : bulletins, SMS, centres d'appel, SMS sans mémoire, messages vocaux, information personnalisée. La multiplication des plateformes de connaissances proposées par des ONG ou associations bénéficie ainsi à de nombreuses organisations de producteurs comme le montre l'exemple des vidéos de formation multilingue d'Access Agriculture¹¹ (Bede *et al.*, 2021).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

En Afrique, il existe des opportunités de développer une agriculture numérique *sensu largo* pour l'agriculture familiale, car le secteur du numérique est une option à la diversification nécessaire de l'économie et à l'avenir des emplois des jeunes, dans un secteur agricole et agroalimentaire aussi attendu comme futur pourvoyeur de nouveaux emplois (Pesche *et al.*, 2016). De plus, l'Afrique est assez bien armée comme en témoigne son secteur de la recherche en informatique, qui teste ses preuves de concept dans l'agriculture et les zones rurales (Seye *et al.*, 2021). Enfin, les applications du numérique dans l'agriculture peuvent accélérer certaines transformations structurelles connues (diversification, spécialisation) pour certaines exploitations (Losch *et al.*, 2013), mais à certaines conditions ; si elles sont assez variées, si leur design est orienté *a priori* sur les usages et si les recherches sur les impacts augmentent.

¹¹ <https://www.accessagriculture.org/fr>

Sous réserve de réguler les différents degrés de fracture, les technologies numériques à base de développements frugaux et innovants pourront être utiles aux producteurs et productrices agricoles, à leurs organisations et aux entreprises des filières, notamment en contribuant au désenclavement rural, à davantage d'équité sociale et à l'autonomisation de certains acteurs individuels ou collectifs, en particulier des femmes et des jeunes (Chaudhuri et Kendall, 2021). Le numérique promet, entre autres, de faciliter l'insertion des producteurs dans les chaînes de valeur (paiements dématérialisés, « plateformisation » BtoB¹² pour la fourniture d'intrants, la location de matériels, ou BtoC¹³ pour la relation avec les consommateurs, l'optimisation de réseaux logistiques de collecte et de mise en marché). Au-delà d'un modèle individuel de l'économie numérique, le modèle chinois des villages connectés, « Taobao », peut en illustrer des directions possibles (Li, 2017).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Institut Convergences #DigitAg en agriculture numérique, source d'inspiration et de développement d'une recherche de pointe dans sa communauté.

Les auteurs remercient le ministère français des Affaires étrangères et de l'Europe, qui finance le projet « Fractures numérique dans l'agriculture en Afrique de l'Ouest », débuté en 2021 pour étudier ces dimensions au Sénégal, au Bénin et en Côte d'Ivoire dans trois territoires et filières agricoles contrastés.

BIBLIOGRAPHIE

- AKER J. C., GHOSH I. & BURRELL J. (2016), "The promise (and pitfalls) of ICT for agriculture initiatives", *Agricultural Economics*, 47(S1), pp. 35-48, <https://doi.org/10.1111/agec.12301>
- ALEXANDRE C. & BATIONO M. F. (2019), « Une transformation des services de conseil agricole grâce au numérique ? », *Grain de Sel*, (77), pp. 8-9.
- BEDE L., OKRY F. & VODOUHE S. D. (2021), "Video-mediated rural learning: Effects of images and languages on farmers' learning in Benin Republic", *Development in Practice*, 31(1), pp. 59-68.
- BEN YOUSSEF A. (2004), « Les quatre dimensions de la fracture numérique », *Réseaux*, 5, pp. 181-209.
- BERROU J.-P. & MELLET K. (2020). « Une révolution mobile en Afrique subsaharienne ? » *Réseaux*, n°219(1), pp. 11-38.
- BUTT B. (2015), "Herding by mobile phone: Technology, social networks and the 'transformation' of pastoral herding in East Africa", *Human Ecology*, 43(1), pp. 1-14.
- CESARO J.-D. & SOW A. P. (2021), « Des outils numériques pour gérer un bassin laitier d'agro-pasteurs en Afrique de l'Ouest », *Grain de Sel*, (81), pp. 20-21.
- CHAMBERS R. & CONWAY G. (1991), "Sustainable rural livelihoods: Practical concepts for the 21st century", Brighton, *IDS Discussion Paper*, n°296, 33 p.
- CHAUDHURI B. & KENDALL L. (2021), "Collaboration without consensus: Building resilience in sustainable agriculture through ICTs", *The Information Society*, 37(1), pp. 1-19.

¹² BtoB : *Business to Business*.

¹³ BtoC : *Business to Consumers*.

DEICHMANN U., GOYAL A. & MISHRA D. (2016), "Will digital technologies transform agriculture in developing countries?", *Policy Research Working Paper*; n°7669, World Bank, Washington DC.

FAO & ITU (2022), "Status of digital agriculture in 47 sub-Saharan African countries", *Report*, Rome, <https://doi.org/10.4060/cb7943en>

FUCHS C. & HORAK E. (2008), "Africa and the digital divide", *Telematics and Informatics*, 25(2), pp. 99-116.

HUET J.-M. & MORINIÈRE L. (2020), « Le numérique pour sauver l'agriculture africaine ? », *Futuribles*, n°440(1), pp. 65-80.

LOSCH B., FRÉGUIN-GRESH S. & WHITE E. (2013), *Transformations rurales et développement. Les défis du changement structurel dans un monde globalisé*, Paris, Pearson, 298 p.

LOUKOU AF (2012), « La diffusion de l'Internet en Côte d'Ivoire. Obstacles et implications », *Netcom*, 26-3/4, pp. 307-328.

LI A. H. F. (2017), « Le e-commerce et les villages Taobao », *Perspectives chinoises*, 2017/3, pp. 65-71.

PESCHE D., LOSCH B. & IMBERNON J. (2016), *Une nouvelle ruralité émergente. Regards croisés sur les transformations rurales africaines*, Montpellier, Cirad, NEPAD, 76 p.

PRAUSE L., HACKFORT S. & LINDGREN M. (2021), "Digitalization and the third food regime", *Agriculture and Human Values*, 38(3), pp. 641-655.

RIGOURD C., DUGUÉ P. & TEYSSIER J. (2019), « Relancer le conseil et la vulgarisation agricoles en Afrique subsaharienne. Pour de nouvelles politiques en cohérence avec les réalités de terrain », *Notes Techniques AFD Agence Française de Développement*, n°55, juillet, 121 p.

SARRON J., MALÉZIEUX E., SANE A.B. & FAYE E. (2018), "Mango yield mapping at the orchard scale based on tree structure and land cover assessed by UAV", *Remote Sensing*, 10(12), 21 p.

SEYE M., DIALLO M., GUEYE B. & CAMBIER C. (2021), « Systèmes de réseau de communication pour les zones blanches », *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Sciences*, mai, Agriculture Numérique en Afrique – en ligne, <https://doi.org/10.18713/JIMIS-120221-8-3>

SOURISSEAU J.-M., BOSCH P.-M., FREGUIN-GRESH S., BÉLIÈRES J.-F., BONNAL P., LE COQ J.-F., ANSEEUW W. & DURY S. (2012), « Les modèles familiaux de production agricole en question. Comprendre leur diversité et leur fonctionnement », *Autrepart*, 10.3917/autr.062.0159, (62), pp. 159-181.

VAN DIJK J. A. G. M. (2013), "The digital divide : The internet and social inequality in international perspective", in RAGNEDDA M. & MUSCHERT G. W. (éd.), Routledge.

ZOUMBARA C., ROCHE M., DIWERSY S., OUÉDRAOGO Y. & MARTIN P. (2020), « Combinaison d'étiqueteurs morphosyntaxiques, de lexiques flexionnels et de marqueurs de glose pour détecter les néologismes en français du Burkina », Communication aux 15^{es} Journées internationales d'Analyse statistique des Données textuelles JADT 2020, France.