

Implémentation et auto-évaluation du Living Lab HARPO pour la gestion outillée du chantier

Pauline Harou, Université Libre de Bruxelles, pauline.harou@ulb.be

Samia Ben Rajeb, Université Libre de Bruxelles, samia.ben.rajeb@ulb.be

Mots clés : Activités collectives ; Analyse de l'activité ; Protocoles et méthodes ; Secteur AEC ; Living Lab ; Approche Centrée Usagers

Résumé : Cet article présente la méthodologie élaborée dans le cadre d'un projet de recherche et développement visant à concevoir un outil numérique pour la gestion des tâches ouvrières sur chantier. L'étude s'intéresse à la démarche innovante adoptée, basée sur une approche centrée sur l'humain et inspirée du modèle du *Living Lab*, impliquant activement les acteurs de terrain et les partenaires du projet. Pour en proposer une auto-évaluation, une revue de la littérature a permis d'identifier une vingtaine de défis typiques de ce type de processus. Ces défis sont mis en relation avec les cinq principes fondamentaux du *Living Lab* selon le FormIT : la valeur ajoutée, l'influence, la durabilité, l'ouverture et le réalisme. Ces éléments ont été intégrés dans une grille d'analyse visuelle, sous forme de diagramme en anneau, appliquée aux trois premières étapes du projet. L'article expose ainsi à la fois un retour d'expérience sur une méthodologie de *Living Lab* dans le secteur de la construction, ainsi qu'une réflexion sur les modalités d'évaluation de ce type de démarche.

I. Introduction

Problématique initiale et contexte de la recherche

Aujourd'hui, la Région de Bruxelles-Capitale est confrontée à une complexification des exigences et à un besoin de soutenir la transition numérique du secteur AEC (Architecture, Ingénierie et Construction) vers une construction 4.0 (Buildwise, 2023). Cependant, plusieurs constats sont à prendre en compte. D'abord, ce secteur, historiquement marqué par une certaine inertie, peine à adopter les outils numériques, qui sont souvent conçus sans réelle implication des acteurs de terrain (Noueihed & Hamzeh, 2022). Ensuite, en dépit de l'avènement de nombreuses technologies, il subsiste un manque criant d'outils efficaces et cohérents pour améliorer la productivité et diminuer les pertes sur chantier (Nagy et al., 2021). Par ailleurs, les ouvriers manquent de visibilité sur les tâches qu'ils exécutent, alors même que cette clarté est essentielle pour améliorer leur bien-être et, par extension, l'attractivité d'un métier en pénurie de main d'œuvre (Zaniboni et al., 2016).

À partir de ces constats, le projet de recherche et développement dans lequel cet article s'insère vise à développer un outil numérique pour améliorer le suivi de la main-d'œuvre sur les chantiers. L'idée est d'intégrer cet outil dans le quotidien des ouvriers-chefs d'équipe, qui n'avaient jusqu'à présent ni l'habitude ni les moyens d'utiliser ce type de dispositif. Ainsi, il permettrait une analyse plus fine de l'activité et une optimisation des processus, grâce à un encodage réalisé directement par les personnes concernées. Pour encourager l'adoption future de l'application, le projet explore une approche centrée sur l'humain, encore peu utilisée dans le secteur de la construction (Cimini et al., 2021; Noueihed & Hamzeh, 2022). La conception centrée utilisateur — définie par la norme ISO 9241-210 et développée notamment par Maguire (2001) — encourage l'implication active des utilisateurs dans la conception, afin d'optimiser la performance et la rentabilité, tout en améliorant le confort, la satisfaction, l'accessibilité et la durabilité des solutions. Cette approche

prend ici tout son sens pour proposer un outil adapté aux besoins réels du terrain, en tenant compte des contraintes et des pratiques du secteur.

Question de recherche

Cet article se focalise sur l'approche méthodologique mise en place, en concevant le projet comme un laboratoire vivant et évolutif (*Living Lab*). Il repose sur une participation dynamique et adaptative des acteurs du terrain et des partenaires du projet, intégrant progressivement leurs besoins et leurs expertises tout au long du processus. L'objectif de cet article est double : d'une part, partager les enseignements tirés de l'application d'une méthodologie de Living Lab dans le secteur de la construction, et d'autre part, explorer les modalités d'évaluation de ce type de démarche à travers la construction d'une grille d'évaluation. Il vise ainsi à répondre aux questions suivantes :

- **Quelles sont les différentes étapes de l'approche Living Lab mise en œuvre pour comprendre, modéliser et soutenir l'activité et ses spécificités ? Quels en sont les apports et les limites ?**
- **Dans quelle mesure la grille d'évaluation proposée offre-t-elle un cadre pertinent pour analyser de manière critique l'approche mise en œuvre ?**

Cet article est structuré en plusieurs sections. La section 2 prolonge cette introduction par un état de l'art qui présente le concept de Living Lab, examine les approches existantes pour son évaluation, et synthétise une vingtaine de défis caractéristiques de ce type de démarche, sur la base d'une revue de littérature fondée sur quatre articles. La section 3 décrit la méthodologie spécifique mise en œuvre dans le cadre du Living Lab HARPO. La section 4 expose la méthode d'évaluation développée, et l'applique ensuite aux trois premières étapes du processus HARPO à l'aide de la grille élaborée. Les résultats de cette analyse sont synthétisés et discutés dans la section 5. Enfin, la conclusion revient sur les principaux enseignements de la démarche appliquée et propose des pistes pour améliorer la nouvelle méthode d'évaluation proposée.

II. Etat de l'art

Le concept de Living Lab

Les Living Labs sont définis, par l'European Network of Living Labs (ENoLL), comme des « écosystèmes d'innovation ouverts centrés sur l'utilisateur et fondés sur une approche systématique de co-création par l'utilisateur, intégrant les processus de recherche et d'innovation dans des communautés et des environnements réels. Ils fonctionnent comme des intermédiaires entre les citoyens, les organismes de recherche, les entreprises, les villes et les régions pour la co-création de valeur commune, le prototypage rapide ou la validation en vue de l'expansion de l'innovation et des entreprises. » (Vervoort et al., 2023). Les Living Labs reposent sur une collaboration entre industriels, gouvernements, universités et citoyens, un modèle connu sous le nom de *quadruple helix*. Bien que l'ENoLL les qualifie ici d'*écosystèmes*, ils sont parfois considérés comme une méthodologie ou un ensemble d'activités, toujours au service de l'innovation (Overdiek et al., 2021).

Par exemple, Dell'Era et Landoni (2014) considèrent le Living Lab comme une *méthodologie* qu'ils positionnent entre la conception centrée usagers et le design participatif sur le schéma de Sanders reprenant les méthodologies de recherche en design (cf. Fig. 1, à gauche). En effet, l'étude du contexte pour la définition des besoins des utilisateurs, ou encore la contribution importante des utilisateurs dans le processus d'innovation, sont 2 éléments qu'on retrouve dans la partie *User-Centered Design* qui sont également d'une grande importance dans l'approche Living Lab. De la même manière, les méthodes de co-création, plutôt présentes dans la partie *Participatory Design*, constituent un principe important du Living Lab. Dans la cadre de notre

étude, nous nous alignons à cette vision, tout en considérant également le Living Lab comme objet de recherche à part entière.

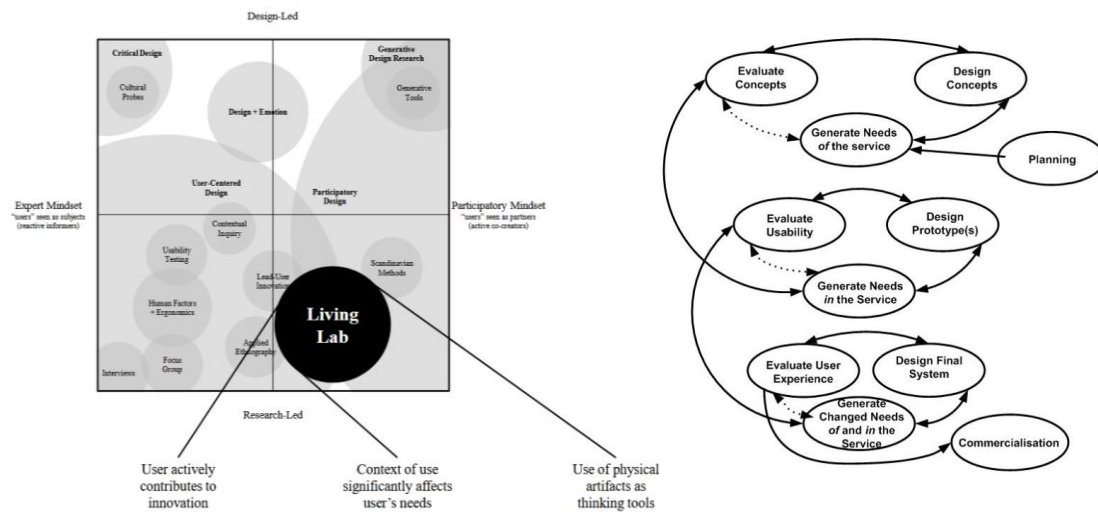


Fig. 1 – À gauche : positionnement du Living Lab dans les méthodologies de recherche en design, d'après Sanders (reproduit par Dell'Era et Landoni, 2014) – À droite : le processus du FormIT composé de trois cycles, d'après Kareborn & Stahlbros (2009).

C'est dans ce cadre méthodologique que s'inscrit le projet de recherche et développement HARPO (Human-centered Application for the Resource and Productivity Optimization of buildings). Ce projet est financé par la Région Bruxelles-Capitale – Innoviris. Il est composé d'un consortium rassemblant une entreprise de construction (partenaire usager), une start-up développant des technologies BIM (partenaire technologique), le centre de recherche Belge de la construction (partenaire de transfert sectoriel) et l'Ecole Polytechnique de Bruxelles (AIA_BATir, partenaire de recherche). Ce modèle est en adéquation avec le *quadruple helix*, caractéristique des Living Labs, tel qu'introduit dans le paragraphe précédent (Overdiek et al., 2021). En tant que partenaire de recherche en charge de l'accompagnement méthodologique, nous avons veillé à garantir un équilibre entre les savoirs et savoir-faire apportés par les membres du consortium et ceux issus des futurs usagers. Ce positionnement favorise une dynamique de co-construction et intègre le projet et ses objectifs dans la philosophie des Living Labs.

L'évaluation d'un Living Lab

Cette section se concentre sur l'évaluation des Living Labs, en accord avec l'objectif de cet article qui est d'entamer une réflexion sur l'approche méthodologique adoptée. Overdiek et Genova (2021) proposent un aperçu des méthodes et outils d'évaluation de Living Labs. Ils les catégorisent en trois parties : Evaluation du Living Lab en tant qu'organisation, évaluation du Living Lab en tant que méthodologie, ou évaluation des impacts du Living Lab sur une région (Overdiek et al., 2021). Dans notre approche, nous considérons le Living Lab comme une méthodologie pouvant être analysée à travers différents niveaux. Schuurman (2015) en distingue trois : le niveau Macro (*Living Lab constellation*), qui correspond à l'écosystème global dans lequel s'implémente le Living Lab et les interactions entre les différents acteurs (Projet HARPO implémenté dans le secteur de la construction via la collaboration avec le partenaire de transfert sectoriel) ; le niveau Meso (*Living Lab Project*), qui fait référence à un projet unique développé au sein de l'écosystème (Projet HARPO implémenté dans l'entreprise de construction avec ses usages propres) ; et le niveau Micro, qui concerne les étapes méthodologiques et outils mobilisés pour structurer l'expérimentation et la co-création. Dans le cadre de cet article, nous allons surtout nous focaliser sur le niveau Micro, même si nous chercherons à faire des liens avec les niveaux Macro et Meso.

A ce titre, nous nous intéressons à l'évaluation du Living Lab en tant que méthodologie selon la méthode FormIT, développée par Ståhlbröst et Holst (2012). Cette démarche repose sur trois courants théoriques, à savoir la pensée systémique souple (*Soft Systems Thinking*), l'enquête appréciative (*Appreciative Inquiry*) et l'identification des besoins (*Need Finding*). Cette approche nous a semblé pertinente parce qu'elle favorise l'amélioration continue et la participation active des utilisateurs tout au long du processus (Kareborn & Ståhlbröst, 2009; Overdiek et al., 2021; Ståhlbröst & Holst, 2012). Le FormIT suit un processus itératif structuré en trois cycles de conception allant de la phase conceptuelle au prototype, jusqu'à l'implémentation de l'innovation (cf. Fig. 1, à droite). Chaque cycle comprend trois étapes successives et itératives : l'identification des besoins, la conception et l'évaluation. Ståhlbröst et Holst proposent d'évaluer chaque étape de la méthode FormIT à travers cinq principes clés du Living Lab (*The Five Key Principles*). Ces principes, élaborés sur base d'analyses d'opérations au sein de Living Labs (Ståhlbröst, 2012), sont les suivants :

- **Valeur ajoutée (*Value*)** : Créer des produits ou services qui répondent de manière concrète et efficace aux besoins réels des utilisateurs, tout en apportant une plus-value tangible pour les entreprises et la société dans son ensemble.
- **Influence (*Influence*)** : Intégrer activement les utilisateurs en tant qu'experts de leur propre expérience afin qu'ils exercent un véritable impact et une réelle influence sur l'innovation. Cela permet de mieux répondre à leurs attentes tout en renforçant le sentiment d'appropriation des solutions proposées.
- **Durabilité (*Sustainability*)** : Assurer que les solutions proposées aient un impact positif et durable à long terme. Cela inclut des considérations écologiques, économiques et sociales, garantissant ainsi que les pratiques adoptées soient respectueuses de l'environnement et bénéfiques à la société.
- **Ouverture (*Openness*)** : Encourager la collaboration entre divers acteurs, qu'il s'agisse d'entreprises, de citoyens, de chercheurs ou d'institutions. Cette approche favorise l'innovation ouverte et permet de tirer parti d'une diversité de perspectives pour trouver des solutions plus créatives et plus efficaces.
- **Réalisme (*Realism*)** : Tester et valider les solutions dans des contextes réels d'utilisation pour s'assurer de leur faisabilité et de leur adoption effective. Cela permet d'évaluer les impacts réels et d'apporter les ajustements nécessaires avant un déploiement à grande échelle.

Ces principes seront utilisés pour l'auto-évaluation de la démarche méthodologique mise en place dans HARPO.

Les défis d'un Living Lab

En plus des principes du Living Lab proposés par la méthode FormIT, il nous a semblé pertinent de confronter ces concepts avec les défis associés aux Living Labs, tels que présentés dans les revues de littératures. Pour ce faire, une synthèse a été réalisée à partir de quatre articles sélectionnés selon deux critères principaux : (1) leur caractère récent et (2) leur approche fondée sur des revues de littérature, parfois enrichies de retours d'expérience. Bien que de nombreuses publications décrivent la mise en œuvre de démarches Living Lab, peu se concentrent spécifiquement sur leur évaluation. Les quatre articles retenus constituent les seules contributions identifiées proposant une analyse structurée et approfondie des défis associés à ces approches. Ces articles (Berberi et al., 2023; Blanckaert et al., 2024; Habibipour, 2024; Hossain et al., 2019) ont permis de dresser une liste d'une vingtaine de défis distribués en 5 catégories. Ceux-ci sont présentés dans le Tableau 1. A travers ce tableau, nous constatons que certains défis sont évoqués plus que d'autres comme l'engagement et la motivation (long terme) des utilisateurs (défi E1) ou encore le recrutement de groupes d'utilisateurs adaptés (défi E7). Alors que certains défis comme

l'alignement des priorités entre partenaires (défi A1) ou encore les considérations éthiques (défi E3) semblent être évoqués que dans un des articles étudiés.

Tableau 1 – Les défis de l'approche Living Lab identifiés à travers les articles

Défis	Article
A. Alignement et coordination entre partenaires	
A1. Alignement des priorités entre partenaires	1
A2. Alignement, coordination entre partenaires	1, 2, 3
A3. Compétence et expertise du Living Lab	2, 3
A4. Environnement d'apprentissage et transfert de connaissances	3
A5. Flexibilité, recadrage des objectifs en fonction de résultats imprévus	1,2, 3
B. Besoin en temps et ressources	
B1. Charge de travail de la collaboration (temps, cout, énergie)	2, 4
B2. Défaillances et complexité technologiques	2
B3. Financement long terme	3
C. Communication	
C1. Clarté de la proposition de valeur pour les utilisateurs	1, 4
C2. Communication claire et transparente des objectifs, processus et résultats	1, 3, 4
C3. Compréhension mutuelle, langage commun	1, 2
C4. Diffusion des résultats au-delà du projet	2
D. Considération et confiance	
D1. Confiance des usagers	1, 2
D2. Equilibre de pouvoir	2, 4
E. Implication des usagers	
E1. Engagement et motivation (long terme) des utilisateurs	1, 2, 3, 4
E2. Connaissance accrue du marché et des besoins	1
E3. Considérations éthiques (consentement, confidentialité, transparence, ...)	4
E4. Contrôle et fiabilité des données en contexte réel	2
E5. Caractère novateur	1
E6. Intégration/prise en compte des résultats	1,2, 4
E7. Recrutement de groupes d'utilisateurs adaptés	1,2, 3, 4

III. Méthodologie du Living Lab HARPO

La méthodologie employée dans le projet HARPO se base sur les travaux décrits précédemment. Elle a été adaptée au secteur de la construction, caractérisé par une grande diversité de profils d'usagers et de chantiers, chaque projet présentant des spécificités uniques qui ne se retrouvent pas d'un chantier à l'autre. Cela rend indispensable une phase approfondie de compréhension et d'analyse des situations réelles d'usage. La méthodologie est basée sur une posture épistémologique dite pragmatique, réalisée au travers de l'action et de la résolution pratique de problèmes ancrés dans des situations concrètes (Lowe & Chiu, 2020; Vallat, 2017). La première étape de construction s'inspire des trois étapes présentes dans chaque cycle du FormIT : l'identification des besoins, la conception, l'évaluation (Kareborn & Ståhlbröst, 2009). Ces trois phases sont adaptées au projet HARPO et représentées dans la figure 2 : comprendre, explorer, concrétiser.

Dans la lignée des travaux de Dell'Era et Landoni (2014), notre approche du Living Lab se situe à l'intersection des méthodes centrées sur l'utilisateur et des approches participatives. L'implication des usagers s'intensifie progressivement au fil du processus. La phase de

compréhension débute avec une démarche plus classique, inspirée de l'ethnographie, tout en intégrant différentes formes de participation, notamment à travers l'immersion du chercheur sur chantier. Une approche combinant participation observante (*acculturation*) et entretiens semi-dirigés (*analyse*) mène à la compréhension approfondie des besoins, et ainsi des premières préconisations de l'outil (*définition*). Sur cette base, les dynamiques spécifiques au Living Lab s'intègrent progressivement, marquées par des allers-retours itératifs entre co-création (*conception*), préconisations (*définition*), et validation (*évaluation*).

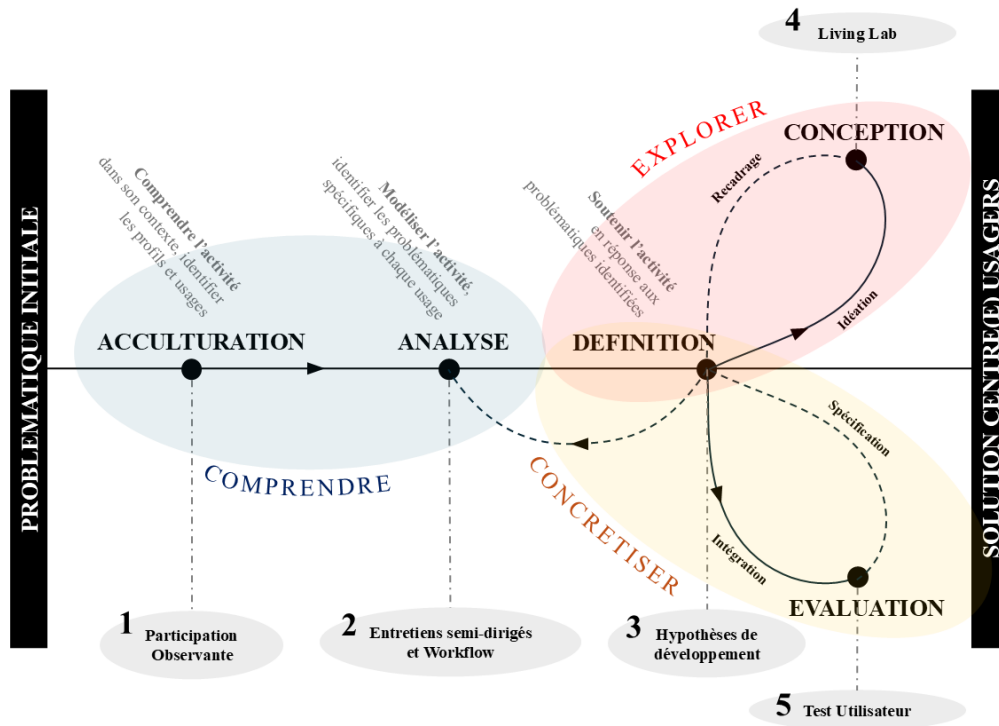


Figure 2 – La méthodologie du Living Lab HARPO

En alignement avec les objectifs de la conférence ModACT focalisée sur l'analyse de l'activité, et avec l'état d'avancement du projet HARPO, dans le cadre de cet article nous avons choisi de nous concentrer sur la phase *comprendre* ainsi que sur le passage vers la phase *explorer*. Nous nous concentrerons donc sur les trois premières étapes effectuées dans le cadre du Living Lab : l'*acculturation*, l'*analyse* et la *définition* (cf. Figure 2). Les deux étapes suivantes, à savoir la *conception* et l'*évaluation*, feront l'objet de travaux complémentaires.

Étape 1. ACCULTURATION - Compréhension de l'activité : Participation Observante

La première étape a consisté en une immersion complète sur chantier durant une période de deux mois dans une démarche de participation-observante. Ce type de démarche est composé d'un investissement important de la part d'un chercheur au sein même d'un groupe, d'une communauté ou d'une organisation, avec une participation active, concrète et prépondérante dans le travail sur terrain mais tout en ayant l'objectif de cumuler de la connaissance d'une activité à travers l'observation (Bastien, 2007). Afin de garder une distance objective et une réflexivité continue, indispensables à l'application d'une telle approche, un journal de bord a été complété durant et après chaque journée de chantier (Laszczuk & Garreau, 2018). Pour systématiser la capture des données, ce journal suivait une trame structurée autour de plusieurs dimensions :

- une description chronologique des séquences d'actions observées ;
- l'identification des acteurs impliqués (fonctions, rôles, interactions) ;

- les outils ou supports mobilisés ;
- les modalités d'organisation du travail (ex. coordination, adaptation, imprévus) ;
- les points de friction, les pertes de temps ou les pratiques jugées efficaces.

Cette structuration a permis de transformer l'observation en matériau exploitable, facilitant la modélisation ultérieure de l'activité.

Étape 2 : ANALYSE - Modélisation de l'activité : entretiens semi-dirigés avec les usagers et co-spécification du workflow avec les partenaires

La deuxième étape a consisté à comprendre et modéliser le processus spécifique qui nous intéressait. Un premier travail de co-construction d'un workflow a d'abord été mené avec le partenaire usager, représenté par un responsable de l'entreprise de construction disposant d'une vision d'ensemble. Ensuite, 13 entretiens semi-dirigés ont été réalisés avec d'autres profils au sein de l'entreprise. Trois entretiens ont eu lieu au siège de l'entreprise avec des acteurs "de bureau", permettant d'obtenir un point de vue plus hélicoptère et externe au chantier, mais impliqué dans le lancement et le suivi des travaux. Par la suite, 10 entretiens ont été menés sur différents chantiers, avec trois types d'acteurs "de terrain". Ces échanges ont permis de recueillir d'autres perspectives liées à l'activité sur le terrain et de progressivement affiner le workflow spécifique à l'entreprise. Pour assurer une lecture claire de ces processus, celui-ci a été modélisé selon la méthode BPMN (Business Process Model and Notation), une norme standardisée pour la représentation des processus métier (Geiger et al., 2018). Ce workflow général, accompagné d'une série de workflows spécifiques aux types d'acteurs (cf. Figure 3), a permis de valider les problématiques déjà identifiées par les responsables de l'entreprise, tout en les clarifiant et en faisant émerger de nouvelles. Cette étape visait à expliciter les besoins en matière d'innovation propres aux différentes branches hiérarchiques, ainsi qu'à mettre en lumière les obstacles potentiels et les points de vigilance liés son implémentation.

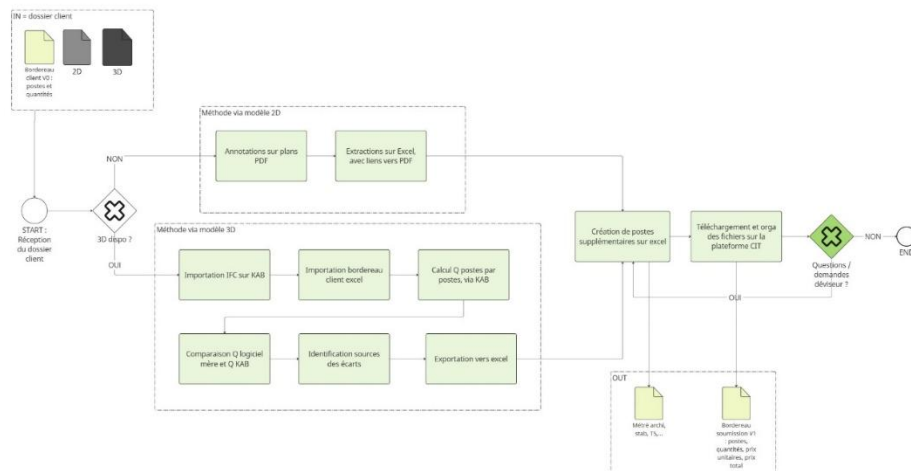


Figure 3 – Exemple de Workflow associé aux tâches d'un processus métier (ici le métreur)

Étape 3 : DEFINITION - Soutient de l'activité : Hypothèses de développement

L'analyse de l'activité, confrontée aux contraintes techniques et technologiques identifiées par les partenaires de transfert sectoriel et le partenaire technologique, a permis d'orienter l'établissement des premières hypothèses de développement en collaboration avec le consortium du projet. Cette étape a constitué une transition clé entre la phase de compréhension de l'activité et la phase d'exploration, marquant le début des développements. Afin de récolter les perspectives des différents partenaires, chacun a été invité à participer en formalisant sa vision de l'innovation sous forme d'un enchainement de maquettes d'écran (mockups). La phase précédente ayant

identifié plusieurs usages et profils d'utilisateurs, l'exploration a débuté avec le premier cas d'usage identifié : l'encodage sur tablette par le chef d'équipe-ouvrier. Chaque hypothèse a été soigneusement formulée, accompagnée de ses apports et limites, et classée par catégorie. Une hypothèse est par exemple le choix d'implication du chef d'équipe-ouvrier, permettant d'assurer une analyse de l'activité au plus proche de la réalité du terrain, mais un profil peu habitué à l'usage d'outils numériques. D'autres catégories concernent le format de l'outil, son workflow général ou encore l'intégration de certaines fonctionnalités. En cas d'hypothèses contradictoires, des compromis sont recherchés afin d'assurer à la fois une cohérence fonctionnelle et technique. Toutes les hypothèses ont fait l'objet de discussions approfondies et d'un recadrage en réunion avec les partenaires. Certaines ont été priorisées pour une première version de l'application, tandis que d'autres seront intégrées ultérieurement afin de garantir un déploiement progressif et efficace. Comme schématisé sur le schéma méthodologique de la figure 2, l'objectif est de ré-évaluer ces hypothèses itérativement en fonction des retours des usagers lors des étapes de conception et d'évaluation.

IV. Evaluation de la méthodologie du Living Lab HARPO

Méthode d'évaluation proposée

Pour évaluer la démarche méthodologique du projet par étapes, une grille d'analyse a été élaborée et est présentée à la figure 4. Elle prend la forme d'un diagramme en anneau, composé des 21 défis identifiés dans l'état de l'art, organisés par catégorie et selon l'ordre chronologique défini dans le tableau 1. Les trois étapes de la démarche sont représentées par des couches circulaires extérieures, où les défis traités aux étapes respectives sont allumés sous forme de segments noirs. Pour l'auto-évaluation, les cinq principes de la méthode FormIT ont été intégrés à ces segments sous forme d'icônes. Une distinction visuelle permet d'identifier les principes satisfaits par la mise en œuvre de la méthode (en vert) et ceux restant problématiques (en rouge). L'objectif de cette représentation est de dégager des enseignements et de repérer les leviers d'amélioration pour une meilleure intégration des principes. Les paragraphes suivants proposent une analyse de ce diagramme, structurée par catégorie de défis.

Résultat de l'évaluation des trois premières étapes

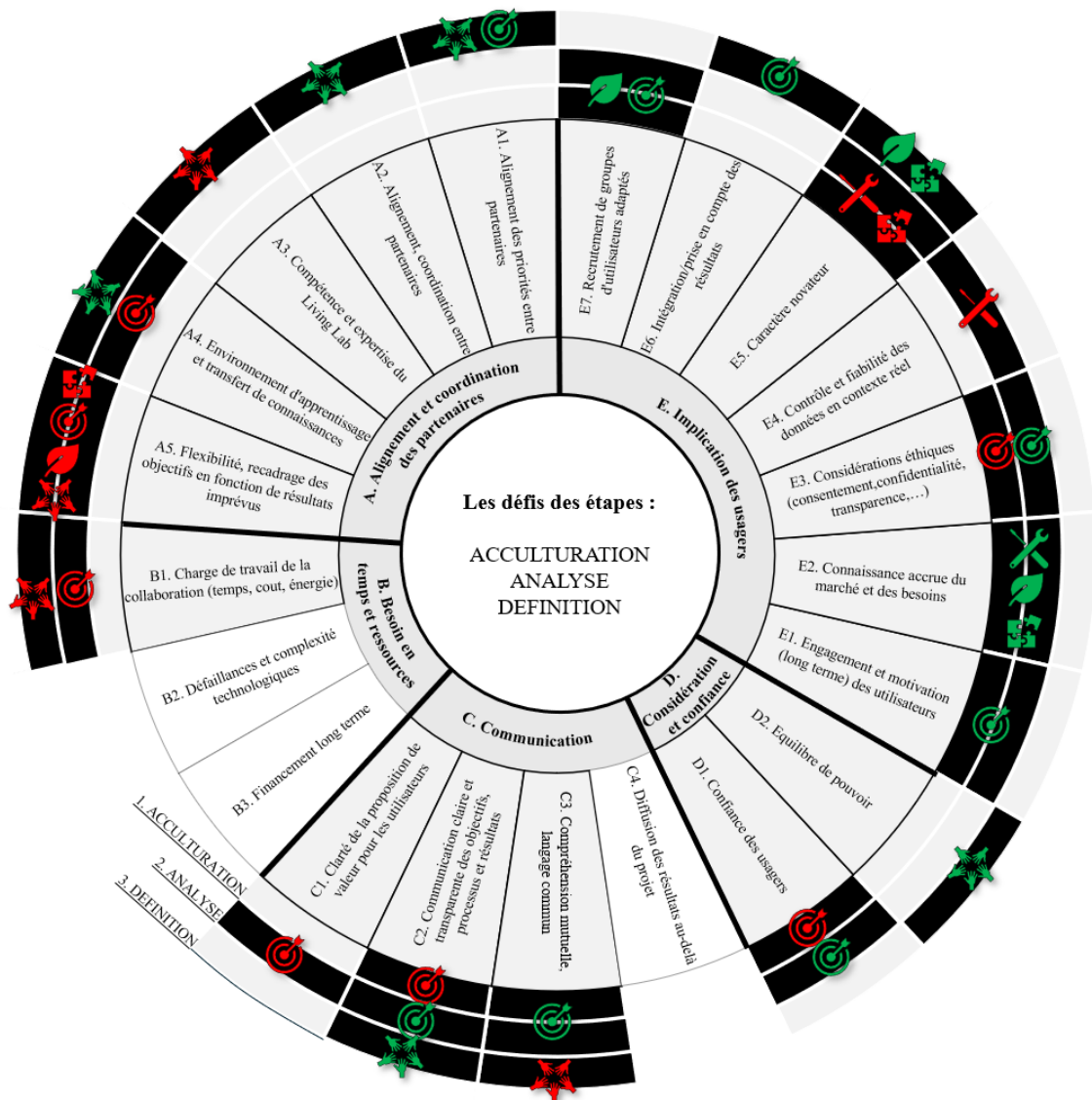
A. Alignement et coordination des partenaires

Comme le montre la figure 4, l'ensemble des défis liés à l'alignement et à la coordination entre partenaires se concentrent à l'étape 3, dédiée à la formulation des hypothèses de développement (représentée par la troisième couche extérieure du diagramme). Aucun défi de cette catégorie n'est identifié à l'étape 1, tandis que seulement deux le sont à l'étape 2.

Défis A1 et A2. Lors de l'étape 3 le développement et la documentation des hypothèses de développement a servi à la *coordination décisionnelle* (défi A2), tandis que leur hiérarchisation a assuré *l'alignement des priorités entre partenaires* (défi A1). Ces défis ont soutenu le principe d'**ouverture** en encourageant la collaboration et l'écoute des différentes perspectives, et également le principe d'**influence** puisque les décisions prises au sein du consortium se sont basées sur une prise en compte des résultats de l'analyse de l'activité, garantissant l'impact des futurs usagers (lié au défi E6).

Défi A3. Le défi relatif à l'expertise en Living Lab a émergé à l'étape 3. La méthode n'avait pas été planifiée initialement, mais a dû être mise en place de manière improvisée, alors même que l'analyse de l'activité était encore en cours, afin de permettre l'avancement des développements technologiques. Il a donc été décidé d'engager la phase de conception sur cette base, en confrontant les hypothèses formulées aux usagers à travers les futures étapes. Dans ce

contexte, le principe d'**ouverture** est considéré comme problématique (et représenté en rouge), le manque d'expérience ayant conféré à cette phase un caractère partiellement exploratoire.



Légende

Défi abordé par la méthode	Principe de valeur ajoutée	Principe d'ouverture	Principe problématique
Défi en dehors du champ de la méthode	Principe d'influence	Principe de réalisme	Principe résolu
	Principe de durabilité		Principe en partie résolu

Figure 4 – Les principes du FormIT appliqués aux défis des étapes ACCULTURATION, ANALYSE et DEFINITION

Défi A4. L'un des enjeux fondamentaux du Living Lab réside dans la création d'un *environnement d'apprentissage mutuel* entre partenaires et usagers. À l'étape 2, cet apprentissage demeure unidirectionnel : les usagers partagent leur savoir au travers d'entretiens semi-dirigés, sans qu'un véritable échange ne s'instaure. Dans ce contexte, le principe d'**influence** est jugé problématique, car les usagers peuvent se sentir peu impliqués s'ils ne perçoivent pas de bénéfice. En revanche, à l'étape 3, un environnement d'apprentissage réciproque se met en place, non pas avec les futurs usagers mais entre les différents partenaires du consortium, grâce à une

confrontation d'expertises complémentaires. C'est pourquoi le principe d'**ouverture** apparaît en vert.

Défi A5. Le défi de la *flexibilité et du recadrage des objectifs face aux résultats imprévus* apparaît dès l'étape 2, lors du transfert des résultats de l'analyse de l'activité au consortium. La prise en compte de ces résultats (lié au défi E6) influence l'étape 3. Bien que les hypothèses nécessitent une grande souplesse, s'y adapter en permanence a parfois conduit à redéfinir l'outil, posant un défi tant pour les développeurs que pour l'alignement global du consortium. Ce défi de flexibilité occupe une place centrale dans la démarche Living Lab, car il engage simultanément quatre principes fondamentaux : la création de **valeur ajoutée**, en répondant de manière ajustée aux besoins identifiés ; l'**influence** des usagers, dès lors que leurs attentes sont effectivement prises en compte ; la **durabilité**, liée à l'adaptation de la solution à une demande réelle et gagnant ainsi en résilience et en pérennité ; et l'**ouverture**, caractérisée par la capacité du consortium à faire preuve d'agilité. Ces quatre principes ont été signalés en rouge dans le diagramme pour souligner leur mise à l'épreuve à travers ce défi.

B. Besoin en temps et ressources

Défi B1. Le défi de la *charge de travail de la collaboration* est le seul présent à ce stade dans la catégorie du besoin en temps et ressources. L'étape 2, avec ses entretiens semi-dirigés, a exigé un effort considérable : le chercheur a dû diversifier les entretiens et se déplacer sur des chantiers aux réalités variées, tandis que les acteurs du terrain ont dû dégager du temps dans des journées chargées. Si ces acteurs doivent créer du temps alors qu'ils ne perçoivent pas l'utilité de cet investissement, cela peut mettre en péril le principe d'**influence**, de la même manière que pour le défi A4. L'étape 3 a également nécessité une charge de travail importante en temps de concertation, notamment pour aligner les priorités parfois divergentes des partenaires (cf. défi A1) et parvenir à un consensus. La création même de cette étape a été motivée par le besoin d'avancer dans la phase de conception, sous la contrainte de délais imposés par les développeurs, qui appelaient des décisions rapides. Le respect du principe d'**ouverture** à ce stade suppose un engagement fort de l'ensemble des partenaires, ce qui s'avère difficile à maintenir dans la durée.

C. Communication

Défi C1 et C2. La *transparence des objectifs, processus et résultats* (défi C2) est un défi présent durant les trois étapes. A l'étape 1, le chercheur n'est pas totalement transparent sur la raison de sa présence sur chantier en Participation Observante, étant présenté comme « stagiaire », compromettant également le défi de la confiance des usagers (D1) et celui des considérations éthiques (E3), et donc le principe d'**influence**, puisque la confiance est un élément clé pour l'implication des usagers. A l'étape 2, les objectifs du projet sont clarifiés avant chaque entretien par un référent d'entreprise, puis par le chercheur. Cependant, la *proposition de valeur* (défi C1) reste floue pour les interviewés (à cette étape l'icône d'influence devient donc verte pour le défi C2 et rouge pour le défi C1). A l'étape 3, le workflow BPMN a servi à mieux communiquer les résultats au consortium des partenaires et à contextualiser les besoins, soutenant le principe d'**ouverture**.

Défi C3. Le second défi présent aux trois étapes est celui de la *compréhension mutuelle*. Celle-ci est facilitée entre usagers et chercheurs par les deux premières étapes, qui ont permis au chercheur de se familiariser avec les spécificités du terrain, et aux usagers de mieux saisir les objectifs du projet. Cette dynamique renforce le principe d'**influence**, dans la mesure où une meilleure compréhension des enjeux peut encourager l'implication des usagers et permettre au chercheur d'intégrer des apports plus pertinents. En revanche, à l'étape 3, des difficultés de compréhension émergent entre partenaires du consortium, impactant le principe d'**ouverture**. Des discussions prolongées traduisent parfois des malentendus, alors même que les échanges portent sur des sujets convergents.

D. Considération et confiance

Défi D1. Bien que peu anticipé, le défi de la *confiance des usagers* a été traité dès la première étape. L'immersion sur terrain a permis de renforcer la crédibilité du chercheur, à la fois auprès des partenaires que des acteurs du terrain. En rendant les objectifs de la recherche plus transparents à l'étape 2 (défi C2), cette confiance s'est accrue et a favorisé le principe d'**influence** des usagers.

Défi D2. Comme discuté dans l'état de l'art (page 3), l'*équilibre de pouvoir* est d'une grande importance dans le Living Lab. L'un des objectifs de l'étape 3 était précisément de favoriser un équilibre décisionnel entre les partenaires, grâce à l'élaboration collaborative des hypothèses. Ce processus a permis à chacun de mobiliser son expertise, encourageant la recherche d'un consensus dans un esprit d'**ouverture**, où les contributions de tous ont pu être exprimées sur un pied d'égalité.

E. Implication des usagers

Défi E1. Les étapes d'acculturation et d'analyse de l'activité ont facilité *l'engagement et la motivation* des usagers grâce à la confiance instaurée (lié au défi D1). Comme discuté précédemment, cet aspect favorise le principe d'**influence**.

Défi E7. Elles ont aussi permis d'identifier les acteurs clés de l'entreprise, élargissant ainsi le cercle des futurs testeurs de l'innovation, garantissant à la fois **influence** et **durabilité** en s'appuyant sur un panel représentatif des profils cibles.

Défi E2. Elles ont également été essentielles pour une compréhension approfondie du terrain d'expérimentation. En effet, l'immersion a d'abord permis d'appréhender le fonctionnement général des chantiers et les rôles des acteurs. Bien qu'elle n'ait que partiellement couvert le processus étudié, elle a jeté les bases d'une innovation **durable**, ancrée dans une réalité complexe et dynamique.

Défi E4. Des défis problématiques sont cependant observés : 1/ la fiabilité des données en contexte réel : liée à la capacité des interviewés à analyser leur propre activité, mais atténuée par la diversité des entretiens

Défi E5. 2/ le risque d'une innovation trop conservatrice : dû à la difficulté de maintenir une distance critique dans un secteur réticent au changement. Ce dernier défi est cependant atténué à l'étape 3, où le consortium de partenaires joue un rôle clé en recontextualisant les objectifs et en trouvant un équilibre entre innovation et respect des processus existants. Une prise de recul progressive oriente ainsi le projet vers une solution à **valeur ajoutée** et **durable**.

V. Discussion des résultats de la recherche

L'objectif de cet article était d'auto-évaluer la démarche mise en place au sein du Living Lab HARPO, tout en explorant une méthodologie d'évaluation de ce type de démarche. Les paragraphes suivants présentent une discussion des enseignements tirés de ces deux objectifs.

Discussion sur l'auto-évaluation

En ce qui concerne l'auto-évaluation de la démarche, elle a permis de prendre du recul sur les méthodes mises en place et de découvrir certains apports et limites initialement non perçus. Les deux premières étapes, centrées sur l'acculturation et l'analyse de l'activité, ont contribué à une compréhension fine du terrain et des besoins (défi E2), condition essentielle à la création de **valeur ajoutée**. Elles ont également posé les fondations d'une relation de confiance avec les futurs usagers (défi D1), en s'appuyant sur la crédibilité acquise sur le terrain. Cette confiance constitue un levier central pour le maintien de l'engagement des usagers (défi E1) et, par conséquent, pour soutenir le principe d'**influence**. Ce principe est cependant mis en péril par le

manque de transparence du chercheur sur la raison de son immersion sur terrain lors de la première étape (défi C2). D'autre part, ces premières étapes incarnent le principe de **réalisme**, en cohérence avec une approche pragmatique ancrée dans des situations concrètes, notamment à travers la participation observante. Cette mise en contexte, conjuguée à la prise en compte de la diversité des chantiers, renforce le principe de **durabilité**. Toutefois, elle peut freiner le potentiel d'innovation de l'outil (défi E5), en favorisant une intégration prudente dans l'existant, au détriment d'une approche plus disruptive, risquant ainsi de compromettre son adoption dans le secteur. Une autre limite à ce stade est le champ d'étude qui reste focalisé sur l'entreprise partenaire (niveau MESO), et non pas sur le secteur général (niveau MACRO) ce pourquoi le défi de diffusion (C4) n'est pas activé sur la figure 4.

Comme détaillé précédemment, la troisième étape — la définition des hypothèses de développement — marque la transition entre la phase *COMPRENDRE* et la phase *EXPLORER*. Elle soulève plusieurs enjeux relatifs au principe d'**ouverture**, deuxième principe le plus mobilisé dans notre diagramme après celui de l'**influence**. Cette étape vise à confronter les différentes perspectives au sein du consortium, constituant ainsi un moment charnière entre les cycles itératifs de conception et d'évaluation. Elle met en lumière la nécessité de flexibilité et de redéfinition des objectifs (défi A5), un défi qui figurait dans trois articles sur quatre de notre revue de littérature, ce qui confirme son importance.

Discussion sur la grille d'évaluation

En ce qui concerne le deuxième objectif, l'exploration de la grille d'évaluation à travers l'étude du Living Lab HARPO a permis de mettre en évidence l'interconnexion de nombreux défis, souvent articulés autour d'un ou plusieurs des cinq principes directeurs. Résumons par exemple les défis liés par le principe d'influence au fil des étapes, qui est le principe le plus important dans le diagramme de la figure 4, où il apparaît à 15 reprises. Au niveau du consortium, on remarque que la communication claire des résultats de l'analyse de l'activité (défi C2) et la prise en compte de ces résultats (E6) dépend grandement du degré de flexibilité des partenaires face aux résultats imprévus (défi A5), et de l'alignement des priorités entre partenaires (défi A1). Ces conditions préalables définissent l'impact réel de l'intégration des besoins des usagers, et, par conséquent, la mise en œuvre effective du principe d'influence. Du côté des usagers, la confiance accordée par les usagers (défi D1) ainsi que la compréhension mutuelle entre chercheur et usagers (défi C3) gagnés lors de l'immersion sur terrain à l'étape 1, ont un grand impact sur l'engagement et la motivation long terme des utilisateurs (E1). Un second ensemble de défis liés aux usagers concerne la clarté de la proposition de valeur (défi C1) et la transparence dans la communication des objectifs du projet (défi C2). Ces éléments relèvent de considérations éthiques (défi E3) qui influencent également directement l'engagement des participants (défi E1) et leur influence. On observe sur la grille que le principe d'influence est systématiquement mobilisé dès qu'il s'agit d'intégrer les usagers, tandis qu'un principe comme l'ouverture apparaît surtout dans les processus décisionnels internes au consortium, en particulier lors de l'étape 3. Cette répartition semble cohérente avec les définitions respectives de ces principes. Une étude comparative sur plusieurs Living Labs pourrait permettre d'examiner si certains principes émergent de manière récurrente en fonction des défis ou des étapes concernées, et si les liens énoncés sont identiques à travers les projets.

Si le nombre d'occurrences d'un principe dans le diagramme peut être interprété comme un indicateur de son importance relative, une limite de la grille ne permet toutefois pas d'évaluer l'ampleur de son impact. Une autre limite de la grille réside dans la complexité de sa lecture. Il peut être difficile de distinguer les différentes dynamiques à l'œuvre : l'apparition d'un défi au sein d'une étape, ou encore la manière dont ce défi est (ou non) résolu par cette étape. Les icônes associées aux principes tentent de refléter ces dynamiques, mais la relation entre principes, défis et étapes reste parfois ambiguë. Certains principes peuvent en effet être inhérents non seulement à des défis, mais aussi aux étapes elles-mêmes. Par exemple, le principe d'ouverture est

structurellement lié aux défis de la catégorie A, qui concernent la coordination entre partenaires. Des éléments d'interprétation supplémentaires qui viennent s'ajouter au diagramme sont par exemple la lecture de l'évolution des défis à travers les étapes, ou encore l'influence de certains défis sur d'autres. D'autres méthodes de visualisation gagneraient donc à être pensées pour structurer l'interprétation des résultats.

VI. Conclusion et travaux futurs pour le projet HARPO

Cet article a présenté l'implémentation d'une méthodologie de Living Lab pour le développement d'un outil adapté au chantier et pris en main par les ouvriers pour le suivi de leurs tâches. L'aspect novateur de cette étude réside d'une part dans la mise en place d'une approche Living Lab dans le secteur de la construction, et d'autre part dans la méthodologie d'auto-évaluation proposée. Cette méthodologie est fondée sur l'identification de défis, analysés aux différentes étapes du processus et évalués à travers les cinq principes clés du Living Lab selon le FormIT. Comme souligné dans la section 2, consacrée à la revue de littérature, peu d'articles proposent des démarches d'évaluation innovantes. En ce sens, cette étude explore une méthode d'évaluation originale, et contribue ainsi à combler un manque identifié dans les travaux sur les Living Labs. Cependant, il convient de souligner que l'évaluation à ce stade porte seulement sur la phase « Comprendre » de la méthodologie ainsi que la transition vers la phase « Explorer » (cf. Figure 2), ce qui limite la capacité à disposer de recul sur la méthodologie globale mise en place, ainsi que sur ses apports et limites à long terme. Il serait pertinent de poursuivre l'évaluation des étapes des phases d'exploration et de concrétisation en analysant l'impact des premières phases à plus long terme. Une autre voie de recherche consisterait à proposer des solutions aux défis problématiques et à déterminer si ces derniers sont inhérents aux étapes mises en place, ou encore inhérents au secteur spécifique de la construction et s'il existe des pistes pour les transformer en leviers. L'exploration d'autres méthodes de visualisation pourrait également favoriser une évaluation plus lisible et structurée.

Actuellement, le projet HARPO est entre la phase d'exploration et de concrétisation. Des tests de prototypages évalués sur terrain donnent lieu à des préconisations vers un outil appropriables pour le secteur. Mais l'intérêt réside également dans la démarche méthodologique mise en place qui se poursuit afin de transformer les apprentissages en connaissances utiles pour le secteur de la construction vers une optimisation des processus. Ce transfert est garanti par la collaboration avec le centre de recherche (partenaire de transfert sectoriel) et l'Université (partenaire de recherche).

Références

- Bastien, S. (2007). Observation participante ou participation observante? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales. *Recherches qualitatives*, 27(1), 127. <https://doi.org/10.7202/1085359ar>
- Berberi, A., Beaudoin, C., McPhee, C., Guay, J., Bronson, K., & Nguyen, V. M. (2023). Enablers, barriers, and future considerations for living lab effectiveness in environmental and agricultural sustainability transitions: A review of studies evaluating living labs. *Local Environment*, 0(0), 1-19. <https://doi.org/10.1080/13549839.2023.2238750>
- Blanckaert, E., Hallström, L., Jennes, I., & Van den Broeck, W. (2024). What Could Possibly Go Wrong? Exploring Challenges of Living Lab Methodology in Publishing Applications.: Open Living Lab Days 2024. *Proceedings of the OpenLivingLab Days Conference 2024*, 262-276. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14039412>

Buildwise. (2023). ANALYSE DE TENDANCES ET D'IMPACT DANS LE SECTEUR (BELGE) DE LA CONSTRUCTION. 40.

Cimini, C., Boffelli, A., externe, L. vers un site, fenêtre, celui-ci s'ouvrira dans une nouvelle, Lagorio, A., Kalchschmidt, M., & Pinto, R. (2021). *How do industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs*. 32(3), 695-721. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2019-0135>

Dell'Era, C., & Landoni, P. (2014). Living Lab : A Methodology between User-Centred Design and Participatory Design. *Creativity and Innovation Management*, 23(2), 137-154. <https://doi.org/10.1111/caim.12061>

Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J., & Wirtz, G. (2018). BPMN 2.0 : The state of support and implementation. *Future Generation Computer Systems*, 80, 250-262. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.006>

Habibipour, A. (2024). Responsible living labs : What can go wrong? *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 22(2), 205-218. Scopus. <https://doi.org/10.1108/JICES-11-2023-0137>

Hossain, M., Leminen, S., & Westerlund, M. (2019). A systematic review of living lab literature. *Journal of Cleaner Production*, 213, 976-988. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.257>

Kareborn, B. B., & Ståhlbröst, A. (2009). Living Lab : An open and citizen-centric approach for innovation. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 1(4), 356. <https://doi.org/10.1504/IJIRD.2009.022727>

Laszczuk, A., & Garreau, L. (2018). Le journal de bord sibyllique. *Finance Contrôle Stratégie*, 21-3, Article 21-3. <https://doi.org/10.4000/fcs.2773>

Lowe, R., & Chiu, L. F. (2020). Innovation in deep housing retrofit in the United Kingdom : The role of situated creativity in transforming practice. *Energy Research & Social Science*, 63, 101391. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101391>

Nagy, O., Papp, I., & Szabó, R. Z. (2021). Construction 4.0 Organisational Level Challenges and Solutions. *Sustainability*, 13(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/su132112321>

Noueihed, K., & Hamzeh, F. (2022). Envisioning a Human Centric Approach to C4.0 Technologies. *Lean Construction Journal*. *Lean Construction Journal (LCJ)*, 2022-2156.

Overdiek, A., Genova, M., & Paper, W. (2021). *Evaluating living labs ? – An overview of existing methods and tools*.

Ståhlbröst, A. (2012). A set of key principles to assess the impact of Living Labs. *International Journal of Product Development*, 17(1/2), 60. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2012.051154>

Ståhlbröst, A., & Holst, M. (2012). *The Living Lab Methodology Handbook*.

Vallat, D. (2017). *Manager les connaissances dans un environnement complexe : Questions éthiques, épistémologiques et stratégiques* [Thesis, Université Jean Moulin - Lyon III]. <https://shs.hal.science/tel-01588286>

Vervoort, K., Santonen, T., Petsani, D., Servais, D., Boer, D., Spagnoli, F., Onur, O., Bertolin, J., Trousse, B., & Bamidis, P. (2023). *Harmonizing the evaluation of living labs : A standardized evaluation framework*.

Zaniboni, S., Truxillo, D. M., Rineer, J. R., Bodner, T. E., Hammer, L. B., & Krainer, M. (2016). Relating Age, Decision Authority, Job Satisfaction, and Mental Health : A Study of Construction Workers. *Work, Aging and Retirement*, 2(4), 428-435. <https://doi.org/10.1093/workar/waw006>