



HAL
open science

Des communs informationnels aux communs éducationnels : les fablabs en Afrique francophone.

Stéphanie Leyronas, Isabelle Liotard, Gwenaëlle Prié

► To cite this version:

Stéphanie Leyronas, Isabelle Liotard, Gwenaëlle Prié. Des communs informationnels aux communs éducationnels : les fablabs en Afrique francophone.. 2018. hal-03407669

HAL Id: hal-03407669

<https://hal.science/hal-03407669v1>

Preprint submitted on 28 Oct 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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



Projet de recherche EnCommuns

Stéphanie Leyronas (AFD)

**Isabelle Liotard
CEPN (UMR CNRS 7234)
Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité**

Gwenaél Prié (AFD)

*Des communs informationnels aux communs
éducationnels : les fablabs en Afrique
francophone*

**WP 11
Mai 2018**

L'innovation connaît depuis plusieurs décennies des bouleversements majeurs, notamment grâce à l'essor de l'Internet. Ceci a conduit à la mise en place de dispositifs nouveaux, dans un contexte qualifié d'*Open Innovation* (Chesbrough, 2006) par lequel les voies pour innover se multiplient : plateformes, concours d'innovation, *hackatons*, etc. Portées par l'émergence de communs et d'outils de fabrication numérique, de nouveaux lieux viennent bousculer également les fondements traditionnels de l'innovation. Ils s'expriment en particulier dans des espaces collaboratifs dits *fablabs* (*fabrication laboratories*). Ces espaces, ateliers de production et de création numérique, lieux de formation par la pratique, facilitateurs de lien social, se multiplient partout dans le monde. Le continent africain n'est pas en reste de ce mouvement.

Ces espaces sont d'un intérêt marquant du point de vue de la théorie des communs. Cette dernière fait l'objet d'une littérature foisonnante depuis les travaux fondateurs d'Elinor Ostrom (1990) (voir Coriat, 2015 ; Cornu *et al.*, 2017). L'approche vise en effet à réfléchir à des formes alternatives de gestion de certains biens, d'abord fonciers, puis informationnels (Hess et Ostrom, 2007). Dans ce contexte, le *fablab*, s'inscrivant à la fois dans un territoire et dans de multiples communautés numériques, peut être porteur de communs, puisqu'il contribue à créer et développer des communs numériques, ou informationnels au sens large, visant le partage, la dissémination et l'enrichissement du bien, dans un but *d'additionnalité* (Coriat, 2015).

L'objectif de l'article est de nous intéresser plus précisément aux *fablabs* africains. En effet, si une littérature récente a largement documenté ces espaces, leur développement, leurs caractéristiques en France ou en Europe (Bottollier-Depois *et al.*, 2014 ; Capdevila, 2015 ; Merindol *et al.*, 2016), ils ont été peu étudiés du point de vue du commun (Ferchaud, 2017) et les *fablabs* africains encore moins. Notre objectif est de répondre à la question suivante : en quoi les *fablabs* africains se distinguent-ils de leurs homologues du Nord du point des communs ? Autrement dit : peut-on parler de communs propres à ces espaces du Sud ? Et existe-t-il des communs partagés entre ces lieux, où qu'ils soient ? En nous appuyant sur une enquête menée auprès de plusieurs *fabmanagers* d'Afrique francophone et à partir d'un séminaire organisé sur cette thématique en septembre 2017¹, nous montrons que au-delà de la création de communs informationnels (traditionnels dans tous les *fablabs*), les espaces africains se caractérisent par la création de communs que nous qualifions d'éducationnels, plus marquants et plus forts.

L'organisation de l'article est comme suit. Après avoir défini et décrit les *fablabs* comme ateliers au cœur de la ville, nous exposerons ensuite les spécificités des *fablabs* africains, et notamment dans leur dimension éducationnelle. Ce travail nous permettra ensuite d'esquisser des pistes de caractérisation de ce que nous proposons d'appeler des communs éducationnels.

¹ Makerspaces, *fablabs* : les défis de la fabrication numérique en France et en Afrique, AFD, 20 septembre 2017.

1. Le fablab : un atelier au cœur de la ville

Le mouvement des lieux de fabrication numérique connaît un engouement depuis plusieurs années. En effet, la croissance exponentielle du nombre de fablabs démontre un intérêt fort pour ces espaces, que ce soit par des villes, des entreprises ou des universités². La France se place au deuxième rang en nombre de fablabs, derrière les États-Unis (Menichinelli *et al.*, 2015, site Makery³). Ceci est attesté par les données chiffrées fournies par la FabFoundation selon laquelle en 2017 les États-Unis comptent 145 lieux, la France 138 et l'Italie 131. Le premier fablab européen apparaît à Barcelone en 2007 sous l'égide de Tomas Diez (architecte) et en collaboration avec l'école d'architecture IAAC (Bosqué *et al.*, 2014). Son objectif est d'implanter différents fablabs dans plusieurs quartiers de la ville, afin d'encourager l'entrepreneuriat et l'innovation. Ce projet, qui a pris depuis une grande ampleur dans la ville, est emblématique du mouvement des Fabcities, qui repense la ville à partir de lieux de fabrication numérique (en termes d'énergie, de mobilité, d'urbanisation, des services publics, etc.)⁴. Artillect à Toulouse et la Casemate à Grenoble sont les premiers fablabs en France (2009) (Bosquet *et al.*, 2014 ; Menichinelli *et al.*, 2015).

Nous revenons dans un premier temps sur l'origine et le projet porteur des fablabs, que nous incluons dans la grande famille des *makerspaces* (1.1) puis nous mettons en lumière le lieu à travers le prisme des communs numériques et informationnels (1.2).

1.1 Définition, description du lieu, philosophie et exemples

L'idée du fablab est née en 1998 à l'université de Harvard au sein du MIT, sous l'égide du professeur Neil Gerhenfeld qui, au sein de son laboratoire (*Center for Bits and Atoms*) a développé un module de formation appelé *How to make (almost) anything*. En mettant en commun dans un même lieu des machines à commande numérique, ce cours en visait la maîtrise pour travailler et usiner des matériaux et concevoir des circuits électroniques et microprocesseurs. Le succès fut immédiat et à la surprise de Neil Gerhenfeld lui-même, ce cours attira de nombreux ingénieurs, étudiants en architecture et artistes (Capdevila, 2015 ; Bosqué *et al.*, 2014 ; Menichinelli *et al.*, 2015 ; Mérindol *et al.*, 2016).

Ce point de départ est fondamental. D'une part, le réseau fablab s'étendra au-delà des États-Unis, et notamment vers des pays en développement (Inde, Afrique). D'autre part, les fondateurs du fablab du MIT seront à l'origine d'une architecture créée pour organiser et mettre en réseaux les différents espaces créés et les différentes communautés entre elles : la

² Les données chiffrées d'une étude à l'autre sont peu homogènes mais témoignent toutes du nombre croissant de ces lieux dans le monde : le site FabFoundation souligne l'existence d'un réseau de 1 092 fablabs répartis dans environ 40 pays (<http://www.fabfoundation.org/index.php/fab-labs/index.html>) ; le site Makery (<http://www.makery.info/map-labs/en>) en annonce 551 en février 2017.

³ www.makery.info

⁴ On compte ainsi quatre fablabs à Barcelone, sur des thèmes variés tels que la production d'énergie ou la fabrication de ruches intelligentes. Un des exemples fameux est la maison fablab, bâtiment autonome capable de produire sa propre énergie et son alimentation.

FabFoundation et la FabAcademy⁵. La première structure cadre et gère les projets, met en ligne les archives des conférences internationales des fablabs et assure le lien entre les différents lieux ; la seconde gère le programme de formation du MIT à destination de la communauté afin que tous partagent la même grammaire et les mêmes principes. Dans ce contexte, le MIT forme des formateurs (appelés *guru*), qui assureront la formation d'autres personnes sur un modèle en cascade. Le MIT joue ainsi un rôle central dans le réseau mondial des fablabs. Il est à l'initiative de la Charte MIT⁶ pour laquelle de nombreux lieux font une demande. Dès l'origine, la mission de formation a été retenue comme pierre angulaire du dispositif. Le MIT est impliqué par ailleurs dans les conférences qui se tiennent tous les deux ans sur le sujet. Ainsi, la communauté de pratiques induite par le MIT semble portée par une dynamique d'institutionnalisation reprise et adoptée dans le monde entier.

Même si les fablabs ont depuis pris des formes alternatives, ils se caractérisent tous par un atelier conçu pour être ouvert, partagé et collaboratif. Leur objectif est de proposer un espace physique, rassemblant des outils numériques dont l'usage est commun, afin de permettre à un individu de créer, d'inventer (c'est le fameux *Do It Yourself* – DIY – ou le *Do It with Others* – DIWO). Ces lieux permettent ainsi de concevoir, de prototyper, de fabriquer et de tester des objets les plus divers. Pour assurer cette volonté de « faire », l'atelier fablab se compose d'un ensemble de machines numériques mises en commun et disponibles pour un public dans le but de proposer du matériel professionnel à des amateurs notamment (Eychenne, 2012). On y trouve par exemple (Diwo-Allain, 2015) des logiciels de CAO, de FAO, des machines de découpe laser (pour des pièces de bois, des panneaux de particules, cuir, carton, etc.), des fraiseurs numériques (pour sculpter des objets complexes dans des matériaux épais), des défonceuses numériques (plus puissantes que les fraiseuses), des imprimantes 3D (pour fabriquer des pièces complexes à partir de plastique et bio-plastique, qui permet la création de moule et maquette), des machines de découpe vinyles (découpage de papier, carton, vinyle, tissus, film de cuivre pour les circuits imprimés) et parfois des machines plus spécifiques (découpeuses plasma, ateliers d'électronique, machines à prototyper des circuits imprimés, scanners 3D). Le public des fablabs est très large : citoyens, chercheurs, scolaires, étudiants, designers, artistes, entreprises, demandeurs d'emploi, retraités sont susceptibles d'y être accueillis. Si les fablabs d'origine selon la charte MIT sont destinés à des acteurs non-professionnels, d'autres ciblent au contraire un public plus restreint comme des start-ups ou même des salariés d'entreprises⁷.

L'atelier est proposé pour permettre à l'individu de passer rapidement du concept au prototype puis de mettre au point un produit unitaire ou en série, avec à la clé des perspectives commerciales ou non (Eychenne, 2012 ; Rumpala, 2014 ; Bouvier-Patron, 2015). La fabrication numérique (dans un lieu généraliste ou spécialisé) peut porter sur de multiples applications et les secteurs concernés sont nombreux (Morel et Le Roux, 2016) : robots,

⁵ <http://fabacademy.org/> et <http://fabfoundation.org/>

⁶ La charte du MIT vise à spécifier les conditions dans lesquelles un fablab devient membre du réseau des labs du MIT. Après avoir donné la définition du lieu, la Charte explique ce que l'on doit y trouver et les conditions d'organisation et gouvernance. <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

⁷ Voir Méridol *et al.* (2016) pour le détail des formes : fablabs d'entreprise, fablabs au sein des universités et des pôles de recherche, fablabs indépendants, etc.

imprimantes 3D, accessoires, objets d'art, jeux, prothèses et implants, bâtiment, etc. Aujourd'hui, le mot « fablab » est largement utilisé, et parfois confondu avec d'autres termes (Vallat, 2016). En effet, les vocables fleurissent, pouvant susciter des méprises : *makerspaces*, *open labs*, *hackerspaces*, *Techshop*, *living lab*. Nous considérons dans cet article que le fablab fait partie de la grande famille des *makerspaces* définie par Mérindol *et al.* (2016) comme « *des espaces communautaires ouverts, dans lesquels des passionnés de technologie mettent en œuvre des projets créatifs, échangent, apprennent, dans un univers souvent numérique, conçu comme ouvert à l'appropriation ou la réappropriation par l'utilisateur* ».

En mouvance permanente, avec des objectifs divers (Liotard, 2017), les fablabs peuvent susciter plusieurs lectures, conduisant Menichinelli *et al.* (2014) à les aborder de quatre manières : (1) les fablabs peuvent être considérés comme des espaces confidentiels dont les usagers sont en rupture avec les modes standards de production ; (2) ils peuvent être vus comme une réelle innovation dans l'éducation technologique à travers « l'apprentissage par la pratique » ; (3) ils sont potentiellement un carrefour contemporain et ludique entre art, science et ingénierie ; (4) enfin, en suivant Anderson (2012) et Rifkin (2011), ils contribuent à la « nouvelle révolution industrielle » reposant sur des piliers forts tels que l'autonomisation des individus et des objets, l'abandon de la production de masse au profit de productions limitées et locales, et la liberté offerte aux individus de participer aux recherches scientifiques. Dans cette perspective, ce type de lieu contribuerait à réduire l'opposition frontale traditionnelle entre « savoir » et « faire », conduisant Monpère (2016) à évoquer la notion d'artisanat augmenté : le fablab, en tant que micro-usine au cœur des villes, permet aux créateurs, aux artisans de s'approprier du savoir numérique pour repenser leurs pratiques, et travailler en commun avec d'autres spécialités (ingénieurs, codeurs).

1.2. Fablabs et communs informationnels

Depuis l'attribution du prix Nobel d'économie à Elinor Ostrom en 2009 pour ses travaux sur les *Common Pool Resources*, les communs connaissent un engouement sans précédent dans le monde académique, et dans toutes les disciplines. Ils renvoient à la gestion collective d'une ressource par une communauté qui se fixe des règles ad'hoc et met en place une structure de gouvernance permettant la distribution de différents niveaux de droits et d'obligations et la résolution des conflits. Pour Ostrom (1990), les communs se définissent à partir de quatre piliers : (i) l'existence d'une ressource en accès partagé ; (ii) un système de droits et d'obligations qui précise les modalités de l'accès et du partage des bénéfices associés à la ressource ; (iii) l'existence d'une structure de gouvernance qui veille au respect des droits et à la garantie de la reproduction à long terme de la ressource ; (iv) des règles d'accès et de partage de la ressource élaborées par les participants aux communs eux-mêmes dans une logique d'auto-organisation.

L'objectif que se fixe la communauté est au cœur du faire en commun. Dans le cas des communs structurés autour d'une ressource naturelle, il s'agit souvent, mais pas toujours, de la préservation en quantité ou en qualité de la ressource. Cette définition héritière des

communs traditionnels (agriculture, pastoralisme, pêche) s'étend pour toute une nouvelle génération de communs, les communs dits informationnels, dont l'objectif sous-jacent à leur gestion est au contraire le partage, la dissémination et l'enrichissement du bien, soit un objectif d'« additionnalité » (Coriat, 2015).

Une première analyse peut considérer le fablab comme un espace pouvant promouvoir les communs, physiques et immatériels, à des degrés variés. Dès la charte du MIT la notion de partage (et donc de mise en commun) est soulignée : *"Fab labs share an evolving inventory of core capabilities to make (almost) anything, allowing people and projects to be shared"*. Des règles de fonctionnement des espaces sont établies (sous l'égide du *fabmanager* et de son équipe, par exemple). Un système de gouvernance est mis en place (sécurité, horaire, accès). Au carrefour du numérique, de la création artistique, de l'électronique, ces micro-usines décrites ci-avant mettent d'abord des ressources matérielles à disposition de publics, dans une optique de « faire », via les équipements mis en communs. Les fablabs reposant sur l'*open source*, des projets viennent structurer les lieux et permettent aux usagers d'utiliser des logiciels, ou de fabriquer des composants à moindres coûts, à partir de fichiers libres d'accès. De nombreux fablabs, et notamment ceux sous charte MIT, demandent aux utilisateurs ou membres, d'alimenter la documentation générale du fablab, afin que la connaissance issue des différents projets développés puisse être partagée et utilisée par tous, à la fois au sein du lab, mais aussi à travers le monde pour la communauté des labs (Ferchaud, 2017). Cette connaissance partagée est alors le fondement de la création d'autres savoirs qui eux même viendront alimenter la documentation pour tous, et permettre l'amélioration constante des technologies. En ce sens, nous pouvons avancer que ce type de tiers lieu véhicule des communs informationnels. Comme le souligne la charte MIT *« knowledge: contributing to documentation and instruction »*.

Le fablab vise donc le développement de la connaissance numérique, sa diffusion, son partage (réseau), sa conservation (bibliothèque et plateformes web). Il contribue à l'accumulation des savoirs et le reversement de ces connaissances via des programmes de formation. La connaissance est donc à la fois une composante du fablab mais aussi un objectif.

Entrepreneuriaux, associatifs, publiques, universitaires, les fablabs illustrent comment la théorie des communs peut inspirer les activités de production. Ce sont des lieux qui s'inscrivent à la fois dans un territoire, mais aussi dans les multiples ressources et communautés en ligne (logiciel libre, *openstreetmap*, réseaux sociaux). Cette dualité des communautés physiques et numériques se traduit par un double mouvement : une reterritorialisation, via un usage local, de communs numériques développés à l'échelle globale, et, par ailleurs, une déterritorialisation des connaissances générées au sein des fablabs pour des usages à l'échelle mondiale.

Ainsi, les fablabs ne sont pas uniquement des plateformes techniques mais revêtent aussi une dimension sociale et économique, et peuvent bousculer les formats de production traditionnels. Comme le souligne Rumpala (2014), on assiste avec les fablabs à une déconcentration de la production où se créent des unités plus petites à la différence de l'atelier

industriel du 20^e siècle. Les gros investissements deviennent inutiles grâce à la performance des machines numériques et aux possibilités offertes désormais par l'imprimante 3D. On parle aussi d'économie de la contribution (Bosqué *et al.*, 2014). Ainsi la production peut se faire à moindre coût, favorisée par les technologies (traitement, stockage, transmission des données) qui ont diminué les coûts marginaux et les contraintes de communications entre individus (Altman, Nagle et Tuschman, 2014). Par ailleurs, les fablabs sont des espaces de formation, de collaboration et d'interaction avec d'autres lieux dans le monde. Le *Digiscope* de Saclay accueille principalement des étudiants dans le cadre de projets de recherche et travaille en réseau avec d'autres lieux comme le fablab de Stanford par exemple. Les fablabs étant en réseau, l'échange est favorisé, le travail en commun recherché.

2. Fablabs africains : du commun informationnel au commun éducationnel

Fort de ce succès aux États-Unis ou en Europe, les fablabs se développent également sur le continent africain, au sein de zones anglophones (Kenya, Afrique du Sud, etc.) et francophones (Côte d'Ivoire, Bénin, Togo, etc.). Leur nombre connaît une croissance certaine, et accompagne un mouvement plus large de développement d'espaces dédiés à l'entrepreneuriat, l'incubation, l'aide au projet (IST Africa, 2016). De nombreuses cartes font état des *techhubs* en Afrique (voir par exemple Elahi, De Beer, Open Air, 2013), terminologie proprement africaine traduisant des lieux de « démocratie technologique » (Abdelkrim, 2017).

Ce mouvement prend racine dans un contexte africain dans lequel de grands enjeux se croisent : l'urbanisation croissante de certaines villes induisant des conséquences sanitaires, environnementales, de transport ; le soutien nécessaire à l'agriculture ; les besoins de formation des jeunes. Les fablabs, structures agiles et innovantes, en apportent selon nous une partie de la réponse.

C'est également un mouvement qui suscite l'intérêt des acteurs internationaux, publics ou privés. Dans son rapport sur la francophonie numérique (2016), l'Organisation Internationale pour la Francophonie (OIF) souligne les efforts des pays africains pour mettre en place des dispositifs de soutien à l'entrepreneuriat et la croissance du nombre d'espaces de fabrication numérique dans les pays en développement. Dans les axes principaux guidant son action, l'OIF affiche clairement le développement des biens communs numériques entendus « *comme des ressources et dispositifs numériques créés et gérés par des communautés d'intérêts et ouverts à tous les utilisateurs dans une perspective de partage* » (page 15). Par ailleurs, de grandes entreprises du numérique mettent en place des programmes d'aides pour le développement des fablabs. Orange par exemple, via sa fondation et son programme de fablabs solidaires, soutient des projets en Tunisie, Egypte, Sénégal, Côte d'Ivoire, Cameroun et Madagascar⁸. Les fablabs sont également au cœur de dispositifs de soutiens européens comme Horizon 2020. Son programme Waziup vise à : (i) développer des solutions *low costs* ; (ii) développer le *Do it Yourself* et des kits pour le développement de solutions locales

⁸ <https://www.fondationorange.com/La-carte-des-FabLabs-Solidaires>

par les communautés africaines ; (iii) engager la communauté des développeurs africains vers ces applications clés ; (iv) stimuler l'entrepreneuriat et la création de start-ups (Cousin *et al.*, 2017). Les applications sont variées : surveillance de la qualité de l'eau dans les fermes aquacoles au Ghana ; *hackaton* organisé à Dakar en décembre 2016 (24 projets présentés, 3 sélectionnés) ; une meilleure gestion des cultures au Sénégal (meilleure productivité, moins d'engrais et fertilisants) ; une application pour empêcher le vol du bétail grâce à un collier connecté *via* le système LoRa, etc.

Afin de mesurer la réalité de ces espaces en Afrique, nous avons conduit une série d'entretiens auprès de responsables de fablabs francophones entre janvier et avril 2017, en associant envoi de questionnaires, entretiens directs et entretiens *via* skype : Ker Thiossane - Defko (Dakar – Sénégal), Blolab (Cotonou – Bénin), Babylab (Abidjan – Côte d'Ivoire), Woelab (Lomé – Togo), Donilab (Bamako – Mali) Sahelfablab (Nouakchott – Mauritanie), Ouagalab (Ouagadougou – Burkina Faso). Nous avons choisi ces mieux car ils sont représentatifs d'espaces dont la dynamique et les stades de développement sont divers. Ces entretiens ont été complétés et enrichis par une journée d'étude organisée le 20 septembre 2017 à l'Agence française de développement (AFD).

Les espaces africains francophones présentent trois traits qui les distinguent des espaces situés en Europe et aux États-Unis. L'innovation frugale et la bidouille sont au cœur du dispositif (2.1) et s'inscrivent dans des contextes économiques et financiers difficiles aboutissant à une grande variété de lieux (2.2). Le résultat fort de l'enquête repose sur le fait que l'enjeu éducationnel est crucial au sein de beaucoup de ces espaces, à destination de différents publics, nous conduisant ainsi à qualifier le fablab africain comme un espace producteur à la fois de communs informationnels mais aussi de communs éducationnels (2.3).

2.1 L'innovation frugale et la bidouille, au cœur du dispositif

Le fablab constitue le pilier d'une démarche permettant d'innover dans des conditions difficiles, voire hostiles en se basant sur la débrouillardise. En utilisant des matériels de recyclage et/ou basés sur l'*open source*, et en orientant les projets vers des besoins locaux, ces espaces répondent aux critères de l'innovation frugale ou *Jugaad Innovation* (Radjou et Prabhu, 2015) dont le but est de faire mieux et peu cher, de manière ingénieuse et au service de besoins locaux. Comme le souligne Radjou (2018), « *Le "jugaad", c'est la résilience créative, ou l'esprit de débrouillardise, qui vous permet de transmuter l'adversité en opportunité et concevoir une solution frugale à tout problème avec peu de moyens* »⁹.

Au-delà de la mise à disposition d'outils numériques facilitateurs dans l'effort de création et d'innovation, les fablabs représenteraient une autre voie de développement à laquelle auraient accès les pays du Sud (Rapport de la Francophonie Numérique, 2016).

⁹ <http://www.makery.info/2018/04/03/navi-radjou-faire-mieux-avec-moins-est-lessence-de-linnovation-frugale/>

L'innovation collective et ingénieuse se fait toutefois au prix d'un dispositif reposant sur la bidouille et la bonne volonté des ressources humaines constituant l'équipe autour du créateur du lieu (2.1.1), ainsi que sur la débrouillardise des fondateurs pour obtenir matériels et fichiers *open source*, au service de résultats à la fois informationnels, matériels, éducationnels et économiques (2.1.2).

2.1.1 Le rôle clé du fondateur et la bidouille des ressources humaines

Le rôle du fondateur est particulièrement marquant dans les fablabs interrogés. Ayant suivi des études supérieures en ingénierie ou en informatique, en gestion, en marketing ou en médecine, et pour certains après un parcours professionnel, ces entrepreneurs se lancent, pour des raisons altruistes, dans la création de tiers lieux, souvent localisés à leur domicile. Le suivi d'un MOOC (*Massive Online Open Courses*) sur la fabrication numérique ou la rencontre avec d'autres *fabmanagers* français ou africains, lors de colloques internationaux, ont pu être déterminants. Le créateur de Babylab en Côte d'Ivoire a exercé plusieurs années en tant que développeur informatique. Il a lancé son projet après avoir suivi un MOOC sur la fabrication numérique de l'école des Mines Telecom et avoir visité le Woelab du Togo et Artilect de Toulouse. Le fondateur de Donilab au Mali, médecin de formation, a fondé le portail médical du Mali et une plateforme de prise de rendez-vous en ligne. Lors de voyages et visites de fablabs, il prend conscience des opportunités offertes par les imprimantes 3D dans le domaine de la santé.

Pour développer le lieu, le fondateur s'entoure d'abord d'une petite équipe constituée de volontaires et de bénévoles. Ces bénévoles peuvent être d'anciens élèves de la même école ou des étudiants contactés *via* un professeur connu par le fondateur. C'est par exemple le cas du Blolab au Bénin, où des étudiants en informatique, identifiés grâce aux anciens professeurs du créateur, apportent temps et expertise.

On observe enfin un phénomène de réseau où des fondateurs de fablabs aident à la création d'espaces nouveaux dans des pays voisins, et restent en relation permanente. Ainsi, Ouagalab (Burkina Faso), Woelab (Togo), et Defko (Sénégal) sont en interactions étroites. Un des fondateurs du Woelab a appuyé la création de Defko et en est devenu pendant un temps le *fabmanager*. Le Ouagalab a apporté son expérience aux BabyLab (Côte d'Ivoire), Donilab (Mali), Blolab (Benin), Sahelfablab (Mauritanie). La fondatrice de Sahelfablab est également membre de Defko au Sénégal. Ce réseau s'étend au-delà des frontières africaines : certains espaces ont ainsi bénéficié de l'appui de fablabs français, notamment en matériel (voir 2.1.2).

L'objectif affiché des fablabs africains est de développer aussi un réseau local, en répliquant les expériences au sein des quartiers afin d'augmenter progressivement leur rayonnement (c'est le cas du Woelab du Togo qui installe peu à peu plusieurs lieux dans différents quartiers de Lomé) : il s'agit d'un développement qualifié de « maillé », basé sur des relais proches afin de créer, artificiellement, des écosystèmes denses et mutualiser les externalités.

2.1.2 Le numérique à l'origine d'un mouvement dynamique de création

Les espaces étudiés suivent l'organisation classique d'un fablab : du matériel numérique et technologique, en *open source* permet la création d'autres matériels et projets et ouvre la voie à des programmes de formation. Cependant une grande différence s'observe entre les fablabs africains et leurs homologues par exemple français (Liotard, 2017) : si dans les fablabs français la présence d'imprimantes 3D est systématique aux côtés de machines tels les scanners 3D ou découpes laser ou vinyle, ces imprimantes sont rares dans les espaces africains qui proposent des équipements plus légers et moins onéreux (petits outillages, ordinateurs, imprimantes simples, etc.).

Les logiciels *open source* de type Scratch sont mis à disposition et les cartes électroniques telles que Arduino¹⁰ sont largement proposées, bien souvent dans des kits de formation à destination d'un public scolaire ou *via* les ordinateurs Jerry¹¹ (Fagbohoun, 2016). Les équipements plus lourds (imprimantes 3D, découpes bois, etc.) sont installés au fur et à mesure des opportunités de financement des lieux (Voir 2.2). Certains espaces se sont lancés dans la construction d'imprimantes 3D par eux même *via* le programme Repap¹². Enfin, le projet Raspberry Pi est largement déployé dans les fablabs¹³.

La fragilité financière de ces lieux conduit les *fabmanagers* à innover pour alimenter le lieu en matériels. À part quelques sources de financements directes et de diverses natures (voir 2.2), les *fabmanagers* ont développé des circuits et des partenariats spécifiques afin de récupérer du matériel que le fablab pourra recycler et réutiliser en vue de la création de nouveaux matériels. Tel est le cas du Babylab (Côte d'Ivoire) qui a mis en place une filière de récupération des déchets informatiques en lien avec des entreprises françaises installées en Afrique (comme la Société Générale). Le Blolab (Bénin) fait de même en recevant son matériel d'organismes internationaux (UNICEF, PNUD) ou d'hôtels locaux. Ces ressources informatiques sont cruciales pour initier des ateliers de fabrication d'ordinateurs Jerry, voire d'en installer ensuite au sein des écoles¹⁴. Les espaces africains bénéficient également de dons

¹⁰ Le principe est de partager les fichiers en réseau qui seront la base de futures innovations sans cesse améliorées. Arduino est un matériel *open source*. C'est un minuscule circuit imprimé associé à un microcontrôleur qui permet aux amateurs et aux professionnels de fabriquer des appareils qui interagissent avec leur environnement en utilisant des capteurs et des actionneurs. L'objectif est donc de donner de l'intelligence à un objet (thermostats, systèmes d'arrosage, irrigation, installations artistiques). Les plans d'Arduino sont libres d'utilisation.

¹¹ Les ordinateurs Jerry sont des ordinateurs que l'on monte soi-même à partir d'objets récupérés et de matériel informatique (carte mère, processeur, disque), assemblés dans un bidon de 20 litres, et à l'aide d'application *open source*.

¹² À l'aide de fichiers *open source*, le programme permet de produire par une imprimante 3D au moins la moitié des pièces d'une nouvelle imprimante 3D. Il s'agit alors du principe de réplique (qui existe également pour d'autres machines). Le Woelab du Togo a été fer de lance en la matière.

¹³ Raspberry Pi est un ordinateur minimaliste. Il est réduit à un seul circuit de la taille d'une carte de crédit auquel on peut connecter n'importe quel moniteur, clavier, souris (développé par l'université de Cambridge). Il s'avère très utile pour de multiples applications dans l'agriculture, la domotique, la santé ou la communication. Les utilisateurs de Raspberry Pi ont créé toute sorte de choses : console de jeux, systèmes d'alarme etc.

¹⁴ RecycleBj du Blolab est un projet en cours. Il vise à collecter du matériel informatique non utilisé ou usagé, à le recycler et lui donner une seconde vie, et à le distribuer aux écoles des zones défavorisées. Cette démarche s'accompagne d'une formation aux élèves et aux enseignants sur les logiciels libres.

en matériel grâce au réseau tissé avec d'autres lieux dans le monde. Le Ouagalab (Burkina Faso) a reçu du matériel (deux Imprimantes 3D, kits Arduino, une fraiseuse à commande numérique) provenant de fablabs français comme Artilect fablab de Toulouse, Electrolab de Nanterre et le Labfab de Rennes.

Le fablab est alors source de création de matériel ou solutions innovantes et adaptés, mis en œuvre de manière frugale et via des fichiers *open source*. Certains fablabs ont pour objectif de répondre à des besoins locaux de professionnels et sont pourvoyeurs de solutions applicatives, peu onéreuses et faciles d'accès (voir 2.2.2). D'autres fournissent des ordinateurs Jerry, où les utilisateurs deviennent designers et hackers et sont sensibilisés aux enjeux de pollution environnementale, majeurs en Afrique.

2.2 La recherche de modèles économiques innovants

La très grande majorité des *fabmanagers* interrogés ont ouvert les lieux sur leurs seuls fonds propres. Si certains ont très rapidement pu obtenir des aides financières (*via* des fondations d'entreprises, des États ou des organisations internationales), ont mené des campagnes de *crowdfunding* ou ont été lauréats à des concours, d'autres sont restés dans des situations financières précaires.

Defko au Sénégal reste une exception : il a bénéficié, lors de sa création, de fonds de soutien versés par l'OIF pour l'achat de matériel (électronique de base, Arduino, Rasperry, imprimante 3D, fraiseuse à commande numérique, découpe vinyle) puis une aide de la Fondation Orange en faveur de son programme de formation à destination des enfants. Pour sa part, Babylab en Côte d'Ivoire a bénéficié de soutiens financiers au fur et à mesure de son activité : obtention de prix scientifiques en Afrique, aide financière de la Fondation Orange Solidaire, levée de fonds sur le site de *crowdfunding* africain *Jammafunding*, financement du gouvernement français. De leur côté, Ouagalag (Burkina Faso) et Blolab (Bénin) ont levé des fonds *via* des campagnes de *crowdfunding*.

Force est de constater que la personnalité du fondateur et ses connexions avec le milieu académique et économique (national et à l'international) constitue un atout majeur dans l'obtention de soutiens financiers. La connaissance de ce milieu, les échanges lors de rencontres et colloques, les déplacements à l'étranger sont essentiels. La présence des *fabmanagers* lors des conférences annuelles du réseau MIT leur permet par exemple de nouer des contacts. Certains se font même aider dans leur représentation par un relai qui assure l'interface entre le *fabmanager* et des contacts français.

En termes de *business models*, beaucoup de *fabmanagers* ont souhaité au départ laisser leur espace libre et gratuit pour tous. Mais rattrapés par la réalité économique et le souci de rendre le lieu pérenne, les fablabs africains ont suivi la voie de leurs homologues français et proposent une adhésion à leurs participants, qui peut rester très faible (Babylab demande moins de deux euros par mois). Le *business model* repose par ailleurs sur un ensemble de

pratiques plus ou moins déployées selon les lieux. Les espaces proposent des formations gratuites à la fabrication numérique mais également payantes *via* des partenariats noués soit avec des écoles ou des universités soit avec des incubateurs (Babylab propose ses services à l'incubateur Incub Ivoire, Defko à l'incubateur sénégalais Cetim). Certains louent enfin une partie de leur espace pour des besoins privés.

2.3 L'acculturation numérique, pilier fondamental du fablab africain

Ces lieux sont destinés à promouvoir l'acculturation numérique et ciblent plusieurs types de publics. Nos interviews mettent en lumière une double volonté de ces espaces : en soutenant l'ouverture vers la fabrication numérique, ils conduisent non seulement à développer la formation numérique, souvent défailante, voire inexistante, dans les écoles, mais plus encore, ont une mission d'ordre sociétal et économique en œuvrant auprès des jeunes et des femmes (2.3.1) mais aussi des professionnels (2.3.2).

2.3.1 Cibler les jeunes et les femmes pour répondre à des enjeux éducationnels et sociaux

L'acculturation numérique à destination des jeunes des quartiers est au centre des préoccupations des fablabs interrogés. De nombreux ateliers sont ainsi proposés aux enfants et adolescents sur le temps scolaire. La population des étudiants est également visée pour répondre au sous-équipement des universités.

Babylab (Côte d'Ivoire) a ainsi accueilli 200 enfants depuis 2014. Defko (Sénégal) a mis en place, avec le soutien d'Orange, la *Fablab Academy*, qui propose un cursus de 8 semaines dans les écoles publiques pour les enfants de 7 à 15 ans¹⁵. Ouagalab (Burkina Faso) offre un programme intitulé *Jerry School* qui permet aux élèves et enseignants de consulter des ressources éducatives. Sahelfablab (Mauritanie) organise régulièrement des activités de formation en TIC (Technologies de l'information et de la communication) dans et en dehors du fablab, et notamment au Campus Numérique de l'université de Nouakchott (mise en place par l'OIF). Donilab (Mali) propose le suivi d'un MOOC (« Comment programmer un objet avec Arduino ? ») de l'Institut Mines Telecom de Paris, destiné notamment aux étudiants de l'ESIAU (Ecole Supérieure d'Architecture et d'Urbanisme) du Mali.

Au-delà du simple aspect de formation des jeunes aux rudiments de l'électronique, voire de la fabrication numérique, le projet pédagogique revêt en parallèle une dimension sociale et sociétale. Babylab voit dans le fablab un moyen d'occuper les jeunes en dehors des temps scolaires, dans un souci de limiter les phénomènes de délinquance et de les encourager à bidouiller et innover. Des projets développés au sein des labs ont une visée sociétale tournée vers des enjeux forts : par exemple, Stopvbg au sein du Blolab est une application mobile et

¹⁵ <http://www.defkoakniep.org/kids-lab/cheikh-anta-diop-fablab-academie/>

web de dénonciation des cas de violences basées sur le genre. Ce projet est développé grâce à la communauté *Imagination for People* (IP Bénin) avec l'appui du PNUD.

Des initiatives sont clairement prises également pour inciter les femmes à participer à la vie du lieu : Ker Thiossane au Sénégal, en interaction avec le centre social situé à proximité, forme les femmes à la couture et à la cuisine. Babylab en Côte d'Ivoire oriente ses actions vers les femmes tout comme SahelFablab dont les managers sont des femmes.

2.3.2 Une réponse pour les professionnels locaux

Les fablabs africains tentent de répondre à des besoins locaux de la population environnante, qu'elle soit constituée d'artisans ou d'agriculteurs. Ker Thiossane (Sénégal) offre la possibilité aux artisans du territoire (travaillant le métal, le tissu, la teinture, la peinture sur verre, etc.) de venir dans le lieu bénéficiaire de prestations (sous la forme principalement de réparation de pièces). Le Blolab (Bénin) a formé environ 250 agriculteurs pour répondre, *via* des applications numériques, à leurs besoins en termes d'irrigation ou de surveillance des cultures. Ainsi, Ipatoc est une initiative dédiée à la promotion de l'agriculture, développant une application de mise en relation des acteurs du domaine agricole et à concevoir un système d'irrigation des cultures à distance. Les projets développés au sein de SahelFablab (Mauritanie) sont également en étroite relation avec les besoins locaux : on y recense par exemple la conception et la réalisation de fours solaires pour réduire la consommation de bois de chauffe en milieu rural ; un projet d'irrigation automatique, contrôlé à partir d'une application mobile, avec système de goutte-à-goutte et de mesure de l'humidité du sol (à l'état de prototype). Enfin, au Ouagalab (Burkina Faso), les projets sont majoritairement tournés vers les agriculteurs : une éolienne *low cost* qui produit 1 kWh, une *open* station météo pour remonter par sms les données climatiques de la ville et des zones agricoles (températures et taux d'humidité), une plateforme de valorisation et commercialisation des produits locaux (produits agro-alimentaire), un kit appelé agri-alerte qui permet aux agriculteurs de communiquer entre eux sur les premiers signes de problème ou d'attaque parasitaire. De son côté, Donilab (Mali) se concentre sur les projets en matière de santé : une plateforme d'e-santé Koglogo en cours de développement, devant permettre à la diaspora de payer les frais sanitaires.

Force est de constater alors que les projets ou initiatives à destination des professionnels semblent avoir une portée qui va bien au-delà d'une simple dimension économique. Si les matériels *low cost* et les fichiers *open source* proposés sont à l'origine de solutions techniques frugales, peu onéreuses pour des besoins directement locaux, ils offrent également la possibilité de soutenir une vision environnementale (et peut-être une forme d'innovation responsable, voir les travaux de Owen *et al.*, 2013) et de répondre à des problématique de déforestation, d'usage de l'eau, d'utilisation d'énergies renouvelables (et partant, de gestion d'une ressource épuisable).

3. Éléments conclusifs : caractérisation du commun éducationnel

Les fablabs sont porteurs de communs informationnels comme souligné en (1.2). En proposant à des publics larges, un accès ouvert et collectif à des lieux, des matériels, des conseils pour l'entrepreneuriat, les fablabs contribuent à une mise en commun de savoirs. Cette mise en commun participe à la création d'autres savoirs se matérialisant dans différentes formes de communs dont d'autres communs informationnels.

Par ailleurs, comme développé en (2.3), les résultats des activités des fablabs africains prennent aussi la forme de communs éducationnels. Pourquoi évoquer de tels communs et quelles sont leurs caractéristiques au regard des autres communs traditionnels ? Il apparaît en effet dans le cadre des fablabs africains que la dimension de formation, traditionnellement associée au fablab, prend une envergure bien plus large et aux enjeux propres à l'Afrique. La notion d'éducation nous apparaît plus à même de caractériser ces espaces, dont l'objectif est de pallier bien souvent un système éducatif local défaillant, ou d'éduquer des populations à des questions cruciales pour leur bien-être et leur cadre de vie.

Ces espaces, que nous qualifions d'éducationnels, et qui ont aussi une portée économique, urbaine ou environnementale, répondent selon nous d'abord aux critères des communs et aux piliers vus précédemment (Ostrom, 1990) : ils sont d'une part soutenus, créés par la communauté constitutive du fablab, qui partage et diffuse le savoir. Le *fabmanager*, son équipe, des bénévoles sont à l'origine de ces communs proposés dans le fablab ou en dehors. Des règles et conditions d'accès au commun interviennent : mise en place de programmes clairement identifiés en termes de publics, de durée, de lieux, de contenus.

Les communs éducationnels tels que nous les identifions, apparaissent selon nous à différents niveaux selon l'échelle et le public pris en compte.

Premièrement, l'acculturation numérique vise les jeunes dans un objectif éducatif. Les pays d'Afrique subsaharienne ont réalisé de considérables progrès dans le développement de leurs systèmes éducatifs, grâce à leurs efforts pour financer le secteur, tant au niveau des budgets nationaux qu'à travers les dépenses des ménages. Toutefois, le retard initial et la très forte croissance démographique font que l'Afrique subsaharienne compte encore 29,6 millions d'enfants non-scolarisés en âge d'être au primaire et 21,1 millions en âge de l'être au secondaire (UNESCO, 2017). À ces difficultés encore importantes d'accès et de rétention se rajoutent les très fortes inquiétudes concernant l'équité et la qualité des enseignements dispensés aux élèves (d'Aiglepierre *et al.*, 2018).

Sésamé Koffi Agodjinou par exemple, fondateur du Woelab au Togo, anthropologue et architecte de formation, a vu dans le fablab un moyen de « faire » la ville avec les gens qui y vivent et que le citoyen en devienne un « contributeur ». L'architecture vernaculaire se base sur une vision de la ville comme un village, avec des moments et des lieux. Le fablab recrée de la cohésion dans la cité et propose, symboliquement, de nouveaux enclos d'initiation pour les jeunes. Guiako Obin, créateur du Babylab en Côte d'Ivoire, a choisi une commune très

populaire d'Abidjan, marquée par la pauvreté et l'insécurité, pour faire du fablab un levier de transformation sociale par l'éducation.

Deuxièmement, l'acculturation numérique constitue un axe fort pour les besoins des professionnels locaux (artisans, agriculteurs) en recherche de solutions peu coûteuses, faciles d'accès et rapides dans leur développement. Ici l'ingéniosité des membres de la communauté fablab, associée aux opportunités offertes par les réseaux fablabs, et l'*open source*, apportent des solutions locales à des besoins locaux. Le Blolab au Bénin par exemple, créé par Médard Agbayazon, a pour objectif de favoriser et valoriser l'alphabétisation numérique, auprès des jeunes et des professionnels tels que les agriculteurs.

Troisièmement, le commun éducationnel contribue à accompagner l'entrepreneuriat. Le Woelab (Togo) propose par exemple des *hackatons* sur 48h afin de faire émerger, au sein des jeunes constituant la communauté du Woelab, une solution qui sera incubée. Le Woelab comprend aujourd'hui neuf *Start-ups* appartenant à la communauté sous la bannière de *Silicon Village* (SARL) et dont les jeunes sont cosociétaires. Dans ce sens la question se pose du rôle que peut jouer à plus long terme de tels lieux dans un futur « industriel » de l'Afrique. Fondé sur un format « atelier » situé au cœur des villes, le fablab contribuerait plus en Afrique que partout ailleurs au renouveau économique du continent, au carrefour de l'innovation numérique, de l'entrepreneuriat et de la formation, avec pour toile de fond un maillage et un réseau de *fabmanagers* autonomes.

Quatrièmement, le commun éducationnel investit la ville dans sa globalité, au travers d'initiatives autour de la « *sharing city* » ou « *co city* ». Le Woelab par exemple veut redonner du sens à la ville et faire du citoyen un acteur direct des changements à conduire pour la cité. La population est donc amenée à s'emparer des questions environnementales de propreté, de recyclage, d'agriculture urbaine, à l'aide des outils numériques. Le fablab a déjà mis en place une plateforme de collecte de déchets plastiques dans un rayon de 2 km autour du lieu *via* une application mobile, promouvant ainsi une économie circulaire : les habitants remplissent des kits et gagnent des points sur la plateforme. Les déchets sont ensuite collectés et déposés au port de Lomé. Un autre projet en cours de développement est *Urbanatic*, un grenier urbain dans chaque fablab. Une plateforme identifie les espaces délaissés dans la ville (publics ou privés), puis le fablab impulse la transformation du terrain en potagers bio. Les produits sont ensuite vendus sur la plateforme et les paniers sont à venir chercher dans le lab.

Bibliographie

Abdelkrim, S. (2017), *Startup lions, au coeur de l'African tech*.

Altman, E., Nagle, F., Tushman, M. (2014), *Innovating without information constraints: organizations, communities, and innovation when information costs approach zero*, WP 14-043, Harvard Business School.

Anderson, C., (2012), *Maker: the new industrial revolution*, Crown Business.

Bosqué, C., Noor, O., Ricard, L. (2014), *Fablabs, etc. Les nouveaux lieux de fabrication numérique*, Eyrolles.

Bottollier-Depois, F., Dalle, B., Eychenne, F., Jacquelin, A., Kaplan, D., Nelson, J., Routin, V. (2014), *Etat des lieux et typologie des ateliers de fabrication numérique*, FING, conseil et recherche, rapport d'étude pour la DGE.

Bouvier-Patron, P. (2015), Fablab et extension de la forme réseau : vers une nouvelle dynamique industrielle ? *Innovations*, n°41, 165-188.

Capdevila, I. (2015), Les différentes approches entrepreneuriales dans les espaces ouverts d'innovation, *Innovations*, n°48, 87-105.

Chesbrough, H. (2006), Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation, in Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W. & West, J. (Eds) *Open innovation, researching a new paradigm*, Oxford University press.

Coriat, B. (2015), *Le retour des communs. La crise de l'idéologie propriétaire*, Paris, Les liens qui libèrent.

Cornu, M., Orsi, F., Rochfeld, J. (2017), *Dictionnaire des biens communs*, Paris, Presses Universitaires de France.

Cousin, P., Dupont, C., Fatnassi, S., Pham, C., Thiare, O., Wussah, A., Koffi, S. (2017), IoT, An Affordable Technology to Empower Africans Addressing Needs in Africa, *IST-Africa 2017 Conference Proceedings*.

D'Aiglepierre, R., Tehio, V., Martinenq Duplessis, A., Sy, V (2018), L'éducation en Afrique subsaharienne : idées reçues, <https://www.afd.fr/sites/afd/files/2018-01/education-afrique-subsaharienne-idees-recues.pdf>.

Diwo-Allain, S. (2015), Propriété intellectuelle et fablabs : quelle gestion de la propriété intellectuelle dans les fablabs et plateformes ouvertes de création numérique : propositions de pistes de réflexion, in *La propriété intellectuelle et la transformation numérique de l'économie*, INPI, 261-271.

Elahi, S., De Beer, J., Open Air (2013), *Knowledge and innovation in Africa: scenarios for the future*.

Eychenne, F. (2012), *Fab Lab tour d'horizon*, FING.

Fagbohoun, S. (2016), Innovation frugal, effectuation et fablabs : pour penser l'innovation différemment, *Innovations*, n°3, 27-51.

Ferchaud, F. (2017) Les communs urbains à l'épreuve du terrain : le cas des lieux de fabrication numérique, Netcom Réseaux, communication et territoires, 31-1/2.

Hess, C., Ostrom, E. (2007), *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*, Cambridge: MIT Press.

- IST Africa (2016), *Report on Innovation Spaces and Living Labs in IST-Africa Partner countries*.
- Liotard, I. (2017), Fablab – a new space of commons-based peer production, colloque SASE – Lyon du 29 juin au 01 juillet 2017.
- Menichinelli, M., Bosqué, C., Troxler, P., Raspenti, C., Neves, H. (2015), *Fab Lab, la révolution est en marche*, Pyramyd.
- Merindol, V., Bouquin, N., Versailles, DW., Capdevila, I., Aubouin, N., Le Chaffotec, A., Chiovetta, A., Voisin, T. (2016), *Le livre blanc des Open Labs*, Futuris, Paris School of Business.
- Monpère, B. (2016), L'artisanat augmenté : conceptions, enseignements et pratiques d'un art numérique appliqué aux métiers de l'artisanat, *Réalités Industrielles*, mai, 62-65.
- Morel, L, Le Roux, S. (2016), *Fab Labs l'utilisateur-innovateur*, ISTE editions.
- Organisation Internationale de la Francophonie (2016), *La francophonie numérique*.
- Ostrom, E. (1990), *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Owen, R., Stilgoe, J., Macnaghten, P., Gorman, M., Fisher, E. and Guston, D. (2013), A Framework for Responsible Innovation, in *Responsible Innovation: Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society* (eds R. Owen, J. Bessant and M. Heintz), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Radjou, N., Prabhu, J. (2015), *L'innovation frugale, comment faire mieux avec moins*, Diateino.
- Rifkin, J. (2011), *The third industrial revolution*, Pelgrave MacMillan.
- Rumpala, Y. (2014), Fab labs et makerspaces : entre innovation et émancipation ? *Revue internationale de l'économie sociale*, n°334, 85-97.
- UNESCO (2017), *Global Education Monitoring Report Summary 2017/8: Accountability in education: Meeting our commitments*.
- Vallat, D. (2016), Que peut-on apprendre des tiers-lieux 2.0 ?, *XXVIe conférence de l'AIMS*, juin, Lyon, France.